

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação e o Ensino-aprendizagem de Matemática: uma Revisão Integrativa

The Digital Technologies of Information and Communication and the Teaching-learning of Mathematics: an Integrative Review

Las tecnologías digitales de información y comunicación y la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas: una revisión integradora

Ana Elisa Pillon¹

Universidade Federal de Santa Catarina UFSC

<https://orcid.org/0000-0002-7975-4694>

Leila Regina Techio²

Universidade Federal de Santa Catarina UFSC

<http://orcid.org/0000-0002-1000-9258>

Vania Ribas Ulbricht³

Universidade Federal de Santa Catarina UFSC

<https://orcid.org/0000-0002-6257-0557>

Márcio Vieira de Souza⁴

Universidade Federal de Santa Catarina UFSC

<https://orcid.org/0000-0002-0165-4036>

Resumo

Esta revisão tem por objetivo identificar se as TDIC vêm sendo utilizadas no processo ensino-aprendizagem de matemática em nível escolar. A fim de alcançar tal meta, a metodologia utilizada compreende a revisão integrativa de literatura, via Portal da CAPES, em que foram consultadas as bases de dados *Scopus*, *Web of Science* e *Scielo*. A busca pelos materiais publicados restringiu-se ao período de dez anos, de 2008 a 2018. Após a coleta, os dados foram organizados por meio do gerenciador de referências Mendeley. Com base nos resultados, conclui-se que a utilização de TDIC's para o processo ensino-aprendizagem vem aumentando gradativamente e tem sido apontada como positiva. Outrossim, comprovou-se que o uso ocorre em diferentes níveis educacionais - pré-escola, ensino fundamental e ensino médio; há a

¹ pillon.anaelisa@gmail.com

² leila.lrt@gmail.com

³ vrulbricht@gmail.com

⁴ marciovieiradesouza@gmail.com

utilização de diferentes metodologias, dispositivos e aplicativos – *Ipad, tablet, sala de aula invertida e jogos*. Embora a revisão integrativa inicial tenha como resultado 836 publicações, ao serem aplicados os filtros de inclusão e exclusão, somente 14 pesquisas corresponderam ao objetivo proposto neste estudo, sugerindo, desta forma, a existência de um nicho científico a ser explorado.

Palavras-chave: Tecnologias digitais de informação e comunicação, matemática, nível escolar, ensino-aprendizagem, revisão integrativa.

Abstract

This review aims to identify whether TDIC's have been used in the teaching-learning process of mathematics at the school level. In order to achieve this goal, the methodology used is an integrative literature review, via the CAPES Portal, in which the Scopus, Web of Science and Scielo databases were consulted. The search for published materials was restricted to a period of ten years, from 2008 to 2018. After collection, the data were organized through the reference manager Mendeley. Based on the results, it can be concluded that the use of TDIC's for the teaching-learning process has been gradually increasing and has been identified as positive. Furthermore, it has been proven that use occurs at different educational levels - pre-school, elementary and high school; there is the use of different methodologies, devices and applications - *Ipad, tablet, inverted classroom and games*. Although the initial integrative review resulted in 836 publications, when applying the inclusion and exclusion filters, only 14 studies corresponded to the objective proposed in this study, thus proving the existence of a scientific niche to be explored.

Keywords: Digital information and communication technologies, mathematics, school level, teaching-learning, integrative review.

Resumen

Esta revisión tiene como objetivo identificar si los TDIC se han utilizado en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas a nivel escolar. Para lograr este objetivo, la metodología utilizada es una revisión integradora de la literatura, a través del Portal CAPES, en el que se consultaron las bases de datos Scopus, Web of Science y Scielo. La búsqueda de materiales publicados se restringió a un período de diez años, de 2008 a 2018. Después de la recopilación, los datos se organizaron a través del administrador de referencias Mendeley. Con base en los resultados, se puede concluir que el uso de TDIC's para el proceso de enseñanza-aprendizaje ha ido aumentando gradualmente y se ha identificado como positivo. Además, se ha comprobado que el uso se da en diferentes niveles educativos: preescolar, primaria y secundaria; Existe el uso de diferentes metodologías, dispositivos y aplicaciones - Ipad, tableta, aula invertida y juegos. Si bien la revisión integradora inicial arrojó 836 publicaciones, al aplicar los filtros de inclusión y exclusión, solo 14 estudios correspondieron al objetivo propuesto en este estudio, lo que demuestra la existencia de un nicho científico a explorar.

Palabras clave: Tecnologías digitales de información y comunicación, matemáticas, nivel escolar, enseñanza-aprendizaje, revisión integradora.

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação e o Ensino-aprendizagem de Matemática: uma Revisão Integrativa

Na atualidade as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação - TDIC's vem sendo adotadas no ambiente educacional bem como em outras áreas assumindo o importante papel de aproximar os conteúdos com a evolução da sociedade como um todo. Neste panorama, onde vivemos em uma “sociedade conectada”, o processo de ensino e de aprendizagem ultrapassa desafios, sejam eles no modelo presencial ou não.

Em inúmeras situações professores e estudantes sentem-se frustrados por não lograrem êxito em suas tarefas. Existem disciplinas que se sobressaem neste cenário, como é o caso da matemática. Nesta disciplina, é comum os estudantes terminarem o nível fundamental sem o conhecimento mínimo necessário para prosseguirem seus estudos ou mesmo para adentrarem no mercado de trabalho. Confirmando esta afirmativa, de acordo com dados do PISA 2018, enquanto o primeiro colocado, China –envolvendo Pequim, Shangai, Jiangsu e Zheijiang, tem 591 pontos como resultado médio dos seus estudantes, o Canadá tem 512 pontos, Estados Unidos 478 e o Brasil, com média significativamente inferior aos países da OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, apresenta apenas 384 pontos (PISA, 2018).

Estudos com análise em diferentes públicos, indicam a busca por soluções a tais dificuldades. Miller (2018) em seu estudo “*Developing numeracy skills using interactive technology in a play-based learning environment*” analisou a utilização de tecnologia interativa, através de aplicativos matemáticos (apps) por estudantes de uma pequena sala de aula de jardim de infância. A autora concluiu que, nesta faixa etária, foram aprimoradas as questões referentes ao engajamento dos estudantes com as atividades e, por consequência, foram adquiridas pequenas conquistas, refutando que, o uso da tecnologia aprimorou o aprendizado de matemática para este público-alvo em estudo.

Mauladaniyati e Kurniawan (2018) em sua pesquisa intitulada “*GeoEnzo utilization as mathematics learning media with contextual approach to increase geometry understanding*” salientam sua motivação em realizar este estudo a partir do baixo nível de compreensão dos estudantes de primeiro ano do ensino médio sobre o conceito de geometria, assim como o baixo nível de participação ativa destes estudantes durante a aprendizagem de matemática. Para tanto os autores embasaram seu estudo na premissa de que, embora a geometria seja considerada um importante tema da matemática, os estudantes possuem dificuldades em compreender os conceitos desta área transmitidos pelos professores. Ao final do experimento, observando a utilização de tecnologias da informação, em específico ao aplicativo GeoEnzo, Mauladaniyati e Kurniawan (2018) concluíram que há um significativo aumento da compreensão da geometria com o uso deste aplicativo, em comparação à aprendizagem convencional.

Por sua vez, Neves e Farias (2019) em sua pesquisa “O ensino de sistema de numeração decimal instrumentalizado através de jogos por meio de recursos de estudo e pesquisa” tiveram como objetivo analisar o desenvolvimento de um modelo epistemológico-didático de referência para o ensino de sistema de numeração para o 6º ano do Ensino Fundamental utilizando como ferramenta a elaboração de jogos. Em suas investigações os autores identificaram que por meio da utilização de jogos os estudantes adquirem autoconfiança e são incentivados a conjecturar, analisar e verificar suas decisões, processo que os auxilia a estruturar os seus novos conhecimentos, participando ativamente da construção de saberes.

Além dos estudos que citam a utilização das TDIC’s no ensino da matemática outro aspecto a ser ressaltado refere-se à maneira através da qual os estudantes se relacionam com esta disciplina, como lidam com os seus conteúdos e, ainda, as questões emocionais envolvidas no processo de ensino e aprendizagem. Neste contexto o tema “ansiedade matemática” é abordado por Kaba e Sengul (2018) em sua pesquisa aplicada com estudantes do ensino médio. Para estes autores a ansiedade matemática refere-se à atitude negativa dos estudantes em

relação ao estudo desta disciplina, situação que pode ocorrer devido ao medo do fracasso, a falta de autoconfiança e, ainda, à pressão exercida em momentos de exame. Após coleta de dados com 466 estudantes foi possível concluir que, para este público-alvo, houve forte correlação positiva entre a ansiedade matemática e seu entendimento sobre os conteúdos matemáticos. Porém, os resultados não apresentaram diferenças significativas entre a ansiedade matemática dos estudantes e sua compreensão matemática quando analisados em relação ao gênero. As diferenças significativas foram encontradas, no entanto, em relação aos níveis escolares estudados, neste caso em específico, o ensino médio.

A partir dos estudos elencados acima percebe-se que, independentemente da faixa etária, há a incidência constante da busca por tornar o ensino da disciplina matemática algo prazeroso e com resultados positivos tanto para a vida acadêmica como para o meio profissional em que os estudantes estarão inseridos em seu futuro. Pode-se ressaltar que, independentemente da faixa etária, verificou-se nos estudos analisados a importância da utilização das TDIC's para aprimorar o aprendizado e a compreensão de diferentes conteúdos abordados.

Feitas essas considerações, reforça-se a relevância da realização de uma revisão integrativa tendo em vista que, a partir da análise de pesquisas sobre o tema em questão, este tipo de pesquisa configura-se como o método específico capaz de realizar a síntese dos estudos anteriores gerando novos conhecimentos (Botelho, Cunha, & Macedo, 2011).

Neste sentido, este estudo procura responder a seguinte questão de pesquisa: Como as TDIC's são utilizadas para a aprendizagem da matemática por professores e estudantes? Dado o exposto, a fim de alcançar este intento foi proposto o principal objetivo: identificar se as TDIC's estão sendo utilizadas no ensino de matemática.

Apresentando o estudo à comunidade acadêmica, a estrutura deste artigo inicia com esta breve introdução do assunto, passando à descrição da metodologia utilizada, seguida pelas

especificações de coleta e análise dos dados. Na sequência encontram-se os resultados, as considerações finais, assim como, sugestões de novos trabalhos.

Metodologia do estudo

A metodologia da pesquisa utilizada neste estudo trata-se de uma revisão integrativa, tendo por base o método apresentado por Botelho, Cunha e Macedo (2011) e Whitemore e Knafl (2005). Botelho, Cunha e Macedo (2011) assinalam que uma revisão integrativa é capaz de sintetizar inúmeros estudos que já foram publicados gerando, a partir da análise dos seus resultados, novos conhecimentos. Já para Whitemore e Knafl (2005), a revisão integrativa diferencia-se das demais por ser a única a permitir a inclusão de diferentes metodologias, como a investigação experimental e a não experimental, por exemplo. Além disso, os autores reforçam que uma revisão integrativa pode contribuir apresentando aos leitores diferentes perspectivas sobre um mesmo fenômeno.

Para a consecução desta pesquisa foram seguidos os passos apontados por Whitemore e Knafl (2005). Em um estágio inicial é definido o problema de pesquisa bem como os principais focos de atuação para procurar respostas à questão problema. Na sequência, em uma etapa denominada de coleta de dados, são definidos os tópicos importantes para as buscas nas bases de dados como os descritores e os critérios de inclusão e exclusão. Em uma etapa subsequente, chamada de seleção dos dados, é realizada a leitura dos resumos, palavras-chave e títulos das publicações a fim de identificar em quais destes estudos há temas similares, que podem ser relevantes para a pesquisa no todo, categorizando-os.

Finalizando, após a análise e interpretação de todos os dados, apresenta-se um resumo dos conhecimentos adquiridos com esta revisão e, também, a indicação de novos estudos sob o mesmo tema.

Coleta de Dados

Em razão do objetivo deste estudo – identificar como vem sendo realizado o ensino da matemática no nível escolar – o mnemônico SPICE foi utilizado para auxiliar a busca pelos critérios de inclusão e exclusão. De acordo com Booth (2006), SPICE refere-se a um dos protocolos utilizados para a definição das questões a serem utilizadas durante a pesquisa e que tem por meta identificar as evidências de pesquisas existentes.

O SPICE baseia-se no mnemônico PICO (*Population, Intervention, Comparison, Outcome*) porém traz duas importantes alterações: divide a “população” em duas partes distintas – “definição” e “perspectiva”, e incentiva um novo modelo de avaliação mais ampla, substituindo o item “resultados” por “avaliação” (Booth, 2006). Desta forma, as variáveis aplicadas neste estudo que formam a sigla SPICE (*Setting, Perspective, Intervention, Comparison, Evaluation*) são:

1. S- *Setting* (cenário): a fim de alcançar o objetivo proposto serão analisados estudos em que o cenário seja voltado a instituições educacionais.

2. P – *Perspective* (Perspectiva): dentre os estudos encontrados farão parte desta análise somente alunos e professores de nível escolar.

3. I – *Intervention* (Intervenção): serão analisadas as pesquisas que tenham estudado ações para o aprimoramento do processo ensino-aprendizagem da matemática em nível escolar.

4. C – *Comparison* (Comparação): serão comparados estudos onde as TDIC’s foram utilizadas para auxiliar no ensino de matemática e estudos em que as TDIC’s não foram utilizadas.

5. E – *Evaluation* (Avaliação): serão mantidos na revisão os estudos que utilizaram as TDIC’s para o processo ensino-aprendizagem assim como os estudos que não utilizaram as TDIC’s. Serão considerados os resultados obtidos em desempenho (conceito e notas).

A fim de cumprir os objetivos elencados foram consultadas as bases *Web of Science*, *Scopus* e *Scielo*. Estas bases, nos testes iniciais sobre o tema em pesquisa, apresentaram resultados de maior significância em relação a outras bases científicas. Nesta atividade foram analisados somente artigos científicos, não sendo foco de estudo os demais tipos de documentos como dissertações, teses ou livros. Ao consultar tais bases, de cunho científico e fidedignidade reconhecida no meio acadêmico, exclui-se a incidência de estudos considerados “*gray literature*”.

As bases foram consultadas nos meses de julho e agosto de 2019 e, seguindo a meta de analisar estudos dos últimos 10 anos, foram considerados apenas trabalhos dos anos de 2008 a 2018. Além das consultas aos artigos nas bases foram solicitadas orientações a professores especialistas nas temáticas pertinentes a este estudo, tendo em vista obter indicações de materiais clássicos de tais temáticas que possam aprimorar e enriquecer o referencial teórico.

Para a realização desta pesquisa foi utilizada a mesma *string* de busca, com os itens: “*math*” AND “*educational technolog**” AND “*education*”. O uso do asterisco na palavra “*technolog*” tem por objetivo resgatar o maior número possível de estudos que contenham palavras com este mesmo radical, tais como e “*technologies*”.

Na primeira base consultada, *Web of Science*, foram pesquisados apenas artigos dos anos 2008 a 2018, *open access*, disponíveis nas categorias *Education Educational Research*, *Social Sciences Interdisciplinary* ou *Mathematics Interdisciplinary Applications*, sendo apenas considerados documentos na língua inglesa.

Na segunda base pesquisada, *Scielo*, tendo em vista a redução de números de artigos disponibilizados, a *string* foi alterada para “*math*” AND “*educational technolog**” OR “*education*” e, também, foram buscados artigos em português e inglês, aumentando desta forma a probabilidade de serem encontrados o número suficiente de artigos para a realização da revisão integrativa. Como filtros foram buscados apenas artigos, dos anos 2008 a 2018,

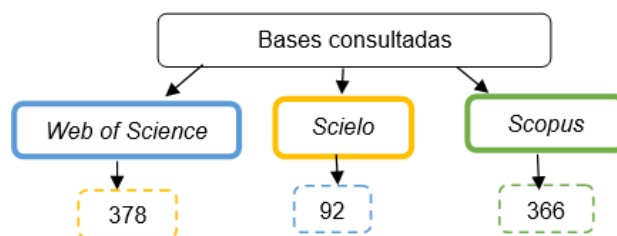
unicamente escritos em língua inglesa, das áreas temáticas *Human Sciences* e *Applied Social Sciences*.

Na terceira base consultada, *Scopus*, a *string* utilizada foi a original - “*math*” AND “*educational technolog**” AND “*education*”. Outros fatores de filtro foram: busca de artigos dos anos 2008 a 2018, somente em língua inglesa, nas áreas temáticas *Social Sciences*, *Psychology* e *Mathematics*. Devido ao baixo número de artigos da busca realizada nesta base com a classificação *open access*, esta não será uma variável de busca utilizada.

O fluxo descrito na Figura 1 apresenta os resultados das buscas nas três bases.

Figura 1.

Resultado inicial das buscas (Elaboração própria, 2020).



A partir das buscas realizadas nas três bases, os documentos identificados foram encaminhados ao Mendeley e, então, passaram por nova análise. Em um primeiro momento foram analisados somente os títulos dos artigos selecionados.

Para esta análise inicial foi levado em consideração a inclusão de artigos em que os títulos:

- a) estão no idioma inglês e,
- b) apresentam no seu título algum dos termos da string de busca: “*math*”, “*educational technolog**” ou “*education*”.

Após, em um segundo momento de avaliação, foi realizada a leitura dos resumos dos artigos selecionados nas bases. Nesta etapa são incluídos artigos em que:

- a) os professores e alunos utilizam as TDIC’s no processo ensino- aprendizagem e

b) os professores e alunos utilizam as TDIC's no processo ensino-aprendizagem da matemática.

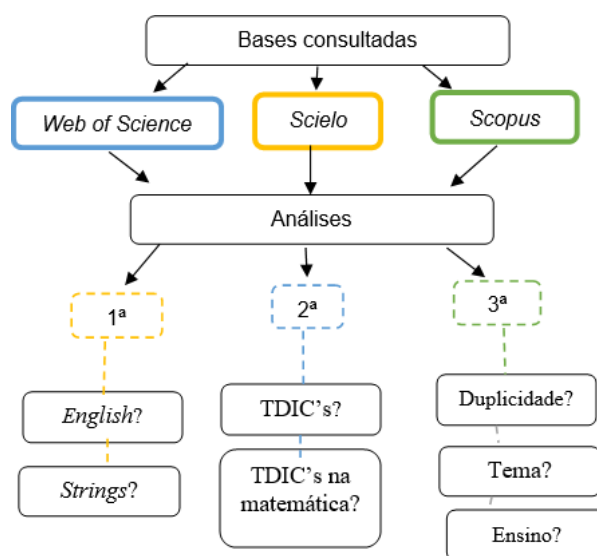
Além dos critérios de inclusão acima, torna-se importante observar os seguintes critérios de exclusão para estes mesmos resumos de artigos, que são:

- a) ser duplicado;
- b) tratar de assunto não relacionado aos temas-alvo desta pesquisa: TDIC's ou matemática;
- c) não abordar o ensino de matemática.

O fluxo na Figura 2 apresenta as etapas desta análise.

Figura 2.

Análises nos resultados das bases consultadas (Elaboração própria, 2020).



No processo da seleção das publicações relacionadas ao tema, foram aplicadas três etapas de refinamentos com diferentes filtros, conforme exposto na Figura 2. Os resultados das etapas de análise encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1.

Resultados nas bases consultadas (Elaboração própria, 2020).

Base/Busca/Análise	Web of Science	Scopus	Scielo
Primeira busca de artigos	378	92	366
Após filtros de inclusão e exclusão	54	21	24
Após a primeira análise	21	15	9
Após a segunda análise	14	7	3
Após a terceira análise	5	6	3
Total de artigos	14		

Em uma última avaliação dos artigos pré-selecionados os mesmos foram analisados na íntegra. Primeiramente, com o uso do Mendeley, foi verificado se havia artigos duplicados.

Após, foi avaliado se os artigos possuíam métodos e discussões que fossem considerados estudos cientificamente qualificados e se apresentavam resultados relacionados aos temas:

- a) o ensino da matemática,
- b) o processo de ensino e de aprendizagem, e
- c) as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação - TDIC's.

Após a leitura foram categorizados os 14 artigos selecionados, apresentados na Tabela

2.

Tabela 2.

Artigos selecionados nas bases consultadas (Elaboração própria, 2020).

Ano	Título	Fonte	Objetivo/foco do estudo
1	2009 <i>K-16 computationally rich science education: A ten-year review of the journal of science education and technology</i> (1998-2008)	<i>Journal of Science Education and Technology</i>	Prevê-se que a computação tenha um impacto cada vez mais amplo sobre as ciências em geral, tornando-se o terceiro componente crucial de um "triângulo de ouro" que inclui matemática e ciência experimental e teórica. No entanto, ainda mais verdadeiro com a computação do que com matemática e ciências, não estamos preparando nossos alunos para essa nova realidade. Este estudo é uma revisão de dez anos (1998-2008) do <i>Journal of Science Education and Technology</i> , com as seguintes questões de pesquisa em mente: Quais são as interseções no nível K-16 entre ciência e computação? O que os educadores de ciências K-16 já conhecem sobre o campo recém-surgido, a ciência computacional?
2	2010 <i>Improving teachers' self-confidence in learning technology skills and math education through professional development</i>	<i>International Journal of Information and Communication Technology Education</i>	Este estudo investigou se um instituto de desenvolvimento profissional em serviço de quatro semanas, que abordou o uso da tecnologia na educação matemática, ajudou a melhorar a atitude e a confiança dos professores na aplicação da tecnologia.
3	2010 <i>The attitudes of the prospective mathematics teachers towards instructional technologies and material development course</i>	<i>Turkish Online Journal of Educational Technology</i>	Este estudo tem como objetivo determinar as atitudes dos futuros professores do Ensino Médio de Matemática para o Curso de Tecnologias Instrucionais e Desenvolvimento de Materiais (ITMD).
4	2011 <i>Math attitudes of computer education and instructional technology students</i>	<i>Turkish Online Journal of Educational Technology</i>	O objetivo deste estudo é identificar as atitudes dos alunos de graduação dos departamentos do CEIT (Departamentos de Educação em Informática e Tecnologia Instrucional) em relação à matemática.
5	2012 <i>Adaptively Ubiquitous Learning in Campus Math Path</i>	<i>Educational Technology & Society</i>	Os objetivos deste estudo são desenvolver e avaliar modelo e sistema de aprendizagem que integram a aprendizagem onipresente, sistema de teste de diagnóstico adaptável computadorizado e caminho de matemática do campus Aprendendo.
6	2015 <i>Tablet-Based Math Assessment: What Can We Learn from Math Apps?</i>	<i>Educational Technology & Society</i>	Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de entender o design princípios e técnicas usadas em aplicativos de matemática projetados para <i>tablets</i> . Nós focamos nossas revisões em quatro áreas, (1) a qualidade da matemática conteúdo, (2) feedback e armazéns, (3) riqueza de interações, e (4) adaptabilidade das aplicações.

7	2015	<i>Short serious games creation under the paradigm of software process and competencies as software requirements. Case study: Elementary math competencies</i>	<i>Turkish Online Journal of Educational Technology</i>	Esta pesquisa propõe um Processo Curto de Desenvolvimento de Jogos Sérios, fundado em paradigmas de Engenharia de Software e complementado por esforços anteriores em desenvolvimento em larga escala de recursos digitais de aprendizagem.
8	2015	<i>The Pedagogic Role of the Arts and Digital Media in the practice of the Ontario Mathematics Curriculum</i>	Bolema: Boletim de Educação Matemática	Tenho investigado interfaces sobre as artes e mídias digitais na educação matemática, conceituando a noção de desempenho matemático digital (DMP). Neste artigo, discuto conexões entre: (a) as linhas e os processos matemáticos do Currículo de Matemática K-8 de Ontário no Canadá, e; (b) DMP produzido pelos alunos.
9	2016	<i>Pad in Elementary School Math Learning Setting</i>	<i>International Journal of Emerging Technologies in Learning</i>	O objetivo deste estudo foi investigar a diferença entre os efeitos de usar a instrução de ensino tradicional e usar o iPad para ensinar matemática para os alunos da primeira série.
10	2016	<i>Teaching Math to Deaf/Hard-of-Hearing (DHH) Children Using Mobile Games: Outcomes with Student and Teacher Perspectives</i>	<i>International Journal of Mobile and Blended Learning</i>	Alavancar o uso de dispositivos móveis para educação, como jogos instrucionais, é uma área de crescente interesse para subpopulações direcionadas de estudantes, incluindo aqueles que são surdos / com deficiência auditiva (DHH).
11	2016	<i>Use of digital applications in the medicament calculation education for nursing</i>	<i>Investigación y Educación en Enfermería</i>	Avaliar a influência do uso de aplicações digitais na educação de cálculo de medicamentos para estudantes de enfermagem.
12	2017	<i>Investigating the Use of the Khan Academy and Mathematics Software with a Flipped Classroom Approach in Mathematics Teaching</i>	<i>Educational Technology & Society</i>	O objetivo deste estudo foi determinar o efeito da abordagem de sala de aula projetada usando Khan Academy e software livre de código aberto sobre o desempenho acadêmico dos alunos e para examinar pontos de vista sobre essa abordagem.
13	2017	<i>Exploring In- and Pre-Service Science and Mathematics Teachers' Technology, Pedagogy, and Content Knowledge (TPACK): What Next?</i>	<i>Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education</i>	O objetivo deste estudo é desenvolver e aplicar um estrutura que capta algumas das qualidades essenciais do conhecimento exigido pelos professores para uma prática pedagógica eficaz em ambiente educacional aprimorado pela tecnologia usando tecnologia e conhecimento de conteúdo pedagógico (TPACK).

14	2018	<i>Meerkat Maths – A comprehensive maths learning programme for Grade-R</i>	<i>South African Journal of Childhood Education</i>	Neste artigo, foi descrito um programa de aprendizagem de matemática para o Grau-R (Meerkat Maths) que combina e integra descobertas empíricas e demandas curriculares. O objetivo é revisar criticamente o CAPS e comparar conteúdos para a instrução de numeração precoce.
----	------	---	---	--

A categorização dos artigos selecionados nesta revisão integrativa, serve para mapear de forma cronológica os estudos voltados ao uso das TDIC's no processo ensino-aprendizagem de matemática em nível escolar.

Resultados e Discussão

A fim de alcançar os objetivos propostos neste estudo foram consultadas as bases de dados *Scopus*, *Web of Science* e *Scielo*, via Portal da CAPES. No total, com a string proposta, a pesquisa inicial resultou em 836 publicações, sendo 378 da base *Web of Science*, 92 da *Scopus* e, 366 da *Scielo*. Após a análise dos filtros de inclusão e exclusão, restaram apenas 14 artigos, tendo em vista que, além das 3 instâncias de análise definidas (conforme apresentado na Figura 2), houve a incidência de 5 artigos em duplicidade e 4 artigos na língua portuguesa e, portanto, estes foram excluídos na amostra final. Neste momento, já se percebeu o número restrito de publicações englobando os temas TDIC's e o ensino de matemática.

No processo de leitura dos 14 artigos resultantes da revisão integrativa, dedicou-se ao foco na relação existente entre a tecnologia educacional e o ensino de matemática. A Tabela 3 apresenta os principais itens verificados nessa análise.

Tabela 3.

Relação Tecnologia educacional X Ensino de matemática (Elaboração própria, 2020).

Artigo	Relação entre a tecnologia educacional e o ensino de matemática
1 K-16 <i>computationally rich science education: A ten-year review of the journal of science education and technology</i> (1998-2008)	<ul style="list-style-type: none"> • A tecnologia educacional é vista como um dispositivo da computação utilizado para complementar as tarefas educativas. • A tecnologia facilita a aprendizagem de investigações e atividades de resolução de problemas realizados pelos estudantes.

2	<i>Improving teachers' self-confidence in learning technology skills and math education through professional development</i>	<ul style="list-style-type: none"> • A tecnologia é uma ferramenta que poderia ser usada em sala de aula para melhorar a aprendizagem de matemática. • Há muitas formas de utilizar a tecnologia em sala de aula para auxiliar no ensino de matemática, porém os professores não têm tempo para serem treinados para este fim.
3	<i>The attitudes of the prospective mathematics teachers towards instructional technologies and material development course</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Em análise à percepção de professores secundários sobre o uso de tecnologia, percebeu-se que suas atitudes não mudaram em relação à variável sexo, mas sim com respeito às variáveis de classe e aulas relacionadas. • Os professores de matemática secundários potenciais tinham atitudes positivas em relação ao uso da tecnologia educacional.
4	<i>Math attitudes of computer education and instructional technology students</i>	<ul style="list-style-type: none"> • A pesquisa comprovou que a ideia de ciência da computação é um campo que requer a capacidade de pensamento analítico e, este é um importante fator para determinar aos estudantes atitudes positivas em relação à matemática. • Além disso, o estudo descobriu que os estudantes do sexo feminino têm atitudes mais positivas em relação à matemática do que estudantes do sexo masculino.
5	<i>Adaptively Ubiquitous Learning in Campus Math Path</i>	<ul style="list-style-type: none"> • O rápido desenvolvimento das tecnologias de comunicação e de sensores sem fio, a aprendizagem ubíqua (U-learning) ou a aprendizagem generalizada tornou-se uma solução promissora para os problemas educacionais. • U-learning parece ser capaz de melhorar o caminho de matemática tradicional, porém ainda há poucos estudos • demonstrando a aplicação desta abordagem inovadora para caminhos de matemática.
6	<i>Tablet-Based Math Assessment: What Can We Learn from Math Apps?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • O estudo apresenta um projeto de pesquisa para desenvolver um protótipo de avaliação baseada em utilização de tablet para matemática elementar. • Os autores concluem o estudo oferecendo quatro recomendações para pesquisadores e desenvolvedores de avaliação sobre projetar avaliações de matemática baseada em tablet.
7	<i>Short serious games creation under the paradigm of software process and competencies as software requirements. Case study: Elementary math competencies</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Os autores, neste estudo, buscam produzir novos recursos digitais de aprendizagem, em específico, segundo a técnica chamada Competency- Based. • O estudo de caso foi realizado demonstrando a utilização deste recurso através da implementação do processo e a técnica em toda a competências matemáticas para sexta série do ensino fundamental no México.
8	<i>The Pedagogic Role of the Arts and Digital Media in the practice of the Ontario Mathematics Curriculum</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Neste estudo, os autores afirmam que alunos e professores têm usado as artes para representar, comunicar e partilhar as suas ideias matemáticas. • Além disso, os autores conceituam a própria noção de Desempenho Matemático Digitais (DMP) para a realização de atividades de pesquisa, ensino e aprendizagem, e ações de universidades-escolas. Esses processos, no contexto do DMP, apresentaram estabelecer conexões profundas entre várias vertentes além daqueles analisados / encontrada no estudo é, isto é, conexões mais complexas entre Geometria, Álgebra, Número Sense e numeração, Gestão de dados e Probabilidade e Medição.
9	<i>iPad in Elementary School Math Learning Setting</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Esta pesquisa tinha por objetivo analisar o efeito do uso de instrução de ensino tradicional e usando iPad para ensinar matemática para alunos da primeira série. • Dentre os resultados apontados, os autores citaram que houve efeito positivo de iPads no desempenho dos alunos.

10	<i>Teaching Math to Deaf/Hard-of-Hearing (DHH) Children Using Mobile Games: Outcomes with Student and Teacher Perspectives</i>	<ul style="list-style-type: none"> • A pesquisa analisou as perspectivas de professores de crianças surdas/com deficiência auditiva (DHH) que utilizaram o jogo de matemática GeePerS, desta forma, aplicando a tecnologia e aproveitando o uso de dispositivos móveis para o ensino de matemática.
11	<i>Use of digital applications in the medication calculation education for nursing</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Tendo em vista a evolução do processo educativo, os autores ressaltam que as tecnologias digitais são ferramentas que buscam facilitar a execução das tarefas humanas, minimizando a possibilidade de erros e promover a segurança dos vários sistemas. • O estudo buscou analisar, em uma Instituição de Ensino Superior privada, quais eram as dificuldades que os alunos tinham para realizar os cálculos matemáticos sobre a preparação e diluição de medicamentos, uma vez que esta • tarefa requer conhecimento matemático simples como as operações básicas, regra de três e raciocínio lógico.
12	<i>Investigating the Use of the Khan Academy and Mathematics Software with a Flipped Classroom Approach in Mathematics Teaching</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Neste estudo os autores reforçam que as mudanças do século afetaram a educação, entre outras áreas, e esta alteração tem exigido o uso de computador e tecnologias. • A pesquisa teve como foco a utilização de Khan Academy e software livre de código aberto. Os autores concluíram que sua utilização foi positiva, pois reforçou a compreensão dos alunos, promoveu a retenção dos conteúdos matemáticos e tornou a sua compreensão muito mais fácil.
13	<i>Exploring In- and Pre-Service Science and Mathematics Teachers' Technology, Pedagogy, and Content Knowledge (TPACK): What Next?</i>	<ul style="list-style-type: none"> • A pesquisa buscou desenvolver e aplicar um quadro que captura algumas das qualidades essenciais do conhecimento exigido pelos professores para a prática pedagógica eficaz em um ambiente educacional por tecnologias que utilizam conhecimentos de Tecnologia, Pedagogia e Conhecimento de conteúdo (TPACK). Tal objetivo reflete a observação de que o ensino precisa de uma reforma a fim de melhorar o desempenho, especialmente em matemática e ciências. • Em suas considerações finais os autores ressaltaram que TPACK-SQ pode ser usado efetivamente para o desenvolvimento profissional de professores de ciências e matemática em relação à integração de tecnologia educacional em sua prática. Isto inclui salas de aula, escolas e ambientes virtuais de aprendizagem.
14	<i>Meerkat Maths – A comprehensive maths learning programme for Grade-R</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Neste estudo os autores tinham por meta descrever um programa de aprendizagem de matemática para Grade-R (Meerkat Matemática) que combina e integra resultados empíricos e exigências curriculares. Tal objetivo se dá pela constatação de que a partir da perspectiva de que a influência do conhecimento matemático influencia positivamente quanto às oportunidades e chances individuais para uma vida auto-determinada e próspera. • Ao final da pesquisa, os autores concluíram que o programa descrito é uma aplicação abrangente de pesquisas recentes para aulas de matemática nas séries iniciais.

Em análise aos tópicos apresentados na Tabela 3 percebe-se a clara relação existente entre a tecnologia e o processo ensino-aprendizagem. Na grande maioria das publicações analisadas, o uso da tecnologia no âmbito educacional – seja por intermédio de instrumentos como computador, *IPad*, *tablet*, entre outros – foi apontada como positiva. Em especial, no artigo *Investigating the Use of the Khan Academy and Mathematics Software with a Flipped*

Classroom Approach in Mathematics Teaching a utilização das tecnologias foi apontada como principal fator de aumento da compreensão dos conteúdos matemáticos e progressiva retenção, tornando a compreensão mais fácil, o que é a busca primordial de professores e alunos desta disciplina (Zengin, 2017).

Quanto aos meios utilizados, as publicações trouxeram diferentes itens, tais como resolução de problemas, utilização de *Khan Academy* e *software* livre de código aberto, programa de aprendizagem de matemática para Grade-R, jogo de matemática GeePerS, entre outros. Em todas as situações também houve posicionamento positivo da relação entre o uso da tecnologia e o resultado positivo. Convém evidenciar o apontamento da publicação *Adaptively Ubiquitous Learning in Campus Math Path*. Segundo os autores, a aprendizagem ubíqua (U-learning) é apontada como método promissor, capaz de aprimorar sobremaneira o caminho ora utilizado para o ensino da matemática tradicional (Shih, Kuo, & Liu, 2012). No entanto, eles afirmaram também, que há poucos estudos demonstrando a aplicação desta abordagem.

Em análise às percepções dos estudantes frente ao estudo da matemática em sua pesquisa intitulada *The relationship between middle school students' mathematics anxiety and their mathematical understanding*, Kaba e Sengul (2018) pesquisaram quantitativamente a relação entre a “ansiedade matemática” e a compreensão desta disciplina, com um público-alvo de 466 estudantes do ensino médio. Dentre os principais resultados deste trabalho foram apresentados:

- I. os estudantes com um alto grau de compreensão matemática também têm altos níveis de ansiedade matemática,
- II. não há diferença significativa entre compreensão matemática dos estudantes do sexo masculino e feminino,

III. não há diferença significativa entre os níveis de ansiedade matemática dos estudantes masculinos e femininos,

IV. a compreensão matemática difere significativamente por nível de ensino.

No encerramento desta mesma pesquisa, os autores fizeram importantes recomendações (Kaba & Sengul, 2018):

- a) novos estudos deveriam ser realizados com uma amostra maior,
- b) esta pesquisa utilizou apenas a metodologia quantitativa, logo, deveriam ser realizados estudos qualitativos que investigassem a relação entre a ansiedade matemática e a compreensão da matemática,
- c) poderiam ser realizados novos estudos para determinar o nível de ansiedade apropriada para a compreensão matemática,
- d) sugere-se a realização de atividades que auxiliem os alunos a compreender a matemática, para apoiar cursos com jogos e para selecionar estratégias que facilitam a compreensão desta disciplina.

Desta forma, é possível perceber que existem diferentes lacunas relacionadas ao tema, o que possibilita maior aprofundamento e novos estudos voltados ao uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e o Ensino-aprendizagem de Matemática, com o intuito de melhorar a experiência dos estudantes ao adentrar no mundo da matemática, preparando-os para sua evolução pessoal e profissional.

Considerações finais

Esta revisão integrativa teve por objetivo identificar se as TDIC's vêm sendo utilizadas no processo ensino-aprendizagem de matemática no nível escolar. Ao final da revisão, tendo por base os 14 artigos resultantes, dados importantes podem ser apontados:

- A tecnologia, atualmente “acoplada” à nossa realidade é apontada em todos os estudos como positiva quando utilizada como auxiliar ao processo educativo.

- Há inúmeras formas através das quais a tecnologia pode ser utilizada para finalidade educacional, sendo todas as citadas nos estudos abordados apontadas como auxiliares no processo ensino-aprendizagem. Algumas apontadas pelos autores foram: planilhas, bancos de dados, programas de softwares educacionais, quadros interativos, entre outros.

- Um dos artigos analisados salientou, no entanto, que embora os professores quando apresentados às diferentes formas de tecnologia que podem auxiliá-los no processo educacional têm o interesse em passar a utilizá-los. Porém, há certa restrição de tempo e acesso aos treinamentos cabíveis para esse novo aprendizado. Além disso, foi citado também, que nem sempre os professores conseguem ter o acesso à tecnologia em suas instituições escolares para que possam utilizá-la em sua prática docente.

- Outro importante fator, apontado em uma das publicações, revelou que o estudo da matemática é reforçado por inúmeros autores como influência positiva para as oportunidades individuais e chances de vida autodeterminada e próspera, o que reflete o desejo de sucesso pessoal e profissional buscado por todos.

Neste sentido, ao reconhecer a importância do assunto foco desta revisão – o estudo da matemática e a utilização das TDIC, e conhecer dados resultantes de diferentes pesquisas na área, com recomendações relevantes, compreende-se que a sumarização/síntese dos resultados poderá contribuir sobremaneira à comunidade científica atual. Além disso, convém oportuno ressaltar que, embora a busca inicial tenha resultado em 836 publicações, somente 14 estudos resultaram, efetivamente, da revisão integrativa com foco na relação existente entre a tecnologia educacional e o ensino de matemática em nível escolar, comprovando-se, desta forma, o limitado número de estudos com tal especificidade. Sendo assim, salienta-se a necessidade premente de novas pesquisas na área.

Referências

- Booth, A. (2006). Clear and present questions: formulating questions for evidence based practice, *Library Hi Tech*, 24 (3), 355-368. https://www.researchgate.net/publication/228325875_Clear_and_present_questions_Formulating_questions_for_evidence_based_practice.
- Botelho, L., Cunha, C., & Macedo, M. (2011). O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. *Gestão e Sociedade*, 5 (11), 121-136. <https://www.gestoesociedade.org/gestoesociedade/article/view/1220>.
- Kaba, Y., & Şengül, S.. (2018). The relationship between middle school students' mathematics anxiety and their mathematical understanding. *Pegem Eğitim Ve Öğretim Dergisi*, 8 (3), 599-622. <http://pegegog.net/index.php/pegegog/article/view/pegegog.2018.023>.
- Mauladaniyati, R., & Kurniawan, D.. (2018). GeoEnzo utilization as mathematics learning media with contextual approach to increase geometry understanding. *Journal Of Physics Conference Series*, 1132 (1), 1-5. https://www.researchgate.net/publication/329532439_GeoEnzo_utilization_as_mathematics_learning_media_with_contextual_approach_to_increase_geometry_understanding
- Miller, T. (2018). Developing numeracy skills using interactive technology in a play-based learning environment. *International Journal Of Stem Education*, 5 (1), 1-11. <https://link.springer.com/article/10.1186/s40594-018-0135-2>.
- Neves, A. S.; Farias, L. M. S.. O ensino de sistema de numeração decimal instrumentalizado através de jogos por meio de percursos de estudo e pesquisa. *Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática*, v. 21, n. 5, 2019. https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/45511/pdf_1.
- PISA 2018. <https://www.oecd.org/pisa/publications/pisa-2018-results.htm>.
- Shih, S., Kuo, B., & Liu, Y. (2012). Adaptively Ubiquitous Learning in Campus Math Path. *Educational Technology & Society*, 15 (2), 298-308. https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.15.2.298?seq=1#metadata_info_tab_contents.
- Whittemore, R., & Knafl, K. (2005). The integrative review: updated methodology. *Journal of Advanced Nursing*, 52 (5), 546-553. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>.
- Zengin, Y. (2017). Investigating the Use of the Khan Academy and Mathematics Software with a Flipped Classroom Approach in Mathematics Teaching. *Educational Technology & Society*, 20 (2), 89-100. https://www.researchgate.net/publication/315696761_Investigating_the_Use_of_the_Khan_Academy_and_Mathematics_Software_with_a_Flipped_Classroom_Approach_in_Mathematics_Teaching.