


## Reflexões epistemológicas do modelo de conhecimento especializado de professores: Ensino de química em foco

 <https://doi.org/10.56238/sevened2024.003-041>

### Susel Taís Soares

Mestre em Ensino e Professora de Química  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de  
Mato Grosso (IFMT), Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.  
E-mail: susel.soares@ifmt.edu.br  
ORCID: 0000-0003-4681-968X

E-mail: profa.larissadantas@gmail.com  
ORCID iD: 0000-0002-5616-8000

### Abner Eliezer Lourenço

Mestre em Ciências Odontológicas Integradas e  
Doutorando em Educação  
Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT  
E-mail: abnereliezer@gmail.com  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3532-3905>

### Karla Katherine Nascimento Calcanhoto

Mestre em Ecologia e Conservação da Biodiversidade e  
Doutoranda em Educação  
Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT  
E-mail: karlascalcanhoto1@gmail.com  
ORCID: 0000-0001-8658-4905

### Marcel Thiago Damasceno Ribeiro

Pós doutor em Educação em Ciências e Matemática  
Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT  
E-mail: marcel.ribeiro@ufmt.br  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6404-2232>

### Larissa Kely Dantas

Mestre em Educação e Professora de Química  
Colégio Salesiano São Gonçalo (CSSG)

## RESUMO

O modelo teórico Mathematics Teacher's Specialized Knowledge (MTSK), que corresponde ao Conhecimento Especializado de Professores de Matemática, tem sido não somente o referencial teórico em pesquisas de ensino e aprendizagem de Matemática, mas também, devido sua especialização, como modelo de referência para outras áreas de conhecimento, como a Física, Química, Biologia, Português, História, entre outras. O objetivo deste artigo é debater a utilização do modelo teórico MTSK como referencial teórico na proposta de modelos para outras áreas de conhecimentos como a Química, baseado na epistemologia dessas duas ciências. Como método assume-se a pesquisa qualitativa, e sua classificação em relação aos objetivos a abordagem explicativa e em relação aos procedimentos técnicos a abordagem bibliográfica. Desta forma, o desenvolvimento do artigo se inicia com apresentação do modelo teórico da Matemática, incluindo a visão epistemológica atribuída pelos pesquisadores na proposição deste modelo. Posteriormente, apresenta-se o modelo do Conhecimento Especializado de Professores de Química (CTSK) proposto a partir do MTSK. Por fim, finaliza-se com a visão epistemológica que possibilitou esta transposição entre os modelos sem perder o caráter especializado para ambas as áreas.

**Palavras-chave:** Conhecimento de Professores, Ensino de Química, Modelo Teórico, Bachelard.

## 1 INTRODUÇÃO

Na década de 80, as publicações de Shulman (1986, 1987) sobre o *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, foi um importante marco para a educação, o modelo contribuiu na determinação do conhecimento profissional, apresentando aspectos educacionais capazes de contribuir para a aprendizagem dos estudantes, por meio de sete categorias base do conhecimento (Conhecimento do Conteúdo; Conhecimento Pedagógico Geral; Conhecimento Curricular; Conhecimento Pedagógico do Conteúdo; Conhecimento dos Estudantes e suas Características; Conhecimento dos Contextos Educativos, e; Conhecimento dos Fins, Propósitos e Valores Educacionais, e seus Fundamentos Filosóficos e Históricos).

Após 27 anos da primeira publicação do PCK, um levantamento apontou que a área da Matemática possuía o maior destaque de publicações com o PCK sendo 739 trabalhos publicados, em ordem decrescente de áreas investigadas depois surgiam Ciências com 607 trabalhos, a Química com 154, Física 111, Biologia 83 e Ambiental 24, e Astronomia 19, respectivamente (Goes, 2014).

No decorrer deste período, houve a publicação do modelo Conhecimento Matemático para o Ensino, *Mathematics Knowledge for Teaching* (MTK) de (Ball; Thames; Phelps, 2008), com estudos realizados a partir do PCK e que, devido a lacunas encontradas no modelo, possibilitou a proposta de um modelo teórico denominado como Conhecimento Especializado de Professores de Matemática, *Mathematics Teacher's Specialized Knowledge* (MTSK) pela Rede Iberoamericana MTSK (Carrillo *et al.*, 2014; Carrillo *et al.*, 2018).

Desta forma, o objetivo geral deste artigo é explicitar uma discussão acerca da utilização do modelo teórico Conhecimento Especializado de Professores de Matemática (MTSK) como referencial teórico na proposta de modelos para outras áreas de conhecimento como a Química. Os objetivos específicos destaca-se pesquisar na literatura a diferença das Ciências, Matemática e Química; analisar a visão epistemológica de Bachelard sobre os diferentes tipos de conhecimentos, e; verificar se houve perda do carácter especializado em ambos os modelos. Neste sentido, como método da pesquisa assume-se a pesquisa qualitativa, e sua classificação em relação aos objetivos a abordagem explicativa e em relação aos procedimentos técnicos, a abordagem bibliográfica. O tratamento dos resultados foi expresso através da interpretação e confronto sistemático na transposição do modelo de Conhecimento Especializado de Professores da Matemática para a Química, com base nos argumentos de Bardin (1995), ou seja, obedecendo as fases de pré-análise do material de análise, a exploração deste material com a classificação e, posteriormente, interpretação dos dados e confronto sistemático.

A seguir, apresenta-se o modelo teórico da Matemática e da base epistemológica atribuída pelos pesquisadores da Rede Iberoamericana MTSK, no segundo momento, destaca-se o modelo do Conhecimento Especializado de Professores de Química (CTSK)<sup>1</sup> que foi proposto tendo como

---

<sup>1</sup> Chemistry Teacher's Specialized Knowledge.

referencial teórico base o MTSK. Em suma, o artigo apresentará a visão epistemológica entre a Matemática e a Química para justificar a possibilidade de utilizar o MTSK como base teórica na proposta do modelo para a área da Química.

## 2 CONHECIMENTO ESPECIALIZADO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

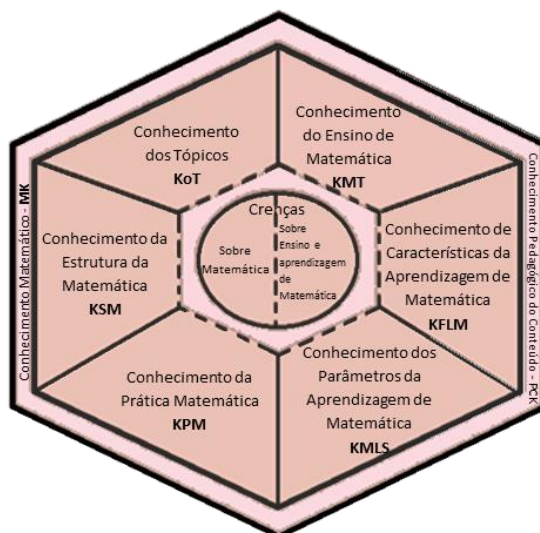
Na década de 90, iniciaram-se as pesquisas com a Educação Matemática na Universidade de Huelva com foco no ensino e aprendizagem, na resolução de problemas e na compreensão dos conhecimentos dos professores de Matemática (Carrillo *et al.*, 2022), tendo como base a linha de pesquisa apresentada por Shulman (1986, 1987) na década de 80, com aplicação do modelo do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), e posteriormente, trabalhando com o modelo desenvolvido exclusivamente para a área da Matemática, sendo o Conhecimento Matemático para o Ensino, *Mathematics Knowledge for Teaching* (MTK) de (Ball; Thames; Phelps, 2008)..

Entretanto, devido a lacunas, por exemplo, na caracterização de subdomínios por meio de ações e não de conhecimento docente, identificadas anos mais tarde com os modelos trabalhados até aquele momento, houve-se então a primeira proposta do modelo teórico especializado para professores que foi denominado de Conhecimento Especializado de Professores de Matemática, *Mathematics Teacher's Specialized Knowledge* (MTSK) de (Carrillo *et al.*, 2014). O MTSK é um modelo teórico que permite descrever o conjunto de conhecimentos especializados fundamentais para ensinar determinado conteúdo de Matemática (Carrillo *et al.*, 2014; Moriel Juniore Wielewski, 2017; Carrillo *et al.*, 2018).

O modelo do Conhecimento Especializado de Professores de Matemática está dividido em três domínios, de modo que cada domínio possui seus subdomínios e cada subdomínio pode ainda ser dividido ou não, em categorias (Carrillo *et al.*, 2018).

O domínio Conhecimento Matemático (MK) e o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) possuem três subdomínios cada. Sendo o MK com: i) o Conhecimento dos Tópicos (KoT), ii) Conhecimento da Estrutura da Matemática (KSM), e, iii) Conhecimento da Prática Matemática (KPM). Já o domínio PCK, com i) Conhecimento do Ensino de Matemática (KMT), ii) Conhecimento das Características de Aprendizagem de Matemática (KFLM) e, iii) o Conhecimento dos Parâmetros da Aprendizagem de Matemática (KMLS), respectivamente. O domínio das Crenças, que está localizado ao centro do modelo, visa demonstrar que permeia todos os conhecimentos dos outros domínios e está dividido em crenças sobre a Matemática e sobre o ensino e aprendizagem de Matemática, conforme a figura 1 (Carrillo *et al.*, 2018).

Figura 1 – Modelo MTSK.



Fonte: Carrillo *et al.* (2014, tradução nossa).

As categorias são divisões dos subdomínios e estão presentes até o momento, apenas nos subdomínios referentes aos domínios do Conhecimento Matemático e do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, ressaltando que não são todos os subdomínios que possuem categorias e não há regras do número de categorias que cada subdomínio pode possuir, trata-se do resultado de pesquisa proposta até o momento, conforme Quadro 1 (Carrillo *et al.*, 2018).

Quadro 1 – Modelo MTSK com definição de subdomínios e categorias

Domínios	Subdomínios	Categorias
Conhecimento Matemático	KoT – Conhecimento de Tópicos Matemáticos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Procedimentos (Como fazer? Quando fazer? Por que é feito por este caminho? Características do resultado)</li> <li>2. Definições, propriedades e fundamentos</li> <li>3. Registro de representação</li> <li>4. Fenomenologia e aplicações</li> </ol>
	KSM – Conhecimento da Estrutura da Matemática	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conexões baseadas na simplificação</li> <li>2. Conexões baseadas na complexidade</li> <li>3. Conexões auxiliares</li> <li>4. Conexões transversais</li> </ol>
	KPM – Conhecimento da Prática Matemática	-
Conhecimento Pedagógico do Conteúdo	KMT – Conhecimento do Ensino de Matemática	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Teorias de ensinar matemática</li> <li>2. Recursos didáticos (físicos e digitais)</li> <li>3. Estratégias, técnicas, tarefas e exemplos</li> </ol>
	KFLM – Conhecimento das Características de Aprendizagem de Matemática	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Teorias de aprendizagem matemática</li> <li>2. Pontos fortes e dificuldades em aprender matemática</li> <li>3. Formas de interação dos alunos com um conteúdo matemático</li> <li>4. Perspectiva de interesse de aprender matemática</li> </ol>
	KMLS – Conhecimento dos Parâmetros da Aprendizagem de Matemática	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Expectativa de aprendizagem</li> <li>2. Expectativa do nível de desenvolvimento conceitual ou procedimental</li> <li>3. Sequência dos tópicos</li> </ol>

Fonte: Carrillo *et al.*, (2018, tradução nossa).

A Rede Iberoamericana MTSK atualmente coordenada pela Professora Dra. Núria Climent, mas anteriormente coordenada pelo Professor Dr. José Carrillo, ao propor o modelo teórico sobre o Conhecimento Especializado de Professores de Matemática consideraram importante apresentar a visão epistemológica para uma melhor compreensão da complexidade Matemática, dos limites e ambiguidades da mesma, não apenas analisando o que a literatura apresenta, mas aprofundando no sentido de entender o “porquê” (Carrillo *et al.*, 2014). De modo que a consideração de especializado refere-se a um estilo de conhecimento, não tendo como foco a soma das partes de conhecimento, nem “o que” o professor sabe, mas com foco em “como” o conhecimento existe para o professor de Matemática no sentido de um “todo” e suas interações dinâmicas e complexas na construção do conhecimento do professor de Matemática, desconsiderando quaisquer tipos de fragmentações de conhecimento Matemático, uma vez que tais fragmentações impossibilitariam interações de conhecimentos e complexidade (Scheiner *et al.*, 2017).

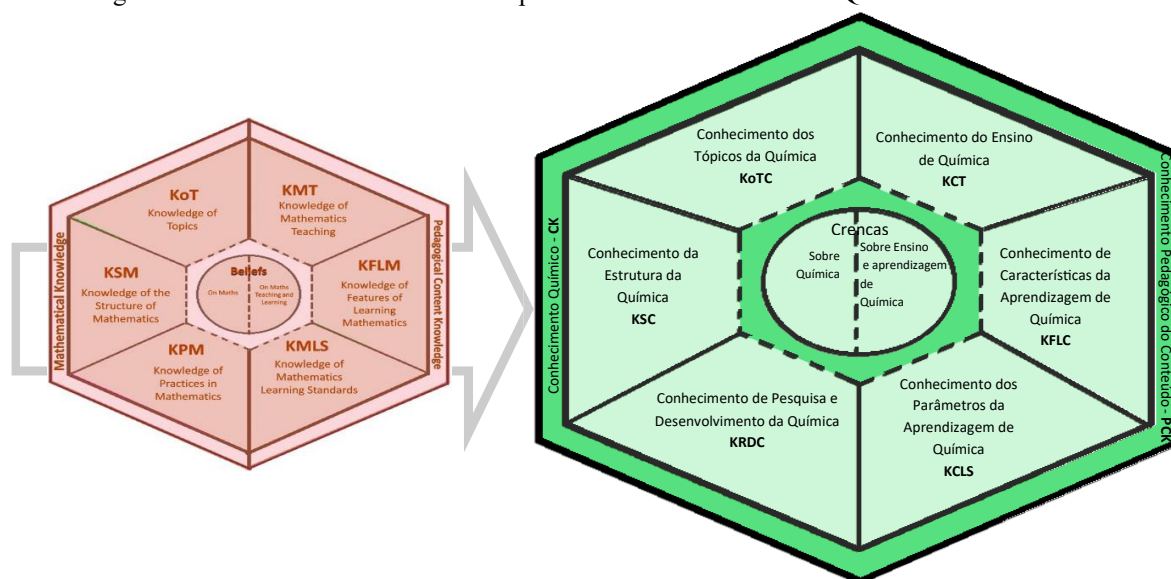
O modelo Conhecimento Especializado de Professores de Matemática (MTSK), de modo geral, possui uma visão epistemológica socio construtivista, na qual os autores consideram a construção do conhecimento, as crenças existentes não somente nas atividades intelectuais, mas também pessoais e sociais, como sendo importantes para interações e o desenvolvimento humano. Quando considerado o foco pedagógico e o conhecimento especializado de um professor da área Matemática não é diferente, é considerável não apenas o professor em si, mas todo contexto ao qual está inserido e que não há possibilidade de desconsiderá-lo, uma vez que existe influência psicológica, cultural, social, interesses pessoais, entre outras questões consideráveis (Carrillo *et al.*, 2014).

### **3 CONHECIMENTO ESPECIALIZADO DE PROFESSORES DE QUÍMICA**

O modelo teórico Conhecimento Especializado de Professores de Matemática (Carrillo *et al.*, 2014), nos últimos anos, tem sido referência em pesquisas nas áreas da Biologia (Marques, 2020; Luís; Carrillo, 2020; Luís; Carrillo; Rocha, 2021), da Física (Lima, 2018), da Química (Soares, 2019; Martins; Carbo; Soares, 2021; Floriano, 2021), e Língua Portuguesa (Moreira; Silva; Evangelista, 2020).

Na área da Química teve-se a proposta de um modelo de Conhecimento Especializado de Professores de Química, *Chemistry Teacher's Specialized Knowledge* (CTSK), na qual a literatura relata que foi mantida a padronização na língua inglesa das nomenclaturas, vislumbrando a internacionalização do modelo, conforme no MTSK. O modelo atual possui formato hexagonal, com domínios, subdomínios e as crenças que permeiam os conhecimentos de todo o modelo (Soares, 2019; Soares *et al.*, 2020) (Figura 2).

Figura 2 – Modelo do Conhecimento Especializado de Professores de Química com base teórica no MTSK



Fonte: Carrillo *et al.*, (2018, p.6); Soares (2019, p. 77, adaptação).

O modelo CTSK (Quadro 2) possui o domínio Conhecimento da Química (CK), o qual possui os subdomínios: i) Conhecimento dos Tópicos da Química (KoTC), que engloba conhecimentos referentes à teorias, conceitos, definições, modelos, fórmulas, representações, experimentação, aplicações, história da Química etc; ii) Conhecimento da Estrutura da Química (KSC), referente ao conhecimento da estrutura da Química e o conhecimento da conexão entre diferentes conceitos, seja por complexidade, conexões transversal, auxiliar, experimental, de aplicabilidade, simplificação e/ou representação; e iii) o Conhecimento de Pesquisa e Desenvolvimento da Química (KRDC) que contempla o conhecimento do docente de Química quanto ao desenvolvimento investigativo da área ao gerar novos conhecimentos (Soares, 2019; Soares *et al.*, 2020).

O segundo domínio é chamado de Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK), este domínio possui também três subdomínios: i) Conhecimento do Ensino de Química (KCT) referente ao conhecimento do docente de Química quanto à utilização de determinados recursos, estratégias e/ou potencialidade de determinada atividade para determinado conteúdo de Química; ii) Conhecimento das Características de Aprendizagem da Química (KFLC) que refere-se ao conhecimento do docente de Química sobre o processo de assimilação, interesses, erros e/ou dificuldades de um conteúdo de Química; iii) Conhecimento dos Parâmetros da Aprendizagem de Química (KCLS) que contempla os conhecimentos do docente de Química quanto aos parâmetros curriculares (Soares, 2019; Soares *et al.*, 2020).

Quadro 2 – Modelo CTSK com domínios e subdomínios mantendo as siglas em inglês

Domínios	Subdomínios
Conhecimento Químico	KoTC – Conhecimento de Tópicos da Química
	KSC – Conhecimento da Estrutura da Química
	KRDC – Conhecimento de Pesquisa e Desenvolvimento da Química
Conhecimento Pedagógico do Conteúdo	KCT – Conhecimento do Ensino de Química
	KFLC – Conhecimento das Características de Aprendizagem de Química
	KCLS – Conhecimento dos Parâmetros da Aprendizagem de Química

Fonte: Soares (2019).

#### 4 REFLEXÕES EPISTEMOLÓGICAS ENTRE A MATEMÁTICA E A QUÍMICA

Analisando os conhecimentos epistemológicos é possível destacar na área da Matemática a importância de Pitágoras, mesmo no século VI a.C., para a evolução desta ciência, ele proporcionou contribuições significativas para a área uma vez que propôs conceitos importantes não apenas no quesito numérico, teorias aritméticas, mas também na determinação de par e ímpar, na demonstração racional do teorema denominado Teorema de Pitágoras, propôs a unidade de medida musical e dentre inúmeras contribuições, ainda influenciou estudiosos séculos depois. Embora Pitágoras seja muito conhecido na Matemática, Tales de Mileto também teve suas contribuições, porém relacionadas a segmentos proporcionais, e a literatura relata que suas considerações estavam diretamente relacionadas a aplicação Matemática frente alguma dificuldade real que ele enfrentava em seu cotidiano (Huisman, 2001).

Séculos mais tarde, dentre muitos estudiosos que se destacaram, sobressai a influência de Galileu Galilei, que trocou os estudos da Medicina pela Matemática devido ao interesse despertado pelas obras de Arquimedes e Euclides. Galileu dedicou-se a aplicação Matemática através da geometrização na Física e Astronomia colaborando com conhecimentos importantes, abandonando a concepção qualitativa utilizada para explicação dos fatos, para uma nova proposta de explicação dos fenômenos através da observação, da experimentação e da Matemática, corroborando com a construção de importantes conhecimentos para a ciência (Andery *et al.*, 1996).

Ainda considerando as características da área de Matemática, vale ressaltar que devido a sua linguagem própria, trata-se de uma ciência com elevado nível de abstração, porém se contextualizada à resolução de problemas reais pode construir significado ao conhecimento (Carrillo *et al.*, 2014). Tal afirmação vai ao encontro com o apontamento tanto de Comte (1978), que em sua obra defende que a Matemática é mais generalizada, quanto de Bachelard (1996), que destaca que a Matemática está além de uma simples descrição geométrica.

Comte (1978) em sua obra apresenta ainda algumas diferenciações das ciências, na qual a Física ocupa-se com estudos do calor, da força, da luz etc; a Química estuda matérias distintas, complementando com a contribuição de Laplace para explicar os fenômenos químicos e sua influência positiva que foi significativa para progressão da Química enquanto ciência, e; a Biologia, com estudos

dos fenômenos vitais e sua organização e interação, deixando claro que cada ciência estuda apenas um determinado grupo de fenômenos.

Borrego *et al.*, (2004) em seu trabalho apresenta exemplo prático das diferenciações das ciências indicando qual seria a responsabilidade de estudo relativa a cada área. Os autores consideram como exemplo um sistema natural, na qual a Química seria a área responsável pelos estudos da composição do ambiente, a Biologia responsabiliza pelos estudos das partículas vivas e mortas e suas respectivas interações com o sistema e, a Física seria a responsável pelo estudo do conjunto de partículas enquanto materiais.

Embora essas ciências utilizem da Matemática para uma explicação racionalista dos fenômenos, na área Química tem-se também a linguagem química, utilizada para descrever os fenômenos químicos, por exemplo, símbolos, equações químicas, reações, modelos, fórmulas estruturais, etc (Roque; Silva, 2008), uma linguagem distinta da linguagem Matemática, mas também uma linguagem, e para a Química ambas são necessárias, seja para explicar seus fenômenos, como para representá-los, tanto no nível macroscópico, quanto microscópicos (Oliveira *et al.*, 2015).

Durante suas investigações Bachelard notou que a contribuição para a área Química deveria ser cautelosa, para evitar problemas com a publicação, dessa forma adotou uma estratégia de não pronunciar, nem evidenciar a palavra “átomo”, embora fosse um filósofo químico (Huisman, 2001), por isso em suas obras é comum encontrar exemplo referentes a área química, mas não diretamente evidenciadas.

Bachelard contribuiu também com a diferenciação de conhecimentos, para ele todo conhecimento é uma resposta a uma questão, não podendo se tratar de uma opinião nem uma generalização, uma vez que ambas além de perigosa, atrasa o progresso do conhecimento, é um obstáculo ao pensamento científico e prejudica a cultura científica, então através da proposta de problemas, tem-se a construção do conhecimento, através da observação experimental, ligando o pensamento científico ao empirismo e ao racionalismo, proporcionando uma evolução da ciência. Bachelard ainda discorre em sua obra sobre as rupturas entre o conhecimento comum e o científico como sendo um progresso científico (Morão *et al.*, 1984).



Quadro 3 – Resumo do posicionamento epistemológico da Matemática e da Química.

	<b>Matemática</b>	<b>Química enquanto Ciência</b>
Pitágoras	Teorias aritméticas, determinação de par e ímpar, na demonstração racional do Teorema de Pitágoras, unidade de medida musical etc.	
Tales de Mileto	Propôs segmentos proporcionais.	Aplicação Matemática em dificuldades reais em várias áreas.
Galileu Galilei	Tinha formação em Matemática.	Geometrização na Física e Astronomia, experimentação, observação e aplicação Matemática.
Comte	A Matemática é mais generalizada, a Transformada de Laplace é um exemplo.	A Química estuda matérias distintas e com a transformada de Laplace tem-se a explicação de fenômenos químicos, uma influência significativa para progressão da Química enquanto ciência.
Bachelard	A Matemática está além de uma a simples descrição geométrica.	Diferença entre conhecimento, opinião e generalização; a teoria e a prática proporcionam evolução da ciência; influenciou rupturas epistemológicas, e; é considerado um dos pais do construtivismo.
Carrillo <i>et al.</i>	Ciência com elevado nível de abstração, porém se contextualizada à resolução de problemas reais pode construir significado ao conhecimento. O MTSK possui uma visão epistemológica socioconstrutivista.	
Roque; Silva		As ciências utilizam da matemática para uma explicação racionalista dos fenômenos, e; a linguagem química, utilizada para descrever os fenômenos químicos.
Oliveira <i>et al.</i>		A Química utiliza a linguagem matemática e a linguagem química para explicar seus fenômenos.

Fonte: Silva (2022); Oliveira *et al.*, (2015); Carrillo *et al.*, (2014); Roque; Silva (2008); Huisman (2001); Andery *et al.*, (1996); Bachelard (1996); Morão *et al.*, (1984); Comte (1978).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da análise do levantamento da literatura, o modelo matemático MTSK possui uma visão epistemológica socioconstrutivista, possui uma linguagem própria, seu caráter especializado deve-se ao conhecimento não fragmentado do professor de Matemática, atribuídos ao conhecimento das complexidades e da dinâmica Matemática, e a aplicação dos conhecimentos matemáticos é para obtenção de uma explicação racional de situações reais, ou seja, a aplicação de teoremas matemáticos em outra área de conhecimento.

Analisando os resultados relacionados à área Química, a literatura apontou que essa ciência utiliza a linguagem matemática para explicar seus fenômenos, todavia possui uma linguagem própria que também é necessária para explicação dos fenômenos químicos, de modo que a teoria e a prática (observação e experimentação) são necessárias para evolução da Química enquanto ciência.

Confrontando os resultados da Matemática e da Química, uma trata-se de uma ciência abstrata que necessita ser aplicada em outras ciências e a outra trata-se de uma ciência empírica que utiliza de duas linguagens (Matemática e Química) para explicar seus fenômenos, respectivamente. A Química embora utilize da linguagem matemática não é uma ciência responsável pelo desenvolvimento matemático, dessa forma cabe ao professor de Matemática conhecer a complexidade e



desenvolvimento desta, para explicar os conceitos, definições e leis matemáticas aos estudantes da disciplina, enquanto ao professor de Química é atribuída a competência de conhecer a complexidade Química perante a utilização de ambas linguagens para explicar seus fenômenos, por exemplo, é conhecimento do professor de Química ao identificar a possibilidade de utilizar a Transformada de Laplace em explicações de reações químicas, um teorema matemático aplicado na Química.

Estas diferenciações apontadas pela literatura, demonstram que o conhecimento do professor de Matemática é diferente do professor de Química, dessa forma quando a literatura aponta que o MTSK é socioconstrutivista e Bachelard aponta a diferenciação entre a Matemática que não é uma simples descrição geométrica e as Ciências da Natureza que necessitam da linguagem matemática para uma explicação racionalista, embora haja também a necessidade de ter-se a observação e a experimentação, pode-se concluir que os modelos especializados serão diferentes, e o modelo de Conhecimento Especializado de Professores de Química (CTSK) ter sido proposto a partir do referencial teórico o modelo matemático (MTSK), foi um marco importante, visto que a Química utiliza da linguagem matemática, embora com foco diferenciado da Matemática, comprovando o carácter especializado em ambos os modelos especializados de professores, MTSK e CTSK, faz-se importante ressaltar ainda que o modelo CTSK poderá ser utilizado como ferramenta analítica em pesquisas relacionadas ao Ensino de Química, assim como na formação docente e/ou no cotidiano do docente de Química ao planejar e ministrar suas aulas.



## REFERÊNCIAS

ANDERY, M. A. P. A.; MICHELETTO, N.; SÉRIO, T. M. A. P.; RUBANO, D. R.; MOROZ, M.; PEREIRA, M. E. M.; GIOIA, S. C.; GIANFALDONI, M. H. T. A.; SAVIOLI, M. R.; ZANOTTO, M. L. B. Para compreender a ciência uma perspectiva histórica. Rio de Janeiro: Espaço e Tempo: São Paulo: EDUC, 1996. 436p.

BACHELARD, G. O novo espírito científico. Lisboa: Edições 70, 1996. 125 p. ISBN 974409155.

BALL, D. L.; THAMES, M. H.; PHELPS, G. Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special? Journal of teacher education, SAGE, New York, USA, v. 59, n. 5, p. 389-407, 2008.

BORREGO, C.; MIRANDA, A. I.; LOPES, M.; COSTA, A. M. Matemática e ambiente: a redescoberta dos fundamentos básicos. In: OLIVEIRA, M. P. S. Teias matemáticas: frentes na ciência e na sociedade. Coimbra: Gradiva - Coimbra University Press, 2004. 308p. ISBN 972-662-970-5.

CARNEIRO, K. I. L. R. O tema crise climática nos livros didáticos de biologia à luz do conhecimento especializado de professores de biologia. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – IFMT, Cuiabá, 2020. 91f.

CARRILLO, J.; AVILA, D. I. E.; MORA, D. V.; MEDRANO, E. F. Un marco teórico para el conocimiento especializado del profesor de matemáticas. Huelva, Espanha: Universidad de Huelva Publicaciones, 2014.

CARRILLO, J.; CLIMENT, N.; MONTES, M.; CONTRERAS, L. C.; FLORES-MEDRANO, E.; ESCUDERO-ÁVILA, D.; VASCO, D.; ROJAS, N.; FLORES, P.; AGUILAR-GONZÁLEZ, Á.; RIBEIRO, M.; MUÑOZ-CATALÁN, M. C. The mathematics teacher's specialised knowledge (MTSK) model. Research in Mathematics Education, Taylor & Francis, London, UK, p. 1-18, 2018.

CARRILLO, J.; RODRÍGUEZ, N. C.; NAVARRO, M. M.; MUÑOZ-CATALÁN, M. C. Una trayectoria de investigación sobre el conocimiento del profesor de matemáticas: del grupo SIDM a la Red Iberoamericana MTSK. Revista Venezolana de Investigación en Educación Matemática, 2 (2), 2022. p. 1-26.

COMTE, A. Curso de filosofia positiva; Discurso sobre o espírito positivo; Discurso preliminar sobre o conjunto do positivismo; Catecismo positivista. Tradução de José Arthur Giannotti e Miguel Lemos. São Paulo: Abril cultural, 1978. 318p.

DAHMER, C. I. As práticas docentes em diálogo com a alfabetização científica em três escolas de ensino médio em tempo integral em mato grosso na ótica do conhecimento especializado do professor. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – IFMT, Cuiabá, 2020. 105f.

FLORIANO, L. S. Conhecimento Especializado de professores de química (CTSK): um estudo de caso do ensino de termoquímica nas práticas de dois professores de Cuiabá – MT. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – IFMT, Cuiabá, 2021. 116f.

GOES, Luciane F. de. Conhecimento Pedagógico do conteúdo: estado da arte no campo da educação e no ensino de química. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) - Universidade de São Paulo - USP, 2014. 155 p.

HUISMAN, D. Dicionário dos Filósofos. São Paulo: Martins Fontes, 2001. 1053p. ISBN 85-336-1451-9.

LIMA, S. S. Conhecimento especializado de professores de física: uma proposta de modelo teórico. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – IFMT, Cuiabá, 2018. 293 f.

\_\_\_\_\_; COSTA, L. D.; PEREIRA, M. S. A.; MARQUES, M.; SOARES, S. T. C.; MELLO, G. J. Capítulo 17: Caracterização do conhecimento especializado de professores de física. Educação no Século XXI: matemática, química, física. Editora Poisson: Belo Horizonte, 1ª ed., v. 39, 2019: 123-127.

LUÍS, M.; MONTEIRO, R.; CARRILLO, J. Conhecimento Especializado do Professor para Ensinar Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, XVI., 2015, Lisboa, Portugal. Anais... . Lisboa: APEDuC, 2015. v. 1, p. 1 - 6.

LUÍS; M.; CARRILLO, J.; MONTEIRO, R.. Ensinar a reprodução das plantas com as lentes BTKS. In: IV CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE CONOCIMIENTO ESPECIALIZADO DEL PROFESOR DE MATEMÁTICAS, Huelva: Universidad de Huelva Publicaciones. Anais... p.79-86, 2019.

LUÍS; M.; CARRILLO, J. O modelo do conhecimento especializado do professor de biologia (BTKS). REnCiMa, São Paulo, v. 11, n. 7, p. 19-36, nov. 2020.

LUÍS; M. A.; CARRILLO, J.; ROCHA, R. C. O conhecimento dos temas no ensino da reprodução das plantas. Revista de Educação Pública, v. 30, p. 1-21, jan./dez. 2021.

MARQUES; M.; MORIEL JUNIOR, J. G. Conhecimento especializado de professores de biologia: uma análise de PaP-eR sobre embriologia humana. In: IV CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE CONOCIMIENTO ESPECIALIZADO DEL PROFESOR DE MATEMÁTICAS, Huelva: Universidad de Huelva Publicaciones. Anais... p.127-134, 2019.

\_\_\_\_\_. Conhecimento especializado de professores de biologia: análise de relatos de prática no Ensino Médio. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – IFMT, Cuiabá, 2020. 110f.

\_\_\_\_\_; MORIEL JUNIOR. Conhecimentos Especializados de Professor de Biologia Mobilizados em uma Aula Prática Sobre Interações Ecológicas. Revista REAMEC, Cuiabá (MT), v. 8, n. 2, p. 253-271, Maio-Ago, 2020.

\_\_\_\_\_; SOARES, S. T. C.; MORIEL JUNIOR, J. G.. Conhecimentos especializados mobilizados em uma aula prática de biologia sobre sistema respiratório. Revista Multidisciplinar.com, v.3(1), p. 81-100, 2021.

MARTINS, J. E. A. Conhecimento especializado de professores de química (CTSK): estudo de uma experiência de ensino sobre hidrocarbonetos. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – IFMT, Cuiabá, 2021. 96f.

MARTINS; J. E.; CARBO; L.; SOARES, S. T. C. Conhecimento especializado de professores de química – CTSK: uma análise de prática docente no ensino de hidrocarbonetos. Revista Prática Docente, v. 6, n. 1, e 013, jan/abr, p. 1-23, 2021.



MORÃO, A.; FERREIRA, L. R.; MARNOTO, I.; GARRÃO, M. *Filosofia/Epistemologia*. Lisboa: Livraria Popular Francisco Franco Ltda, 1984. 444p.

MORIEL JUNIOR, J. G.; WIELEWSKI, G. D. Base de Conhecimento de Professores de Matemática: do Genérico ao Especializado. *Rev. Ens. Educ. Cienc. Human.*, v. 18, n. 2, p.126-133, 2017.

MOREIRA; J. S. S.; SILVA, M. M.; EVANGELISTA, E. G. Conhecimento especializado de professores de Língua Portuguesa PLTSK: transposição direta do MTSK. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 11, p. 1-20, 2020.

OLIVEIRA, L.; LATINI; R.; SANTOS, M. B. P.; CANESIN, F. A contextualização no ensino de química: uma análise à luz da filosofia da linguagem de Bakhtin. *Revista Ciências & Ideias* ISSN: 2176-1477, v. 6, n. 2, p. 29-45, 2015.

ROQUE, N. F.; SILVA, J. L. P. B. A linguagem química e o ensino da química orgânica. *Química nova*, v. 31, p. 921-923, 2008.

SCHEINER, T.; MONTES, M. A. ; GODINO, J. D.; CARRILLO, J. ; PINO-FAN, L. R. What makes mathematics teacher knowledge specialized? Offering alternative views. *International Journal of Science and Mathematics Education*, v. 17, n. 1, p. 153-172, 2017. ISSN 1571-0068.

SHULMAN, L. S. *Those who understand: Knowledge growth in teaching*. Education Researcher, SAGE, California, USA, Feb. 1986: 4-14.

\_\_\_\_\_. *Knowledge and teaching: Foundations of the new reform*. Harvard Educational Review, Cambridge, MA, USA, p. 1-22, Feb. 1987.

SILVA, M. M.; CARNEIRO, K. I. L. R.; SOARES, S. T. C.; LIMA, S. S. MOREIRA, J. S. S.; LUÍS, M. MELLO, G. J. Capítulo 5: Conhecimento especializado de professor de biologia para ensinar embriologia humana. *Ciências, Biologia, Meio Ambiente*. Editora Poisson: Belo Horizonte, Série Educar, 1ª ed., v. 32, 2020: 37-42.

SILVA, V. A. Ruptura epistemológica e construtivismo pedagógico em Gaston Bachelard. *Revista Tempos e Espaços em Educação*, 2(2), 2022.

SOARES, S. T. C. Conhecimento Especializado de Professores de Química – CTSK: Proposta de Modelo Teórico. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), Cuiabá, 2019. 113f.

\_\_\_\_\_; LIMA, S. S.; CARBO, L.; MELLO, G. J. Aplicação da metodologia PaP-ER para transposição do MTSK para diferentes áreas das ciências da natureza. In: *IV CONGRESO IBEROAMERICANO SOBRE CONOCIMIENTO ESPECIALIZADO DEL PROFESOR DE MATEMÁTICAS*, Huelva: Universidad de Huelva Publicaciones. Anais... p. 119-126.

\_\_\_\_\_; LIMA, S. S.; CARBO, L. Conhecimento especializado de professores de química: modelo teórico. *Revista REAMEC*, Cuiabá, v. 8, n. 2, p. 648-666, maio-agosto, 2020.