

O QUARTETO DO CONHECIMENTO NAS PRÁTICAS DOS PROFESSORES QUE ENSINAM MATEMÁTICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

DOI: <https://doi.org/10.33871/rpem.2024.13.32.9633>

Érick Macêdo Carvalho¹
Rogéria Gaudencio do Rêgo²

Resumo: O artigo apresenta o desenvolvimento e os resultados de uma revisão sistemática da literatura sobre o modelo teórico do Quarteto do Conhecimento e que teve como objetivo construir um panorama dos estudos voltados para essa temática no período de 2019 até 2023. Para isso, foi feita uma busca em bases de dados nacionais e internacionais, nas quais foram encontrados 24 artigos para serem analisados a partir de cinco questões norteadoras voltadas para o local de publicação, o tipo de pesquisa, o ambiente aplicado, os instrumentos utilizados e as ampliações propostas para o Quarteto do Conhecimento. Os resultados evidenciam que há um número reduzido de artigos direcionados para essa temática no cenário acadêmico mundial. Nesses últimos cinco anos foram encontrados apenas três artigos publicados no Brasil, um com características de pesquisa bibliográfica e dois com aspectos de uma pesquisa naturalista ou de campo que exploraram as salas de aula dos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio. De acordo com as produções investigadas, o modelo teórico do Quarteto do Conhecimento é relativamente novo e está sujeito às adequações a partir da inclusão de novos códigos contributivos e até de uma nova dimensão.

Palavras-chave: Pesquisa bibliográfica. Modelo Teórico. Conhecimento Profissional.

THE KNOWLEDGE QUARTET IN THE PRACTICES OF TEACHERS WHO TEACH MATHEMATICS: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Abstract: The article presents both the development and the results of a systemic revision of the literature about the Knowledge Quartet theoretical model whose main objective was to form a complete view of studies directed to the same theme for such objective from 2019 to 2023 period. A search was done on national and international databases in which 24 articles were found to be analyzed from the five most important questions directly connected with the local of publishing, the type of research, the environment applied, the instruments used and the enlargements proposed for the Knowledge Quartet. The results show that there is a reduced number of articles directed to this theme on the world academic scenario. In the last five years, only three articles were published in Brazil, one with characteristics of bibliographical research and two with aspects of a naturalist or field research that had to do with classrooms in the last years of Fundamental School and high school. According to the productions investigated, the Knowledge Quartet theoretical model is relatively new and it is subjected adjustments from the inclusion of new contributive codes and even to a new dimension of it.

Keywords: Bibliographic research. Theoretical model. Professional Knowledge.

Introdução

¹ Doutorando em Ensino pela Rede Nordeste de Ensino – RENOEN. Universidade Estadual da Paraíba – UEPB. Professor do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade de Pernambuco – UPE. E-mail: erick.carvalho@upe.br – ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7973-7313>.

² Doutora em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Professora do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal da Paraíba – UFPB. E-mail: rogeriaedumat@gmail.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4618-7213>.

Este texto apresenta um recorte de uma pesquisa em andamento em nível de doutorado do primeiro autor que tem como finalidade identificar e compreender indícios de mobilização do Quarteto do Conhecimento em práticas de professores que ensinam Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

O primeiro movimento da pesquisa foi a compreensão do embasamento teórico do Quarteto do Conhecimento e nele foi percebido que as ideias de Shulman (1986; 1987) serviram de base para que o professor e pesquisador Tim Rowland, da Universidade de Cambridge, e o seu grupo de colaboradores, apresentassem no início dos anos 2000, um modelo teórico para analisar as situações de ensino de Matemática, no qual professores formados e em formação inicial podem refletir sobre suas aulas.

Os estudos de Tim Rowland e seus colaboradores surgiram a partir do projeto intitulado *Subject Knowledge in Mathematics (SKIMA)*, envolvendo pesquisadores da Universidade de Cambridge, da Universidade de Londres e da Universidade de Iorque, localizadas no Reino Unido. Esse projeto teve como foco investigar os Conhecimentos do Conteúdo de Matemática e os Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, por professores estagiários do Ensino Fundamental e as formas como esses conhecimentos se tornam visíveis, tanto no planejamento quanto no momento de ensinar (Rowland; Huckstep; Thwaites, 2005; Rowland, 2013).

A partir das escritas de memória, das notas de campo e das gravações em vídeos, os pesquisadores codificaram e categorizaram os dados, agrupando aqueles de mesma natureza ou similar em quatro dimensões que constituem o Quarteto do Conhecimento, internacionalmente conhecido como *The Knowledge Quartet* – KQ.

O Quarteto do conhecimento reúne quatro dimensões amplas e ordenadas, denominadas: Fundamento; Transformação; Conexão; e Contingência. Elas são utilizadas para a análise e para a categorização dos conhecimentos e das crenças dos professores que ensinam Matemática, tendo cada dimensão subcategorias que são de mesma natureza ou de natureza semelhante, nomeadas de códigos contributivos (Quadro 1).

Quadro 1 - As dimensões e os códigos do KQ.

O Quarteto do Conhecimento	
Fundamento	<p>Conhecimento proposicional e crenças relativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • aos significados e descrições dos conceitos matemáticos relevantes e das relações entre eles; • aos múltiplos fatores que a investigação revelou serem significativos no ensino e na aprendizagem da matemática; • ao estatuto ontológico da Matemática e aos objetivos de a ensinar.



	Códigos: Adesão ao Livro Didático, Consciência do Propósito, Concentração nos Procedimentos, Identificação de Erros dos Alunos, Conhecimento Aberto do Assunto, Embasamento teórico da pedagogia, e Uso da Terminologia da Matemática.
Transformação	<p>Conhecimento na ação revelado na deliberação, na escolha, no planificar e no ensino. Os próprios significados e descrições do professor são transformados e apresentados de maneiras projetadas para permitir que os alunos aprendam. Essas formas incluem a utilização de analogias, de ilustrações, de explicações e de demonstrações.</p> <p>A escolha de exemplos feita pelo professor é especialmente visível:</p> <ul style="list-style-type: none">• para a elaboração de conceitos matemáticos e o domínio de procedimentos ou vocabulário essencial• para confrontar e resolver equívocos comuns;• para a justificação (por exemplificação genérica) ou refutação (por contraexemplo) de conjecturas matemáticas. <p>Códigos: Escolha de Exemplos, Escolha de Representações, Uso de Materiais e Demonstração do Professor.</p>
Conexão	<p>Conhecimento na ação revelado nas deliberações e nas escolhas realizadas no decorrer do planejamento e do ensino. No decorrer de uma aula ou ao longo de uma série de aulas, o professor unifica o tema e estabelece coerência no que diz respeito a:</p> <ul style="list-style-type: none">• conexões entre diferentes significados e descrições de conceitos específicos ou entre formas alternativas de representar conceitos e de executar procedimentos;• complexidade relativa e às exigências cognitivas dos conceitos e dos procedimentos matemáticos, através da forma como sequência os conteúdos. <p>Códigos: Antecipação da Complexidade; Decisões sobre Sequenciamento; Conexões entre Procedimentos; Conexões entre Conceitos; e Reconhecimento de Adequação Conceitual.</p>
Contingência	<p>Conhecimento em interação revelado pela habilidade do professor de “pensar no momento” e responder de forma apropriada às contribuições dos alunos durante um episódio de ensino. Ocasionalmente isto pode ser visto como a disponibilidade do professor para se desviar do planejado quando desenvolver no aluno uma contribuição inesperada:</p> <ul style="list-style-type: none">• pode ser de benefício para o aluno;• pode sugerir um caminho de investigação particularmente frutífero para outros alunos. <p>Códigos: Desvio da Agenda; Respostas às Ideias das Crianças, (In)disponibilidade de Recursos; e Visão do Professor.</p>

Fonte: Adaptado de Rowland, Huckstep e Thwaites (2005).

Como ponto de partida para essa revisão sistemática tivemos o trabalho de Gumiero e Pazuch (2020), que apresentou uma síntese de literatura do Quarteto do Conhecimento a partir de 16 artigos selecionados em bases de dados e após a leitura desse material, surgiram inquietações sobre o andamento das publicações envolvendo o KQ nos últimos anos. Com isso, tivemos como objetivo construir um panorama dos estudos que utilizaram o Quarteto do Conhecimento no período de 2019 até 2023 e, para esse propósito, tomamos como base cinco questões norteadoras:

1. *Como estão distribuídos, geograficamente, os estudos sobre o Quarteto do Conhecimento, de acordo com o local de publicação?*
2. *Quais os tipos de pesquisas encontradas nas publicações envolvendo o Quarteto do Conhecimento?*
3. *Em que ambiente foram aplicados os estudos envolvendo o Quarteto do Conhecimento?*
4. *Quais os instrumentos de produção de dados utilizados nesses estudos?*
5. *Quais as ampliações do Quarteto do Conhecimento presentes nos estudos?*

Os procedimentos adotados para a busca de respostas para essas questões e os resultados encontrados na literatura estão descritos nos tópicos seguintes.

Percurso metodológico

A revisão sistemática é caracterizada como uma etapa essencial da pesquisa acadêmica. Segundo Xiao e Watson (2019), para ter avanços no conhecimento é preciso tomar como base trabalhos anteriores, pois, “ao rever a literatura relevante, compreendemos a amplitude e profundidade do corpo de trabalho existente e identificamos lacunas a explorar” (Xiao; Watson, 2019, p.1).

Iniciamos a revisão sistemática por um levantamento dos trabalhos disponíveis na Internet, a partir de consultas em sites e bases de dados nacionais e internacionais, tais como: *Scielo*; *ERIC*; *APA PsycInfo*; *Web of Science*; *ScienceDirect*; e Portal de Periódicos CAPES. Essas bases foram escolhidas por possuírem um padrão de indexação de alta qualidade, com grande volume de publicações nas áreas de Educação e de Ensino e pelo reconhecimento no campo da pesquisa e no ambiente acadêmico.

A seleção dos materiais de pesquisa ocorreu no período de junho de 2023 a janeiro de 2024, tendo como descritores: Quarteto do Conhecimento; “Quarteto do Conhecimento”; “Quarteto do Conhecimento” na matemática; “Knowledge Quartet”; e “Knowledge Quartet” mathematics. Como refinamento e critério de inclusão, foram selecionadas as publicações no período de 2019 até 2023 e que tinham as palavras Quarteto do Conhecimento ou *Knowledge Quartet*, no título, no resumo e/ou nas palavras-chave³.

No total, foram localizados 68 artigos, dos quais, 44 foram encontrados em mais de

³ Em alguns momentos da busca foi observado que o uso das palavras Quarteto do Conhecimento ou *Knowledge Quartet* não eram suficientes para encontrar trabalhos voltados para a área de ensino de Matemática, sendo necessário fazer uma rápida leitura dos termos presentes em cada publicação encontrada.

uma base de dados, e com a exclusão das duplicidades restaram 24 artigos para serem analisados e categorizados de acordo com as questões propostas.

A organização dos dados aconteceu conforme aponta Ferreira (2002): no primeiro momento ocorreu um contato do pesquisador o estudo selecionado, tendo com finalidade a quantificação e a identificação dos dados bibliográficos; no segundo momento o pesquisador realizou uma leitura mais detalhada, buscando responder “além das perguntas quando, onde e quem produz pesquisas num determinado período e lugar, àquelas questões que se referem a *o quê* e *o como* dos trabalhos” (Ferreira, 2002, p.9).

A seguir, estão descritos e discutidos os dados extraídos dos artigos que estão apresentados em tópicos, seguindo a ordem das questões norteadoras.

Apresentação e descrição dos artigos

Conforme as orientações de Ferreira (2002), no primeiro momento foram feitas as identificações bibliográficas dos 24 artigos que estão presentes no Quadro 2, descritos a partir do título, dos nomes dos autores, do país onde foi publicado e do ano de publicação.

Quadro 2 - Artigos sobre KQ publicados de 2019 até 2023.

Título	Autor(es)	País da publicação	Ano
<i>Technology and the Knowledge Quartet.</i>	Greg Oates; Rosemary Callingham; Ian Hay; Kim Beswick; Seyum Getenet; e Damon Thomas.	Austrália	2019
<i>Lesson Plays as a Mirror on Prospective Teachers' Professional Knowledge for Mathematics Teaching.</i>	Heidi Dahl; Ole Enge; Torkel Haugan Hansen; e Anita Valenta.	Austrália	2019
<i>Pre-service mathematics teachers' use of the mathematics register.</i>	Ciara Lane; Niamh O'Meara; e Richard Walsh.	Austrália	2019
<i>Un estudio exploratorio sobre el conocimiento del maestro para guiar actividades de modelización matemática en Educación Primaria.</i>	Ruben Fuertes; e Lluís Albarracín.	Espanha	2019
<i>Prospective Mathematics Teachers' Choice and Use of Representations in Teaching Limit Concept.</i>	Semiha Kula Ünver; e Esra Bukova Güzel.	Turquia	2019
<i>Procesos de enseñanza de la función exponencial. Un acercamiento cualitativo.</i>	Carlos Armando Tarira Caice; Hugo Parra-Sandoval; e Mercedes Delgado González.	Equador	2020
<i>Knowledge Quartet: dimensões, pesquisas e reflexões sobre o</i>	Bárbara Silva Gumiero; e Vinícius Pazuch.	Brasil	2020



conhecimento profissional do professor que ensina matemática.			
<i>Reflexiones de futuros profesores en relación con situaciones contingentes en la sala de clases.</i>	Roberto Araneda Benítez; e Marco Uribe Santibáñez.	México	2020
<i>A Mathematics Teacher Educator's Feedback Affecting Teachers' Design of Hypothetical Learning Trajectories for Teaching Patterns.</i>	Melih Turgut; Dilek Tanışlı; e Nilüfer Köse.	Reino Unido	2021
<i>Teaching Interrelated Concepts of Fraction for Understanding and Teacher's Pedagogical Content Knowledge.</i>	Seyum Getenet; e Rosemary Callingham.	Holanda	2021
<i>Teachers Knowledge Mobilized in Geometry Lessons and Contingency Situations.</i>	Bárbara Silva Gumiero; e Vinícius Pazuch.	Reino Unido	2021
O Planejamento de Tarefas de Geometria e a Mobilização do Conhecimento Profissional Docente.	Bárbara Silva Gumiero; e Vinícius Pazuch.	Brasil	2021
<i>Surprises in the mathematics classroom: Some in-themoment responses of a primary teachers.</i>	Sumeyra Dogan Coskun; Mine Isiksal Bostan; e Tim Rowland.	Austrália	2021
<i>Analysing Senior Secondary Mathematics Teaching Using the Knowledge Quartet.</i>	Nicole Maher; Tracey Muir; e Helen Chick.	Holanda	2022
<i>Supporting Mathematics Pre-Service Teachers Reflection with 360degree Video and the Knowledge Quartet.</i>	Lisa O'Keeffe; e Bruce White.	Austrália	2022
<i>Comparison of Pre-service Elementary Teachers' Mathematical Knowledge in Teaching for Length Measurement: Turkey and the United States.</i>	Sumeyra Dogan Coskun; e Mine Isiksal Bostan.	Sérvia	2022
<i>Uso de las conexiones entre representaciones por parte del profesor en la construcción del lenguaje algebraico.</i>	Abraham de la Fuente Pérez; e Jordi Deulofeu Piquet.	Brasil	2022
<i>A critical exploration of student teacher's choice and use of representations in a challenging environment.</i>	Nkosinathi Mpalami; e Matshidiso Mirriam Moleko.	Reino Unido	2022
<i>The Pedagogical Manifestations: A Driver of Teachers' Practices in Teaching Algebraic Equations.</i>	End Salani; e Zingiswa Jojo.	Estados Unidos da América	2023
<i>Characterizing prospective secondary teachers' foundation and contingency knowledge for definitions of transformations.</i>	Yvonne Lai; Alyson E. Lischka; Jeremy F. Strayer; e Kingsley Adamoah.	Estados Unidos da América	2023



<i>Describing a teacher's pedagogical mathematical knowledge in STEM teaching.</i>	Seyum Getenet; Jill Fielding; Ian Hay; e Rosemary Callingham.	Holanda	2023
<i>Pre-Service Primary School Teachers' knowledge During Teaching Informal Statistical Inference.</i>	Arjen De Vetten; Ronald Keijzer; Judith Schoonenboom; e Bert Van Oers.	Holanda	2023
Conhecimentos geométricos mobilizados na prática do professor: <i>Knowledge Quartet</i> como ferramenta de análise.	Franciele da Silva; e Vinicius Pazuch.	México	2023
<i>Failing to Capitalise on Contingent Events: An Investigation into a Secondary Mathematics Teacher's Responses to Triggers of Contingency During the Teaching of Algebra.</i>	Julian Moodliar; e Deepa Gopal.	África do Sul	2023

Fonte: Elaborado pelos autores.

No segundo momento da organização dos dados, foi realizada a leitura dos resumos dos 24 artigos com a finalidade de construir uma breve descrição e obter mais detalhes sobre os estudos. Em alguns casos, foi necessária a leitura de outras partes das publicações para compreender os dados.

Discussão dos resultados

Os artigos dessa revisão sistemática foram analisados com foco nos nossos interesses de investigação e sistematizados conforme as questões norteadoras e as categorias que surgiram no decorrer das leituras.

Como estão distribuídos, geograficamente, os estudos sobre o Quarteto do Conhecimento, de acordo com o local de publicação?

Foi visto, anteriormente, no Quadro 2, que em 2019 foram publicados cinco artigos; no ano de 2020, três artigos; em 2021 e 2022, cinco publicações em cada ano; e em 2023, seis publicações. Reorganizando esses dados por continentes e países, tem-se uma distribuição geográfica entre a Europa, a América, a Oceania, a Ásia e a África, conforme o Quadro 3.

Quadro 3 – Distribuição dos artigos por países.

Continente	País	Quantidade
	Holanda	4

Europa	Reino Unido	3
	Sérvia	1
	Espanha	1
América	Brasil	3
	México	2
	Estados Unidos	2
	Equador	1
Oceania	Austrália	5
Ásia	Turquia ⁴	1
África	África do Sul	1

Fonte: Elaborado pelo autores.

Temos um destaque para a Europa, com nove artigos no total, sendo um na Espanha, três no Reino Unido, quatro na Holanda e um na Sérvia; a América, com oito artigos, com um no Equador, três no Brasil, dois no México e dois nos Estados Unidos da América; cinco na Oceania, todos publicados na Austrália; e nos continentes asiático e africano, uma publicação em cada.

Os resultados relativos à distribuição geográfica revelam as contribuições de pesquisadores de diferentes países para a pesquisa sobre Quarteto do Conhecimento, no entanto, o número de publicações não ultrapassou a quantidade de seis artigos por ano, numa dimensão mundial.

Em relação aos artigos publicados no Brasil no período de 2019-2023, tivemos apenas três publicações, uma em 2020, uma em 2021 e outra em 2022. É possível notar que os artigos publicados no Brasil nos anos de 2020 e 2021 foram escritos pelos mesmos autores, a profa Bárbara Silva Gumiero e o prof. Dr. Vinícius Pazuch, que atuam profissionalmente no estado de São Paulo. Já o artigo publicado em 2022, foi escrito pelo prof. Dr. Abraham de la Fuente Pérez e pelo prof. Dr. Jordi Deulofeu Piquet, e foi desenvolvido e aplicado na Espanha.

Além disso, vimos que os artigos de Gumiero e Pazuch (2021) e de Silva e Pazuch (2023) são frutos de dissertações desenvolvidas e aplicadas no estado de São Paulo – Brasil, com esses artigos publicados no Reino Unido e no México, respectivamente.

Quais os tipos de pesquisas encontradas nas publicações envolvendo o Quarteto do Conhecimento?

⁴ Neste artigo, a Turquia foi inserida na Ásia, mesmo sendo um país transcontinental - Ásia e Europa.

Foram explorados os resumos das publicações, tendo em vista as três grandes modalidades de pesquisa apresentadas por Fiorentini e Lorenzato (2006): a pesquisa bibliográfica; a pesquisa experimental; e a pesquisa naturalista ou de campo. A pesquisa bibliográfica é aquela que se faz a partir de documentos (conteúdos de ensino, dissertações, teses, cadernos de alunos, entre outros) “já publicados e que se apresentam estáveis no tempo e ricos como fonte de informação”.

Na pesquisa experimental, o pesquisador busca validar hipóteses e “tenta reproduzir um fenômeno para observá-lo sob controle”. E na pesquisa naturalista/campo, o pesquisador está inserido no ambiente de investigação onde o problema ou fenômeno ocorre, podendo fazer uso de entrevistas, questionários, observação participante, entre outros (Fiorentini e Lorenzato, 2006, p.104).

Dos 24 artigos selecionados, 23 apresentam características e procedimentos de uma pesquisa naturalista ou de campo, conforme Fiorentini e Lorenzato (2006). Apenas o trabalho de Gumiero e Pazuch (2020) apresenta uma síntese da literatura com 16 artigos envolvendo o Quarteto do Conhecimento, e se enquadra numa pesquisa do tipo bibliográfica.

Em que ambiente foram aplicados os estudos envolvendo o Quarteto do Conhecimento?

Quanto ao ambiente, levamos em consideração a descrição dos autores presentes nos resumos e no corpo do texto sobre a formação e sobre o nível de ensino dos participantes. A partir das nomenclaturas presentes nos artigos internacionais sobre o nível de ensino, foram realizadas consultas na internet e em artigos sobre Educação para compreender a divisão escolar em cada país e qual seria o nível correspondente aqui no Brasil. Entendemos que o Ensino Primário ou Escola Primária corresponde ao Ensino Fundamental e o Ensino Secundário refere-se ao Ensino Médio no sistema educacional brasileiro.

Após a leitura, os artigos foram divididos em dois grupos: Formação Continuada – professores em serviço (Ensino Fundamental e Ensino Médio) e Formação Inicial, conforme o Quadro 4.

Quadro 4 – Participantes do contexto das pesquisas.

Formação/Níveis de Ensino		Artigos	
		Anos Iniciais	Fuertes e Albarracín (2019)
			Coskun, Bostan e Rowland (2021)
			Mpalami e Moleko (2022)
			Getenet <i>et al.</i> (2023)
			Getenet e Callingham (2021)

Formação Continuada (professores em serviço)	Ensino Fundamental	Anos Finais	Gumiero e Pazuch (2021a)
			Gumiero e Pazuch (2021b)
			Salani e Jojo (2023)
			Silva e Pazuch (2023)
			Moodliar e Gopal (2023)
	Ensino Médio		Oates <i>et al.</i> (2019)
			Caice, Sandoval e González (2020)
			Turgut, Tanisli e Köse (2021)
			Maher, Muir e Chick (2022)
			Pérez e Piquet (2022)
Formação Inicial			Dahl <i>et al.</i> (2019)
			Lane, O'Meara e Walsh (2019)
			Ünver e Güzel (2019)
			Benítez e Santibáñez (2020)
			O'Keeffe e White (2022)
			Coskun e Bostan (2022)
			Lai, Lischka e Strayer (2023)
			Vetten <i>et al.</i> (2023)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Dos 23 artigos analisados, 15 foram desenvolvidos com professores formados e que lecionam em escolas, ou seja, relativos aos processos de formação continuada, consequentemente, oito artigos tiveram como público, os professores que estavam em processo de formação inicial.

Na Formação Continuada foi percebido que a maior quantidade de artigos foi desenvolvida nas aulas dos professores que estavam lecionando para alunos dos anos finais do Ensino Fundamental e o menor número de artigos está nos anos iniciais do Ensino Fundamental e com investigações realizadas na Espanha, na Austrália, no Reino Unido e na Holanda.

Quais os instrumentos de produção de dados utilizados nesses estudos?

Para identificar os instrumentos utilizados para a produção de dados, foco da questão 4, foram analisados os resumos e a metodologia dos 23 artigos identificados como pesquisas naturalistas ou de campo. Nesses materiais foram encontrados seis tipos de instrumentos tais como: gravações em áudio e vídeo; entrevistas; questionários (testes); observações (notas de campo); análise de textos (planos de aula ou materiais produzidos pelos alunos); e encontros de reflexão.

A linha “Questionário” do Quadro 5 refere-se ao uso de teste, pré-teste e/ou pós-teste; na linha “Observação” estão as publicações que utilizaram anotações e/ou notas de campo durante as aulas; e na linha “Análise de textos” estão os artigos que analisaram os materiais

produzidos pelos alunos e/ou os planos de aula elaborados pelos professores.

Quadro 5 - Instrumentos de produção de dados.

Instrumentos	Artigos
Áudio e vídeo	Oates <i>et al.</i> (2019); Lane, O'Meara e Walsh (2019); Fuertes e Albarracín (2019); Ünver e Güzel (2019); Caice, Sandoval e González (2020); Benítez e Santibáñez (2020); Turgut, Tanisli e Köse (2021); Getenet e Callingham (2021); Gumiero e Pazuch (2021a); Gumiero e Pazuch (2021b); Coskun, Bostan e Rowland (2021); Maher, Muir e Chick (2022); O'Keeffe e White (2022); Pérez e Piquet (2022); Getenet <i>et al.</i> (2023); Vetten <i>et al.</i> (2023); Silva e Pazuch (2023); Moodliar e Gopal (2023).
Entrevista	Oates <i>et al.</i> (2019); Lane, O'Meara e Walsh (2019); Ünver e Güzel (2019); Benítez e Santibáñez (2020); Getenet e Callingham (2021); Coskun, Bostan e Rowland (2021); Maher, Muir e Chick (2022); Salani e Jojo (2023); Lai, Lischka e Strayer (2023); Vetten <i>et al.</i> (2023); Moodliar e Gopal (2023).
Questionário	Coskun e Bostan (2022).
Observação	Oates <i>et al.</i> (2019); Lane, O'Meara e Walsh (2019); Fuertes e Albarracín (2019); Ünver e Güzel (2019); Caice, Sandoval e González (2020); Benítez e Santibáñez (2020); Turgut, Tanisli e Köse (2021); Getenet e Callingham (2021); Coskun, Bostan e Rowland (2021); Maher, Muir e Chick (2022); Mpalami e Moleko (2022); Salani e Jojo (2023); Getenet <i>et al.</i> (2023); Vetten <i>et al.</i> (2023).
Análise de textos	Dahl <i>et al.</i> (2019); Ünver e Güzel (2019); Turgut, Tanisli e Köse (2021); Salani e Jojo (2023); Getenet <i>et al.</i> (2023); Vetten <i>et al.</i> (2023).
Encontros de reflexão	Gumiero e Pazuch (2021a); Gumiero e Pazuch (2021b); O'Keeffe e White (2022); Mpalami e Moleko (2022).

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os instrumentos mais utilizados para a produção de dados foram as gravações em áudio e vídeo, encontrados em 18 artigos; e as observações, presentes em 14 publicações, a partir das notas de campo e das anotações. O instrumento menos utilizado foi o Questionário (teste, pré-teste e/ou pós-teste), presente apenas em Coskun e Bostan (2022), que buscou comparar os conhecimentos voltados para as dimensões Fundamento e Transformação do KQ de professores da Turquia e dos Estados Unidos.

Quais as ampliações do Quarteto do Conhecimento presentes nos estudos?

Neste tópico estão os resultados para o questionamento 5, sobretudo os voltados para as alterações e para os acréscimos de códigos no modelo teórico do Quarteto do Conhecimento.

Em Gumiero e Pazuch (2021a), a dimensão Contingência não contempla a situação relacionada às dificuldades dos alunos, e a partir daí, esses autores indicam uma inclusão e reorganização para inserir nos fatores desencadeares de contingência o item: Respondendo às dificuldades dos alunos (responde imediatamente, proporciona dicas ou faz perguntas).

Segundo Gumiero e Pazuch (2021a), é preciso reconhecer “o KQ como uma ferramenta de análise teórica ainda em desenvolvimento, sabemos que outros fatores podem ser identificados a partir de novas pesquisas” (Gumiero; Pazuch, 2021a, p.13 - tradução nossa).

Em Pérez e Piquet (2022) há um apontamento para a inclusão de um novo código na dimensão Conexão, denominado “Conexões entre representações⁵”, o qual foi sugerido após as observações e análises de três situações da prática de um professor. Para esses autores, é importante que as implementações em sala de aula ofereçam oportunidades para os alunos conectarem o que estão aprendendo com o que já sabem, facilitando o processo de (re)construção da aprendizagem (Pérez; Piquet, 2022).

Salani e Jojo (2023) recomendam a inserção de uma nova dimensão intitulada “Planejamento Colaborativo Reflexivo e Ensino e Aprendizagem”, consequentemente, modificando o nome *Knowledge Quartet* para *Penta-Knowledge*. Segundo Salani e Jojo (2023, tradução nossa), esse modelo iria “permitir que os professores colaborem com seus pares desde a fase de planejamento até a entrega na aula”.

Já os estudos de Lai, Lischka e Strayer (2023) apresentam como principal resultado uma estrutura derivada do KQ, que combina as dimensões Fundamento e Contingência com os indicadores “alto” e “baixo”, criando quatro categorias (Fundamento – conhecimento Alto, conhecimento Baixo; Contingência – conhecimento Alto, conhecimento Baixo) para determinar os conhecimentos matemáticos do professor nessas duas dimensões.

Considerações finais

O processo de desenvolvimento dessa revisão sistemática de literatura possibilitou construir um panorama dos estudos voltados para essa temática no período de 2019 até 2023 e foi a partir dos artigos encontrados nas bases de dados nacionais e internacionais que encontramos resultados para as cinco questões norteadoras.

Os resultados apontaram que o número de artigos sobre o Quarteto do Conhecimento ainda é reduzido no cenário acadêmico. No geral foram encontrados apenas 24 artigos publicados em 11 países, geograficamente, vimos que a Austrália e a Holanda foram os países que mais apresentaram publicações sobre o KQ nos últimos cinco anos. No Brasil foram identificados apenas três artigos, sendo dois de autores brasileiros e outro desenvolvido e

⁵ Esse código é percebido quando o professor ajuda os alunos no entendimento das representações para construir a linguagem matemática.

aplicado na Espanha, mas publicado em uma revista brasileira.

Essa revisão revelou que quase todos os artigos analisados apresentam aspectos de uma pesquisa naturalista ou de campo, tendo a sala de aula como cenário de investigação, com as gravações em áudio/vídeo e as observações como os principais instrumentos para a produção de dados. Foi encontrado apenas um artigo com características de uma pesquisa bibliográfica, voltado para uma síntese da literatura sobre o Quarteto do Conhecimento.

Além disso, vimos que as salas de aula dos anos iniciais do Ensino Fundamental foram os locais menos explorados e que nenhum desses artigos foi desenvolvido no Brasil, ou ainda, na América, já que as quatro publicações que tiveram esses participantes estavam no grupo da Europa ou da Oceania.

No tópico sobre o avanço das pesquisas acerca do Quarteto do Conhecimento, os resultados presentes nos artigos sugeriram a inclusão de novos códigos e até de uma nova dimensão no KQ, evidenciando que esse modelo teórico está sujeito às adequações, de acordo com o contexto aplicado e das propostas de investigação, por se tratar de um modelo teórico relativamente novo.

Esses resultados também apontam que as informações, os conhecimentos e as pesquisas sobre o Quarteto do Conhecimento possuem uma baixa disseminação nos meios de comunicação científica, em revistas e periódicos acadêmicos. Diante dos dados descritos, da quantidade de publicações encontradas e da relevância do Quarteto do Conhecimento para a formação de professores e, como consequência, para a construção do conhecimento matemático, acreditamos que essa temática necessita de mais atenção e de mais pesquisas relacionando a prática do professor e o Quarteto do Conhecimento aplicado nos diferentes níveis de ensino e explorando diferentes tendências da Educação Matemática, como a Resolução de Problemas, a Modelagem Matemática, a Etnomatemática, entre outras. Compreendemos que este é um desafio para os professores e para os pesquisadores interessados em explorar o tema.

Referências

BENITEZ, R. A.; SANTIBANEZ, M. U. Reflexiones de futuros profesores en relación con situaciones contingentes en la sala de clases. **Educación matemática**, Ciudad de México, v. 32, n. 3, p. 178-208, 2020. <https://doi.org/10.24844/em3203.07>

CAICE, C. A. T.; SANDOVAL, H. P.; GONZÁLEZ, M. D. Procesos de enseñanza de la función exponencial. Un acercamiento cualitativo. **Revista Científica UISRAEL**, [S. l.], v. 7,

COSKUN, S. D.; BOSTAN, M. I. Comparison of Pre-service Elementary Teachers' Mathematical Knowledge in Teaching for Length Measurement: Turkey and the United States. **Pedagogical Research**, [s.l.], v. 7, n. 1, 2022.

COSKUN, S. D.; BOSTAN, M. I.; ROWLAND, T. Surprises in the mathematics classroom: Some in-themoment responses of a primary teacher. **Mathematics Teacher Education and Development**, Turkey, v. 23, n.1, p. 91-112, 2021.

DAHL, H.; ENGE, O.; HANSEN, T. H.; VALENTA, A. Lesson plays as a mirror on prospective teachers' professional knowledge for mathematics teaching. **Mathematics Teacher Education and Development**, Australia, v. 21, n. 1, p. 82-99, 2019.

FERREIRA, N. S. D. A. As Pesquisas denominadas "Estado da Arte". **Educação & Sociedade**, Campinas, v. XXIII, n. 79, 2002.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em Educação Matemática**: percursos teóricos e metodológicos. Campinas: Autores Associados, 2006.

FUERTES, R.; ALBARRACÍN, L. Un estudio exploratorio sobre el conocimiento del maestro para guiar actividades de modelización matemática en Educación Primaria. **Modelling in Science Education and Learning**, Universitat Politècnica de València, v. 12, n. 2, 2019. <https://doi.org/10.4995/msel.2019.10977>

GETENET, S.; CALLINGHAM, R. Teaching Interrelated Concepts of Fraction for Understanding and Teacher's Pedagogical Content Knowledge. **Mathematics Education Research Journal**, [s.l.], n. 33, p. 201–221, 2021. <https://doi.org/10.1007/s13394-019-00275-0>

GETENET, S.; FIELDING, J.; HAY, I.; CALLINGHAM, R. Describing a teacher's pedagogical mathematical knowledge in STEM teaching. **Mathematics Education Research Journal**, 2023. <https://doi.org/10.1007/s13394-023-00480-y>

GUMIERO, B. S.; PAZUCH, V. Knowledge Quartet: dimensões, pesquisas e reflexões sobre o conhecimento profissional do professor que ensina matemática. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v.34, n.66, 2020, p. 268-293. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n66a13>

GUMIERO, B. S.; PAZUCH, V. Teachers Knowledge Mobilized in Geometry Lessons and Contingency Situations. **International Electronic Journal of Mathematics Education**, London, v. 16, n. 1, 2021a.

GUMIERO, B. S.; PAZUCH, V. O Planejamento de Tarefas de Geometria e a Mobilização do Conhecimento Profissional Docente. **Ciência & Tecnologia**, Bauru – SP, v. 27, p. 1-16, 2021b. <https://doi.org/10.1590/1516-731320210025>

LAI, Y.; LISCHKA, A. E.; STRAYER, J. F.; ADAMOAH, K. Characterizing prospective secondary teachers' foundation and contingency knowledge for definitions of transformations. **The Journal of Mathematical Behavior**, [s.l.], v. 70, p. 1-177, 2023.

<https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2022.101030>

LANE, C.; O'MEARA, N.; WALSH, R. Pre-service mathematics teachers' use of the mathematics register. **Issues in Educational Research**, Australia, v. 29, n.3, p.790-806, 2019.

MAHER, N.; MUIR, T.; CHICK, H. Analysing senior secondary mathematics teaching using the Knowledge Quartet. **Educational Studies in Mathematics**, [s.l.], v. 110, n. 2, p. 233–249, 2022. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10125-1>

MOODLIAR, J.; GOPAL, D. Failing to capitalise on contingente events: an investigation into a secondary mathematics teacher's responses to triggers of contingency during the teaching of Algebra. **Africa Education Review**, [s.l.], v.18, n. 5-6, p. 91-112, 2023. <https://doi.org/10.1080/18146627.2022.2157742>

MPALAMI, N.; MOLEKO, M. M. A critical exploration of student teacher's choice and use of representations in a challenging environment. **Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, [s.l.], v. 18, n. 11, 2022. <https://doi.org/10.29333/ejmste/12516>

OATES, G.; CALLINGHAM, R.; GETENET, S.; HAY, I.; BESWICK, K.; THOMAS, D. Technology and the Knowledge Quartet. **Proceedings of the 42nd annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia**, Australia, 30 June – 4 July, p. 532-539, 2019.

O'KEEFFE, L.; WHITE, B. Supporting mathematics pre-service teachers reflection with 360degree video and the Knowledge Quartet. **Australian Journal of Teacher Education**, [s.l.], v. 47, n.3, 2022. <https://doi.org/10.14221/ajte.2022v47n3.4>

PÉREZ, A. DE. LA F.; PIQUET, J. D. Uso de las conexiones entre representaciones por parte del profesor en la construcción del lenguaje algebraico. **Bolema**, Rio Claro - SP, v. 36, n. 72, p. 389-410, abr. 2022. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v36n72a17>

ROWLAND, T. The knowledge quartet: the genesis and application of a framework for analysing mathematics teaching and deepening teachers' mathematics knowledge. **SISYPHUS. journal of education**. v.1, issue 3, 2013, p. 15-43. <https://doi.org/10.25749/sis.3705>

ROWLAND, T.; HUCKSTEP, P.; THWAITES, A. Elementary teachers' mathematics Subject knowledge: the Knowledge Quartet and the case of Naomi. **Journal of Mathematics Teacher Education**, [s.l.], v. 8, n. 3, p.255-281, 2005. <https://doi.org/10.1007/s10857-005-0853-5>

SALANI, E.; JOJO, Z. The Pedagogical manifestations: A driver of teachers' practices in teaching Algebraico equations. **European Journal of Educational Research**, [s.l.], v. 12, n. 1, p. 15-28, 2023. <http://dx.doi.org/10.12973/eu-jer.12.1.15>

SHULMAN, L. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**, Cambridge, US, v. 57, n. 1, p. 1-22, 1987.

SHULMAN, L. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, Washington, US, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SILVA, F.; PAZUCH, V. Conhecimentos geométricos mobilizados na prática do professor: knowledge quartet como ferramenta de análise. **Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa**, [s.l.], v. 26, n.1, p. 47-80, 2023.
<https://doi.org/10.12802/relime.23.2612>

TURGUT, M.; TANISLI, D.; KÖSE, N. A mathematics teacher educator's feedback affecting teachers' design of hypothetical learning trajectories for teaching patterns. **International Journal for Mathematics Teaching and Learning**, United Kingdom, v. 22, n. 2, p. 33-54, 2021. <http://dx.doi.org/10.4256/ijmtl.v22i2.382>

UNVER, S. K.; GUZEL, E. B. Prospective mathematics teachers' choice and use of representations in teaching limit concept. **International Journal of Research in Education and Science**, Turkey, v. 5, n. 1, p. 134-156, 2019.

VETTEN, A.; KEIJZER, R.; SCHOONENBOOM, J.; OERS, B. V. Pre-service primary school teachers' knowledge during informal statistical inference. **Statistics Education Research Journal**, [s.l.], v. 22, n. 2, p. 639–661, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10857-018-9403-9>

XIAO, Y.; WATSON, M. Guidance in Conducting a Systematic Literature Review. **Journal of Planning Education and Research**, v.39, p.93-112, 2019.
<https://doi.org/10.1177/0739456X17723971>