

## Conexões de conhecimentos especializados de professores ao ensinar Termoquímica à luz do CTSK em duas realidades escolares de Cuiabá, Mato Grosso

### Connections among teachers' specialized knowledge when teaching Thermochemistry in the light of CTSK in two schools from Cuiabá, Mato Grosso

### Conexiones de conocimientos especializados de profesores en la enseñanza de la Termoquímica a la luz de CTSK en dos realidades escolares en Cuiabá, Mato Grosso

Floriano, Léo da Silva; Carbo, Leandro

Léo da Silva Floriano

leo.floriano6q@gmail.com

Instituto Federal do Mato Grosso, Brasil

 Leandro Carbo

leandro.carbo@svc.ifmt.edu.br

Instituto Federal do Mato Grosso, Brasil

#### Revista de Ensino de Ciências e Matemática

Universidade Cruzeiro do Sul, Brasil

ISSN-e: 2179-426X

Periodicidade: Trimestral

vol. 12, núm. 3, 2021

rencima@cruzeirodosul.edu.br

Recepção: 21 Janeiro 2021

Aprovação: 11 Março 2021

Publicado: 22 Maio 2021

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/509/5092220015/index.html>

DOI: <https://doi.org/10.26843/rencima.v12n3a15>

Una nueva publicación de artículo publicado en REnciMa, de iniciativa de sus autores o de terceros, queda sujeta a la expresa mención de la precedencia de su publicación en este periódico, citándose el volumen, la edición y fecha de esa publicación



Este trabalho está sob uma Licença Internacional Creative Commons Atribuição-NãoComercial-Compartilhamento Pela Mesma Licença.

**Resumo:** As discussões sobre o universo escolar evidenciam os problemas enfrentados pelo ensino de Ciências. Contudo, apenas apontar tais problemas não é suficiente para mudar esse cenário de crise; é necessário inovar. Partindo dessa premissa, este artigo constitui um recorte de uma pesquisa de Mestrado realizada com a participação de dois professores do Ensino Médio de Cuiabá, Mato Grosso, durante 2020. Partiu-se da seguinte questão: como os Conhecimentos Especializados de Professores de Química (CTSK) podem se conectar durante aulas dedicadas ao ensino de Termoquímica? A partir do modelo teórico CTSK, foram categorizadas as manifestações das aulas analisadas referentes a esse conteúdo. A pesquisa é qualitativa, nos moldes de um estudo de caso. Como instrumento de produção de dados, optou-se pela observação não participante de aulas ministradas pelos sujeitos da pesquisa. Posteriormente, os dados coletados foram confrontados com os resultados de entrevistas semiestruturadas, realizadas com os dois participantes. Para as análises, adotou-se a Análise de Conteúdo. Os resultados permitiram entender as articulações entre os conhecimentos necessários para o ensino de Termoquímica. Isso possibilitou uma reflexão sobre as práticas docentes e um repensar sobre o ensino de Química, sobre os modelos teóricos da disciplina e sobre as dificuldades do ensino em geral.

**Palavras-chave:** Ensino de Química, Conhecimentos Especializados de Professores, Termoquímica.

**Abstract:** The discussions about the school universe demonstrate the problems faced by science teaching. However, just pointing out such problems is not enough to change this crisis scenario; it is necessary to innovate. Based on this premise, this article is an excerpt of a Master's thesis research carried out with the participation of two secondary school teachers from Cuiabá, Mato Grosso, Brazil, during 2020. The research question was: how can the knowledge of Chemistry Teachers' Specialized

Knowledge (CTSK) interact during classes dedicated to the teaching of Thermochemistry? Based on the CTSK theoretical model, the manifestations of the analyzed classes related to this content were categorized. The research is qualitative, based on a case study. As an instrument of data production, we opted for non-participant observation of classes taught by the research subjects. Subsequently, the data collected were compared with the results of semi-structured interviews, carried out with the two participants. For the analyses, Content Analysis was adopted. The results allowed to understand the articulations of the knowledge necessary for the teaching of Thermochemistry. This enabled reflecting on teaching practices and rethinking the teaching of Chemistry, the theoretical models of the discipline and the difficulties of teaching in general.

**Keywords:** Chemistry Teaching, Teachers' Specialized Knowledge, Thermochemistry.

**Resumen:** Frente a las discusiones sobre los desafíos que el universo escolar presenta, se destacan las crisis que enfrenta la enseñanza de las ciencias, aunque están sufriendo transformaciones. Sin embargo, señalarlos no es suficiente para tus propósitos, es necesario innovar. A continuación, este artículo es un extracto de una investigación de maestría realizada con la participación de dos docentes de Cuiabá-MT, durante el año 2020. En este sentido, la pregunta orientadora se basó en los siguientes términos: “¿Cómo se Profesores de Química Especializados (CTSK) pueden conectarse durante la movilización de clases de Termoquímica?”. Así, con base en el modelo teórico CTSK, se categorizaron las manifestaciones de clase en cuanto al contenido. Para ello partió de una investigación cualitativa, haciendo uso del caso de estudio. Como instrumento de producción de datos se optó por la observación no participante de clases de los sujetos, posteriormente estos datos fueron confrontados con entrevistas semiestructuradas y, para el análisis de datos, seleccionamos el análisis de contenido posteori. Los resultados permitieron, desde la perspectiva de las conexiones entre los conocimientos que sustentaron las clases, comprender las articulaciones entre los conocimientos necesarios para movilizar la enseñanza de la Termoquímica, aspirando a las autorreflexiones de las prácticas docentes, al repensar la enseñanza de la Química, los modelos teóricos y los dificultades en la enseñanza.

**Palabras clave:** Enseñanza de la Química, Conocimientos Especializados de Profesores, Termoquímica.

## INTRODUÇÃO

Diante dos cenários da Educação Básica, ao tratarmos dos desafios e obstáculos que o universo escolar apresenta, bem como do papel do professor como um intérprete em espaços formais e não formais de ensino, Melo (2007), Silveira (2008), Soares (2012) e tantos outros pesquisadores relatam as crises enfrentadas pela área de ensino de Ciências na contemporaneidade. Esses autores enfatizam que os processos educativos estão em constante transformação. Contudo, a escola continua sendo vista “*a como um grande saco sem fundo, capaz de abarcar e resolver tudo aquilo que outras instituições não solucionam*” (LIMA, 2008, p. 09).

Nesse contexto, é importante notar que apenas arrolar as problemáticas que a área de ensino enfrenta não é o suficiente para resolvê-las – é necessário ousar e inovar, conforme defende Benedicto (2016). Nesse sentido, para este trabalho, partimos da ideia de “inovação” e aprofundamos os nossos estudos quanto às ausências de conexões entre os conhecimentos da disciplina de Química e a área pedagógica (CACHAPUZ *et al.*, 2005; CHASSOT, 2014). Para isso, adotamos o modelo teórico-analítico de Conhecimentos Especializados de Professores de Química – em inglês *Chemistry Teacher’s Specialized Knowledge* (CTSK<sup>[1]</sup>) – e voltamos o nosso olhar para as relações entre os conhecimentos específicos dessa disciplina e os conhecimentos didáticos, traçando um breve histórico dos modelos teóricos de conhecimentos de professores (CARRILLO *et al.*, 2014) e dos saberes docentes (TARDIF, 2002) que o professor mobiliza ao ensinar um determinado conteúdo.

Antes de discutirmos o modelo CTSK propriamente dito, entendemos que é oportuno abordar os estudos que antecederam este trabalho. Sendo assim, reconstituímos brevemente a linha do tempo relativa à tipologia ou aos modelos de conhecimentos especializados de professores para ensinar determinados conteúdos. Tais modelos surgiram no exterior, a partir da década de 1980. Em relação às discussões sobre quais são os conhecimentos dos professores, isto é, quais as fontes da elaboração de bases de conhecimentos para a atuação profissional na docência, Shulman (1986) elaborou o primeiro modelo teórico-analítico que fundamentou tais discussões, listando, de maneira geral, quais seriam os saberes e os conhecimentos que os docentes mobilizariam ao ensinar determinado conteúdo. Conforme lembra Ribeiro (2016) em sua tese de doutorado, esse modelo ficou conhecido como “Conhecimentos Pedagógicos do Conteúdo” (ou PCK, resultante da expressão em língua inglesa “*Pedagogical Content Knowledge*”<sup>[2]</sup>).

Por conseguinte, o PCK representa os conhecimentos profissionais dos professores – isto é, quais são as fontes desses conhecimentos, como esses conhecimentos são responsáveis por elaborar bases e teias dos conhecimentos para a atuação profissional e ainda possibilitam refletir sobre a prática pedagógica, em uma interação entre os conhecimentos e saberes relacionados aos conteúdos e o processo de ensinar, na qual o professor transforma os conteúdos específicos em situações de ensino-aprendizagem por meio de analogias, demonstrações, experimentações, ilustrações, exemplos e representações. (RIBEIRO, 2016).

Partindo do PCK, outros pesquisadores e pesquisadoras dedicaram-se a estudar e a desenvolver diferentes modelos teórico-analíticos. Surgiram, assim, o modelo de Tamir; o modelo de Grossman; o modelo de Koballa, Gräber, Coleman e Kemp; o modelo de Morine-Dershimer e Kent; o modelo de Carlsen; o modelo de Barnett e Hodson; o modelo de Banks, Leach e Moon; o modelo de Hashweh; e o modelo da Cúpula do PCK. Em relação ao Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, destacam-se os modelos de Marks, de Cochran, de Ruitter e King, de Fernandez-Balboa e Stiehl, de Geddis e Wood, de Magnusson, de Krajcik e Borko, de Veal e Makinster, de Rollnick, de Rhemtula, de Dharsey e Ndlovu e de Park e Oliver (SOARES, 2019).

Além disso, temos o MKT, sigla em inglês para “*Mathematical Knowledge for Teaching*”. Trata-se dos Conhecimentos Matemáticos para ensinar. O MTSK (*Mathematics Teacher’s Specialized Knowledge*) – ou Conhecimentos Especializados de Professores de Matemática – consiste em um marco teórico analítico-descritivo que leva em consideração as particularidades do ensino e da aprendizagem da disciplina em seus diferentes contextos e os domínios matemáticos e didáticos do conteúdo (CARRILLO *et al.*, 2014; MORIEL JÚNIOR; DUARTE, 2020).

No Brasil, trabalhos acerca dos conhecimentos de professores foram realizados de forma pioneira pelo Prof. Dr. Jeferson Gomes Moriel Júnior em sua tese de doutorado. Nesse trabalho, o professor abordou o modelo de Carrillo para ensinar frações. Sob a liderança de Moriel Junior, foi criado o TSK Group, um grupo de pesquisa responsável por adaptar o MTSK para as demais áreas das Ciências em Mato Grosso (MORIEL JÚNIOR; ALENCAR, 2019). Os trabalhos produzidos nesse grupo foram pioneiros nas áreas de Física (LIMA, 2018), com os Conhecimentos Especializados de Professores de Física (PTSK), e de Química (SOARES, 2019; SOARES; LIMA; CARBO, 2020), com os Conhecimentos Especializados de Professores

de Química. O *TSK Group* foi ainda responsável por definir e descrever os modelos e os seus domínios e subdomínios, respeitando as peculiaridades de cada disciplina, como afirma Silva (2020), a partir da análise de artigos científicos classificados como “*Professional and Pedagogical experience Repertoire*” (PaP-eR), um tipo de relato de experiência de ensino.

Neste trabalho, optou-se por aplicar o modelo ao ensino de Química, uma vez que os autores deste trabalho são licenciados nessa disciplina. O conteúdo abordado foi a Termoquímica, devido às dificuldades em relação a esse tópico, informalmente nos relatadas por alunos e professores ao longo dos anos. Quanto às justificativas para a realização desta pesquisa, os questionamentos que a impulsionaram pautaram-se por diferentes vertentes. Em primeiro lugar, nas aulas de Química que foram ministradas pelo autor principal deste trabalho em uma escola estadual, localizada em Cuiabá, Mato Grosso, durante os anos de 2018 e 2019, havia muitas queixas dos alunos quanto a essa disciplina, considerada uma das mais difíceis da grade, ainda mais durante o segundo ano do Ensino Médio, etapa da escolarização na qual os cálculos e a lógica matemática se fazem mais presentes. De acordo com Souza (2014) e Veloso, Santos e Khalil (2015), a familiarização dos alunos com elementos próprios da natureza química e as possíveis conexões entre esses conteúdos e o cotidiano dos estudantes são pouco observadas durante as aulas nas escolas brasileiras. Além disso, a outra justificativa para esta pesquisa está ligada ao pioneirismo da área em questão, uma vez que as possíveis relações entre os conhecimentos químicos e didáticos de conteúdo ainda estão se estruturando com pesquisas recentes, em nível de Mestrado e Doutorado, em diversos países (SOARES, 2019).

Sendo assim, este trabalho centra-se nas relações entre os conhecimentos pedagógicos e os conhecimentos químicos, com base no modelo CTSK (SOARES, 2019). Parte-se da seguinte questão: *quais conhecimentos especializados foram mobilizados por dois professores de Química no ensino de Termoquímica?* Portanto, o objetivo geral é caracterizar os conhecimentos especializados mobilizados por esses professores para ensinar o conteúdo de Termoquímica. Para tanto, seguem-se os objetivos específicos: 1) Identificar e descrever conhecimentos especializados do domínio de Química e do domínio didático de conteúdo, em episódios de aulas, sobre o conteúdo de Termoquímica; 2) Identificar as conexões entre os subdomínios do conhecimento especializado de professores de Química e promover uma visão integrada das relações entre os subdomínios.

## MODELOS TEÓRICO-ANALÍTICOS DE CONHECIMENTOS DE PROFESSORES

Neste subtópico, serão abordadas as trajetórias de modelos e tipologias de Conhecimentos de Professores. Nesse contexto, conforme já adiantado, o trabalho de Shulman (1986) foi pioneiro, tendo sido depois aplicado para a disciplina de Matemática, com o Modelo do Conhecimento Matemático para o Ensino (BALL *et al.*, 2008), o qual serviu de referência para o Conhecimento Especializado de Professores de Matemática, o já mencionado MTSK (CARRILLO *et al.*, 2014).

Os estudos acerca dos conhecimentos de professores foram aprimorados e transpostos para as demais disciplinas das Ciências, com base em adequações, de acordo com os elementos próprios e a naturezas de cada disciplina. Sendo assim, na Física, temos os significados de cada subdomínio do MTSK, com o modelo do Conhecimento Especializado de Professores de Física (PTSK) (LIMA, 2018); na Química, com o modelo do Conhecimento Especializado de Professores de Química (CTSK) (SOARES, 2019); e na Biologia, com o modelo do Conhecimento Especializado de Professores de Biologia, o BTSK (LUÍS, 2015; LUÍS; CARRILLO, 2020).

Em seguida, a figura 1 apresenta o Modelo de Conhecimentos Especializados de Professores de Química, o CTSK, transposto e adaptado para essa disciplina (SOARES; LIMA; CARBO, 2020). Nessa figura, pode-se observar o modelo hexagonal, dividido em dois domínios – do lado esquerdo, temos os conhecimentos químicos, chamados de “Conhecimentos da Química” (CK)<sup>[3]</sup>; estes estão divididos em três subdomínios: o Conhecimento dos Tópicos de Química (KoTC)<sup>[4]</sup>; o Conhecimento da Estrutura da Química (KSC)<sup>[5]</sup>; e

o Conhecimento de Pesquisa e Desenvolvimento da Química (KDRC)<sup>[6]</sup>. No lado direito, é apresentado o domínio dos Conhecimentos Didáticos do Conteúdo, (PCK)<sup>[7]</sup>, também subdividido em três subdomínios: o Conhecimento do Ensino de Química (KCT)<sup>[8]</sup>; o Conhecimento das Características de Aprendizagem de Química (KFLC)<sup>[9]</sup>; e o Conhecimento dos Parâmetros da Aprendizagem de Química (KCLS)<sup>[10]</sup>.

No modelo da figura 1, os Conhecimentos sobre a Química (CK) dizem respeito a diferentes subáreas da Química (Química Geral, Físico-Química, Química Analítica, Química Orgânica, Bioquímica, Química Inorgânica e Química Ambiental). Esse eixo permite ao profissional distinguir os conhecimentos adequados aos processos de ensino e aprendizagem sobre um determinado conteúdo. Já as Crenças sobre a Química perfazem três subdomínios: o Conhecimento dos Tópicos da Química (KoTC); o Conhecimento da Estrutura da Química (KSC); e o Conhecimento de Pesquisa e Desenvolvimento da Química (KRDC).

Em relação aos Conhecimentos Químicos (CK), Soares (2019) afirma que o subdomínio dos Conhecimentos dos Tópicos de Química (KoTC) envolve os conjuntos de teorias, conceitos, definições, representações, fenomenologia e aplicações de natureza própria da Ciência Química. As outras categorias dos demais subdomínios ainda estão em fase de adequações.

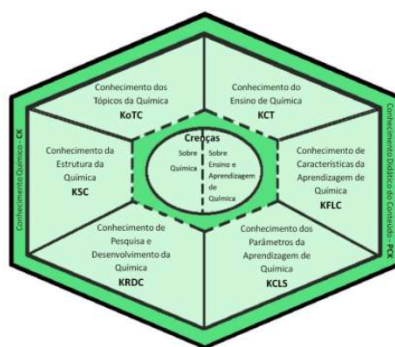


FIGURA 1  
Modelo teórico do CTSK  
Soares, Lima e Carbo (2020)

Já o subdomínio dos Conhecimentos da Estrutura da Química (KSC) vincula-se às estruturas e conexões internas da Química, interligando diferentes conceitos da disciplina. Esse subdomínio abrange ainda relações dos conhecimentos construídos e ensinados, devido a diferenças em níveis de avanço do conhecimento (quando há entrelaçamentos de conhecimentos prévios e desenvolvimentos de um novo conteúdo ou quando há simplificações de determinados tópicos).

O subdomínio Conhecimento de Pesquisa e Desenvolvimento da Química (KDRC), por sua vez, está ligado aos conhecimentos relativos ao desenvolvimento da Química, às deduções e às argumentações, valendo-se, para isso, de exemplos e contraexemplos. Por outro lado, ao trabalhar com os Conhecimentos Didáticos de Conteúdo (PCK) e seus subdomínios, o KCT relaciona as estratégias de ensino, valendo-se de recursos e/ou de materiais didáticos, articulando o conhecimento do professor à potencialidade de determinada atividade para o processo de ensino do conteúdo.

O subdomínio de Conhecimento das Características de Aprendizagem da Química (KFLC) está baseado no processo de assimilação, erros e dificuldades, tornando o conteúdo químico – e não o aluno – o objeto de aprendizagem. Todavia, é necessário considerar as conexões entre os alunos e o objeto, independentemente das particularidades daqueles. Além disso, o KFLC considera as maneiras pelas quais os estudantes aprendem conteúdos de Química, considerando os seus interesses e as motivações.

Por último, o subdomínio de Conhecimento dos Parâmetros da Aprendizagem de Química (KCLS) está vinculado aos parâmetros curriculares, às sequências didáticas de conteúdos, às expectativas do professor em

relação à aprendizagem e às metas quanto ao desenvolvimento de determinado conteúdo químico em um nível escolar determinado (SOARES, 2019).

## O ENSINO DA TERMOQUÍMICA

Abordar, em sala de aula, os conteúdos de Termoquímica é um desafio para o professor. Esse conteúdo é complexo e permite refletir sobre as conexões entre a Ciência e a tecnologia, com base nas relações energéticas. Nesse contexto, a premissa básica é a de que a energia não pode ser criada ou destruída, apenas transformada.

Existem diferentes formas de estudar as conversões energéticas. Brown, Lemay e Bursten (2005), Souza (2014) e Hernandes (2018) chamam a atenção para o fato de que os processos de conversão de energia química em calor têm um papel fundamental no funcionamento de diversos dispositivos e sistemas, tais como a respiração celular, a fotossíntese, as combustões nos motores de automóveis e as fontes de combustíveis (renováveis ou não). Sendo assim, os estudos dos processos de conversão de energia são desdobramentos importantes da área de Físico-Química. Um dos objetivos dessa área está ligado aos estudos das relações entre energia térmica e as transformações químicas. Portanto, a Termoquímica é a área da Química que estuda a relação de calor nas reações químicas, como as absorções e liberações de energia (CEDRAN. D. P.; CEDRAN, J. C.; KIOURANIS, 2018).

Embora, de fato, não seja necessário dominar o conteúdo químico para viver bem em sociedade, nem compreender os conceitos relacionados às transformações endotérmicas e exotérmicas ou às leis da Termodinâmica, queremos que nossos alunos e alunas tornem-se cidadãos e cidadãs críticos em relação aos assuntos da Ciência. Seria ideal que crianças e adolescentes, além de manusearem um aparelho celular ou um *tablet*, estivessem aptos a discutir os processos de aquecimento ou resfriamento de sistemas e preparados para interpretar as mudanças que ocorrem na sociedade naquilo que se refere às mudanças energéticas (CHASSOT, 2014).

Podemos relacionar o ensino da Termoquímica à competência específica de número 1 da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a qual afirma que os alunos devem saber:

analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global” (BRASIL, 2017, p. 540).

De acordo com a própria BNCC, as relações entre matéria e energia podem ser analisadas por meio dos fenômenos naturais e processos tecnológicos, permitindo avaliar as potencialidades, os limites e os riscos do uso de materiais e/ou tecnologias diferentes, de modo a tomar decisões responsáveis e consistentes diante dos diversos desafios do mundo contemporâneo. Nesse contexto, entre outras possibilidades, podem ser mobilizados estudos referentes aos seguintes tópicos: estrutura da matéria; transformações químicas; leis ponderais; cálculo estequiométrico; princípios da conservação da energia e da quantidade de movimento; ciclo da água; leis da Termodinâmica; cinética e equilíbrio químicos; fusão e fissão nucleares; espectro eletromagnético; efeitos biológicos das radiações ionizantes; mutação; poluição; ciclos biogeoquímicos; desmatamento; camada de ozônio e efeito estufa (BRASIL, 2017; PEREIRA, 2019). Sendo assim, é importante compreender os Conhecimentos Especializados (conteúdos e didáticos) de professores de Química, uma vez que não são nas aulas de História e Filosofia da Ciência, no Ensino Superior, que se formam cidadãos cientificamente aptos a discutir os fenômenos naturais dessa área, mas, sim, durante as aulas do Ensino Médio (CHASSOT, 2014; SOARES; CARBO, 2020).

## METODOLOGIA

Este trabalho, o qual foi aprovado no Comitê de Ética sob CAAE n.º 26431019.4.0000.5165, foi realizado no município de Cuiabá, no estado de Mato Grosso, mais precisamente em duas escolas – uma escola pública estadual e um colégio da rede particular de ensino. A justificativa para a escolha dessas duas escolas está ligada: 1) às dificuldades de realizar trabalhos acadêmicos na rede privada – de fato, apenas o colégio em questão abriu as portas para o pesquisador, que já havia trabalhado na instituição; quanto à seleção da escola estadual, a justificativa é semelhante; 2) a escola pública é o atual local de atuação do pesquisador enquanto professor, o que facilitou o acesso para a realização da pesquisa. Os sujeitos de pesquisa foram um professor e uma professora. Neste trabalho, iremos identificá-los, respectivamente, como “Prof. Carvalho” e “Prof.<sup>a</sup> Magnólia”.

O Prof. Carvalho concluiu o magistério em Ciências Naturais durante a década de 1980. Tem 52 anos de idade, dos quais 31 foram dedicados à docência. Já trabalhou nas redes estadual e privada de ensino de Mato Grosso e atualmente está prestes a se aposentar pela rede particular, sendo professor dos 9.º anos do Ensino Fundamental, dos 1.º, 2.º e 3.º anos do Ensino Médio e de cursinhos preparatórios para o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). A Prof.<sup>a</sup> Magnólia concluiu a Licenciatura Plena em Química em 2014. Tem 30 anos de idade e cinco anos como professora. Atualmente, trabalha nas redes estadual e privada de ensino, sendo professora das turmas de Ensino Médio em ambos os universos escolares.

Esta pesquisa é classificada como qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 2003), sendo de natureza aplicada. Quanto aos objetivos, a classificação é a seguinte: 1) exploratória, uma vez que a temática (CTSK) é recente na área de ensino e tem sido pouco explorada; e 2) descritiva, devido a observações, registros, análises e correlações de fatos e/ou fenômenos aqui envolvidos (GIL, 2002). Em relação aos procedimentos metodológicos, optou-se pela observação não participante em aulas sobre o conteúdo de Termoquímica. Tais observações foram realizadas presencialmente para as aulas do Prof. Carvalho; já para as aulas da Prof.<sup>a</sup> Magnólia, as observações foram *online*, devido à pandemia do novo Coronavírus, a qual eclodiu em março de 2020. Por esse mesmo motivo, a entrevista semiestruturada foi conduzida também por meio do aplicativo de mensagens instantâneas *WhatsApp*.

As observações às aulas do Prof. Carvalho ocorreram na segunda quinzena de março de 2020 e se estenderam por duas semanas, uma vez que esse professor lecionava três aulas semanais (de 40 minutos) na turma selecionada para a pesquisa. A Prof.<sup>a</sup> Magnólia ministrou suas aulas via *Zoom* e *Microsoft Teams*, durante a primeira quinzena do mês de novembro de 2020, devido às paralizações ocasionadas pela já pandemia. A professora lecionava aulas duplas (de 55 minutos cada).

Ao todo, foram observadas cinco aulas do Prof. Carvalho, com os seguintes conteúdos: 1.º) introdução à Termoquímica (definições e exemplificações de reações endotérmicas e exotérmicas); 2.º) conceito de “entalpia” e cálculos de entalpia de reação em uma única etapa; 3.º) lei de Hess (cálculos de entalpia de reação em reações de duas ou mais etapas); 4.º) cálculos da entalpia de ligação; e 5.º) revisão e encerramento do conteúdo, com o intuito de verificar quais foram os conhecimentos especializados mobilizados para ensinar conteúdos de Termoquímica. As observações às aulas da Prof.<sup>a</sup> Magnólia ocorreram durante um período de aproximadamente três semanas – no total, foram seis aulas, com os seguintes conteúdos: 1.º) introdução à Termoquímica (definições de reações endo e exotérmicas e definição de calor e entalpia; 2.º) lei de Hess (cálculo de entalpia em reações de duas ou mais etapas); e 3.º) entalpia de ligação.

Para registros durante as aulas do Prof. Carvalho, foram utilizados o diário de campo e um gravador de áudio. Em se tratando da Prof.<sup>a</sup> Magnólia, utilizou-se apenas o diário de campo. Após a coleta dos dados necessários, foi feita uma caracterização dos conhecimentos mobilizados, com base nas aulas observadas e de acordo com o modelo teórico CTSK para ambos os sujeitos de pesquisa.

Conforme já adiantado, a entrevista semiestruturada foi realizada de forma remota por meio do *WhatsApp*. O objetivo foi o de confrontar os dados obtidos na observação não participante com o modelo teórico CTSK,

especialmente naquilo que se refere às diferenças entre evidências e indícios nas manifestações transcritas durante as aulas. Os episódios analisados foram codificados para uma organização do banco de dados e, posteriormente, para a caracterização dos conhecimentos. Foi utilizada a seguinte nomenclatura: “*Prof. Carvalho + Evidência + Aula + Linha*” ou “*Prof.<sup>a</sup> Magnólia + Evidência + Aula + Linha*”. Adotou-se, portanto, uma sequência alfanumérica, indicando, com a letra “E”, as evidências do conhecimento; com a letra “A”, a aula, seguida pelo seu número de identificação; e, com a letra “L”, a linha em que foi registrada uma dada manifestação na transcrição. A numeração das linhas foi sequencial, iniciando-se a cada parágrafo.

Em relação à entrevista semiestruturada, optou-se por essa modalidade de coleta de dados, uma vez que ela privilegia a obtenção de informações por meio de falas individuais, apresentando-nos condições estruturais, sistemas de valores e representações de um determinado grupo (MINAYO, 1994). Nas entrevistas, a nomenclatura utilizada para a identificação das falas analisadas foi a seguinte: “*Entre\_Prof\_L...*”, em que “*Entre*” designa “entrevista”, “*Prof*” designa “professor” e “*L*” designa a linha da transcrição.

A análise dos dados se deu de forma indutiva, apresentando conclusões gerais a partir de premissas individuais, por meio da Análise de Conteúdo a posteriori (BARDIN, 2011). Esse método de análise não é considerado rígido, uma vez que nele não se verificam sequências de etapas. Entretanto, ao discutir a sua operacionalização, uma das tarefas do pesquisador é efetuar recortes dos conteúdos em elementos, separando e classificando-os em categorias. Para este artigo, adaptou-se o instrumento de análise MTSK (MORIEL JÚNIOR; ALENCAR, 2019) para obtenção dos dados e posterior discussão. É o que mostra o quadro 1 a seguir.

QUADRO 1  
Instrumento de análise CTSK

Trecho da transcrição	Análises do pesquisador		
Manifestação	Conhecimento...	associado a...	que consiste(m) em...
[Transcrição de trecho da aula]	[subdomínio]	[categoria / indicadores]	[síntese do conhecimento]

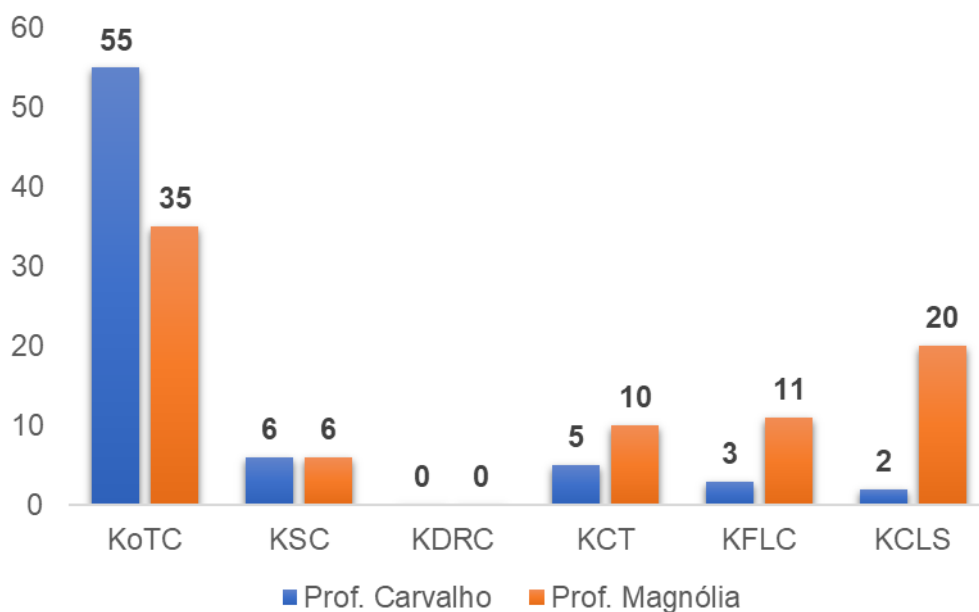
Moriel Júnior e Alencar (2019)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas aulas sobre Termoquímica ministradas pelos professores que participaram da pesquisa, foram caracterizados e discutidos 153 conhecimentos especializados. A partir da identificação e descrição desses conhecimentos, foram mobilizados os domínios e subdomínios do modelo Conhecimento de Química e do Conhecimento Didático do Conteúdo. O gráfico 1 apresenta dados detalhados para cada professor.



GRÁFICO 1  
Quantidade de Conhecimentos Especializados mobilizados pelos dois professores, por subdomínio, para o ensino de Termoquímica



Elaborado pelos Autores

Sob a ótica das conexões entre os subdomínios dos conhecimentos especializados, com o intuito de identificar as necessidades formativas e as práticas profissionais, procuramos apontar quais conhecimentos especializados foram mobilizados pelo Prof. Carvalho e pela Prof.<sup>a</sup> Magnólia para ensinar o conteúdo de Termoquímica. As relações entre os subdomínios pautaram-se justamente pelos processos de ensino, desenvolvidos em conformidade com os conhecimentos especializados, durante a construção dos conteúdos em sala de aula. Foram mobilizados Conhecimentos da Química (CK) – ao todo, 102 conhecimentos – e Conhecimentos Pedagógicos do Conteúdo (PCK) – ao todo, 51 conhecimentos, conforme mostra o gráfico 1.

Nos quadros 2, 3, 4, 5 e 6, apresentamos discussões sobre algumas manifestações, estabelecendo as conexões entre os domínios e os subdomínios do modelo CTSK, com base nas aulas dos dois professores. Na introdução ao conteúdo de Termoquímica, na manifestação *Prof\_Carvalho: E.A1\_L2-7*<sup>[11]</sup>, apresentada no quadro 2, o professor mobiliza os conteúdos necessários para o ensino de Termoquímica: ligações químicas para o ensino de entalpia de ligação e estequiometria e o mol para a construção dos conceitos de “entalpia de reação”, de “combustão”, da “lei de Hess” e de “entalpia de ligação”.

**QUADRO 2**  
Análise da aula 1 do Prof. Carvalho, linhas 02 a 07

Trecho da transcrição	Análises do pesquisador		
Evidências			
Manifestação	Conhecimento...	associado a...	que consiste(m) em...
Prof_Carvalho: E. A1_L2-7: "Pra caminhar com o conteúdo de Termoquímica, é necessário ter em mente alguns conteúdos lá do nosso primeiro ano [...]. Vocês se lembram o que é uma reação endotérmica e exotérmica? [...] [E] das ligações químicas? O que é uma ligação iônica? Uma ligação covalente? Qual ligação é mais forte? Qual ligação é mais fraca? O que é a regra do octeto? E o mol?"	da Estrutura da Química (KSC)	conexões da Química	conceitos da disciplina de Química necessários para a construção de conceitos da Termoquímica.
	dos Parâmetros da Aprendizagem de Química (KCLS)	sequência dos conteúdos conforme o nível escolar	conteúdos dispostos na grade curricular do primeiro ano do Ensino Médio, necessários para a construção de conceitos da Termoquímica, tais como os de "ligações químicas" e "estequiometria".

Elaborado pelos Autores

Percebe-se uma aproximação entre os Conhecimentos Didáticos do Conteúdo (PCK), por meio dos subdomínios dos Conhecimentos dos Parâmetros da Aprendizagem de Química (KCLS), do Conteúdo Químico (CK) e da Estrutura da Química (KSC). Isso reforça o que afirma Hernandez (2018) ao abordar os conteúdos prévios ou pré-requisitos necessários para se ensinar Termoquímica. O quadro 3 apresenta as discussões para outra evidência.

**QUADRO 3**  
Análise da aula 2 do Prof. Carvalho, linhas 149 a 157,  
concomitantemente à entrevista com professor, linhas 01 a 03

Trecho da transcrição	Análises do pesquisador		
Evidências			
Manifestação	Conhecimento...	associado a...	que consiste (m) em...
Prof_Carvalho: E.A2_L149-157: "O próprio exercício te dá o valor das entalpias padrão de formação. Não é preciso decorar o valor numérico de cada pacote de energia, até porque cada pacote possui uma diferença pequena. Quando a gente compara exercício por exercício... Isso porque o experimento para tabelar as transformações químicas sofrem pequenas alterações de localidade pra localidade, de laboratório para laboratório, lembrando que esses dados são obtidos através de experimentações." Entr_ProfCarvalho_L01-03: "A minha intencionalidade foi justamente abrir os olhos dos alunos pra eles enxergarem além da 'decoreba' de valores para um exercício de Termoquímica."	das Características de Aprendizagem da Química (KFLC)	processo de assimilação	uma simplificação dos conceitos numéricos de entalpia padrão de formação das substâncias químicas envolvidas em uma transformação.
	dos Tópicos de Química (KoTC)	procedimentos teóricos	normas e procedimentos teóricos responsáveis por se obter o resultado de variações de entalpia numa reação química, comparando e discutindo os valores obtidos por meio dos cálculos.
	do Ensino de Química (KCT)	Estratégias de ensino (interpretação)	uma interpretação dos dados do exercício sobre valores de entalpia: "O próprio exercício te dá o valor das entalpias padrão de formação, não é preciso decorar".

Elaborado pelos Autores

Em conformidade com o relato colhido na entrevista, o qual nos remete às ideias de Oliveira (2017) e Hernandes (2018), o Prof. Carvalho faz uso de conhecimentos específicos ao abordar os valores de referências, sejam de substâncias simples ou compostas. Ele evita estimular a simples memorização desses valores, o que não promoveria uma discussão desses dados numéricos. Verificam-se, portanto, os conhecimentos de ambos os domínios – ou seja, dos Conhecimentos Químicos, naquilo que se refere ao subdomínio dos tópicos de Química (KoTC), ao abordar os valores em si, e dos Conhecimentos Didáticos Do Conteúdo (PCK), em se tratando do subdomínio do Ensino de Química (KCT), ao abordar as possíveis interpretações desses valores numéricos, seja em um exercício, em uma avaliação ou no contexto do cotidiano dos estudantes. O quadro 4, a seguir, estabelece outras conexões entre os conhecimentos desse professor.

## QUADRO 4

Análise da aula 4 do Prof. Carvalho, linhas 04 a 08, 12 a 16 e 16 a 19, concomitantemente à entrevista com o professor, linhas 14 a 19

Trecho da transcrição	Análises do pesquisador		
Evidências			
Manifestação	Conhecimento...	associado a...	que consiste (m) em...
<p>Prof_Carvalho: E.A4_L04-08: "Lá nas aulas passadas [aulas 1, 2 e 3], a gente pegava um exercício, falava alguma coisa a respeito de variação de calor. E, quando a gente olhava no exercício, ele mostrava pra gente uma reação química, representando aquela transformação da matéria e, logo abaixo, o exercício dava essa informação: 'dado os calores de formação'. E aí, o que eu fazia? Eu pegava o calor total dos produtos menos o calor total dos reagentes. Delta H é igual a Hp menos Hr." Entr_ProfCarvalho_L14-19: "Acredito que uma aula de Química não deva ser lecionada de maneira isolada, desconexa das outras, pois elas são interdependentes. Eu preciso de um conhecimento prévio para dar sequência no meu conteúdo, entende?"</p>	da Estrutura da Química (KSC)	estrutura da química e suas conexões, vinculando diferentes conceitos	conexões entre os conceitos construídos anteriormente (reações endotérmicas e exotérmicas e representações gráficas e numéricas de entalpia) e os que ainda serão mediados (entalpia de ligação).
	dos Tópicos de Química (KoTC)	aplicação	constructos matemáticos necessários para realização do cálculo de entalpia para as reações químicas que ocorrem em uma única etapa: "E aí, o que eu fazia? Eu pegava o calor total dos produtos menos o calor total dos reagentes".
	dos Tópicos de Química (KoTC)	definições, conceitos e seus fundamentos	um conceito de entalpia em reações elementares (que ocorrem numa única etapa).
	do Ensino de Química (KCT)	estratégias de ensino (revisão)	revisões dos conteúdos das aulas anteriores, como o cálculo do calor total dos reagentes.

Elaborado pelos Autores

Dando continuidade aos conhecimentos construídos nas três primeiras aulas, o professor faz, no início da quarta aula, uma revisão dos conteúdos já abordados, conforme mostra a manifestação *Prof\_Carvalho: E.A4\_L04-08*<sup>[12]</sup>. Nela, observam-se os conhecimentos dos subdomínios Tópicos de Química (KoTC), Estrutura da Química (KCS) e Ensino de Química (KCT). Tais manifestações só puderam ser classificadas como evidências a partir da confrontação das observações com a entrevista do professor (trecho *Entr\_ProfCarvalho\_L14-19*<sup>[13]</sup>). O docente apresenta bastantes conhecimentos do ensino de Química, usando como estratégia de ensino a revisão. A aula de Química não pode ser vista de maneira isolada dos demais conhecimentos que englobam um conteúdo, a partir de uma perspectiva construtivista do conhecimento, de acordo com os ideais que Chassot (2014) defende, ao abordar a alfabetização científica e as linguagens para se entender o mundo. O quadro 5 apresenta outras conexões, agora para as aulas da Prof.<sup>a</sup> Magnólia.

Nas manifestações apresentadas no quadro 5, a Prof.<sup>a</sup> Magnólia discorre quanto à exemplificação das reações endotérmicas, ou seja, aquelas que esfriam. Conforme mostra a entrevista anterior (*Entr\_ProfMagnólia\_L22-24*<sup>[14]</sup>), a utilização de exemplos pode aproximar os alunos do conteúdo de Termoquímica, de acordo com Rezende (2019), autor que aborda as dificuldades de se ensinar os tópicos da Química. A professora conecta os conhecimentos dos dois domínios do modelo – o dos Conhecimentos Químicos (CK) e o dos Conhecimentos Didáticos de Conteúdo (PCK). O quadro 6 apresenta outras análises.

QUADRO 5  
Transcrição da aula 1 da Prof.<sup>a</sup> Magnólia, linhas 38 a 44

Trecho da transcrição	Análises do pesquisador		
Evidências			
Manifestação	Conhecimento...	associado a...	que consiste (m) em...
<p>Prof. Magnólia: E.A1-L38-44: "E quando eu pego nesse mesmo recipiente e esfriou, é porque a reação química absorveu calor do ambiente. Mais uma vez, pra vocês perceberem que essas reações estão no nosso dia a dia: meninas aí que descolorem os pelos, que pegam aí a água oxigenada cremosa, com pó descolorante ou amoníaco, quando misturam esses dois reagentes, não percebem que a vasilha fica fria? Já perceberam isso? A vasilha fica gelada! Por que isso acontece? Porque, pra reagir, a água oxigenada com o pó descolorante, a reação química, para acontecer, precisa absorver calor do ambiente. Daí, esfria, dá aquela sensação de gelado, ainda mais se a vasilha for de ferro." Entr_ProfMagnólia_L22-24: "Eu julgo ser uma boa estratégia de ensino, facilitando a assimilação com o conteúdo, a explicação a partir de exemplos, pois, assim, os alunos podem ver na prática, quero dizer, no dia a dia deles, as reações químicas que estudamos em sala de aula."</p>	<p>das Características de Aprendizagem da Química (KFLC)</p>	<p>processo de assimilação</p>	<p>uma exemplificação: descoloração de pelos.</p>
	<p>dos Tópicos de Química (KoTC)</p>	<p>definições</p>	<p>conceitos de reações endotérmicas (que esfriam).</p>

Elaborado pelos Autores

QUADRO 6  
Transcrição da aula 1 da Prof.<sup>a</sup> Magnólia, linhas 44 a 49

Trecho da transcrição	Análises do pesquisador		
Evidências			
Manifestação	Conhecimento...	associado a...	que consiste(m) em...
Prof_Magnólia: E. A1-L44-49: "Outro exemplo, pra vocês verem uma reação química que tá aí na casa de vocês! Quando a mãe de vocês ou a avó vai fazer sabão, mistura lá, né? O óleo usado, que não pode jogar fora por conta da poluição, pode reagir com a soda cáustica, que vocês estudaram no ano passado como hidróxido de sódio, NaOH. Daí, nessa mistura, com um pouco de etanol, a mistura esquenta, não é? Eu pego no balde, e o balde tá quente. Por que essa reação libera calor? Então, isso tem que ficar muito claro na nossa aula de hoje. Reações que absorvem calor, precisam de calor são reações endotérmicas. E reações que liberam calor, soltam calor são exotérmicas."	da Estrutura da Química (KSC)	estrutura da Química e suas conexões no contexto da própria disciplina	uma conexão de conhecimento, devido à construção ou o desenvolvimento de um novo conteúdo: bases de Arrhenius (hidróxidos) e reação exotérmica.
	dos Tópicos de Química (KoTC)	definições	conceitos de reações exotérmicas (que esquentam), a partir de exemplos.
	das Características de Aprendizagem da Química (KFLC)	processo de assimilação	uma exemplificação: síntese do sabão.

Elaborado pelos Autores

Na manifestação *Prof\_Magnólia: E.A1-L44-49*, a Prof.<sup>a</sup> Magnólia discorre quanto à reação de síntese do sabão caseiro. A partir da entrevista (Entr\_ProfMagnólia\_L22-24) apresentada no quadro 6, percebe-se que a exemplificação é uma das estratégias de ensino utilizadas pela professora. Essa estratégia permite aproximar os alunos do conteúdo químico, aludindo às queimadas, à descoloração dos pelos ou à fabricação do sabão caseiro. Essas situações permitem compreender os conceitos de reações endotérmicas e exotérmicas (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2005).

Além disso, a partir das relações entre os subdomínios identificados, por meio da visão integradora acerca dos conhecimentos que sustentaram as aulas dos sujeitos, podemos entender as articulações que sustentam os conhecimentos necessários para desenvolver o ensino da Termoquímica. Nesse contexto, as exemplificações se mostraram muito importantes, aproximando os domínios químicos e didáticos do conteúdo.

Apesar dos resultados da análise dos 153 conhecimentos identificados na transcrição das aulas (71 conhecimentos para o Prof. Carvalho e 82 para a Prof.<sup>a</sup> Magnólia) estarem restritos à atual configuração do modelo CTSK, uma vez que apenas o subdomínio dos Conhecimentos dos Tópicos de Químicas (KoTC) estava categorizado, foram identificadas, como proposto nos objetivos, as conexões entre os conhecimentos especializados de professores de Química necessários para se ensinar o conteúdo de Termoquímica. Vale ressaltar que o único subdomínio não identificado na análise foi o do Conhecimento de Pesquisa e Desenvolvimento da Química (KDRC) – para ambos os professores. Isso se deu, possivelmente, porque o colégio da rede particular não contava com laboratório de pesquisa e possui foco em vestibulares. Segundo o Prof. Carvalho relatou, ele tinha planejamentos prontos para o conteúdo e dava maior ênfase à preparação para o Enem do que à pesquisa científica propriamente dita.

No caso da Prof.<sup>a</sup> Magnólia, as aulas foram conduzidas em plataformas virtuais, devido à pandemia do novo Coronavírus. De acordo com a mesma, ela possuía intenções de trabalhar com a experimentação investigativa durante as aulas e, devido à realidade da escola e das aulas online, não foi possível dispor de tais conhecimentos durante a mobilização de suas aulas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, foi possível caracterizar, a partir das observações das aulas dos professores, das entrevistas semiestruturadas e do modelo teórico CTSK, os Conhecimentos Especializados de Professores de Química mobilizados para ensinar o conteúdo de Termoquímica e identificar as suas conexões. A partir da transcrição das aulas dos professores Carvalho e Magnólia e da análise dos dados coletados, os resultados obtidos mostraram as evidências dos conhecimentos especializados em ambos os domínios do modelo – no domínio didático (PCK) e no domínio da Química propriamente dito (CK).

Considerando os resultados discutidos, seria interessante se os demais docentes e os pesquisadores da área de Química realizassem uma autorreflexão acerca de sua prática. É necessário repensar o ensino, os desafios, os obstáculos, os modelos teóricos e as dificuldades em ensinar Termoquímica em futuras aulas. Outros trabalhos, como teses, dissertações e artigos, serão importantes para confrontar os nossos resultados com outras abordagens quanto ao uso do modelo teórico CTSK como um instrumento de análise, uma vez que este está limitado à atual configuração, não sendo categorizado todos os subdomínios. Para tanto, no intuito de construir novas maneiras de entender a área de ensino de Química, expomos alguns indicadores de categorias. Tais maneiras devem, por fim, considerar as idiosincrasias da disciplina, tanto para os sujeitos ainda na graduação quanto para os professores que atuam diretamente na área.

## REFERÊNCIAS

- 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.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BENEDICTO, E. C. P. *Humor e riso na educação escolar*. 1. ed. São Paulo: Biblioteca 24h, 2016.
- BOGDAN, R. S.; BIKEN, S. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. 12. ed. Porto: Porto Ed., 2003.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Brasília: MEC, 2018.



- BROWN, T.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. Química: a Ciência central. 9. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2005.
- CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. A necessária renovação do ensino das Ciências. São Paulo: Cortez, 2005.
- CARRILLO, J.; AVILA, D. I. E.; MORA, D. V.; FLORES-MEDRANO, E. Un marco teórico para el conocimiento especializado del profesor de matemáticas. Huelva, Espanha: Universidad de Huelva Publicaciones, 2014.
- CEDRAN, D. P.; CEDRAN, J. C.; KIOURANIS, N. M. M. A importância da simbologia no ensino de Química e suas correlações com os aspectos macroscópicos e moleculares. Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 9, n. 4, p. 38-57, 29 set. 2018.
- CHASSOT, A. I. Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. 1. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2014.
- GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 2002.
- HERNANDES, J. L. Relações sintagmáticas e paradigmáticas para a apropriação de conceitos de Termoquímica. 2018. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, Paraná, 2018.
- LIMA, L. Escola não é circo, professor não é palhaço: intencionalidade e educação. 2. ed. Rio de Janeiro: Wak, 2008.
- LUÍS, M. Conhecimento especializado de professores de Biologia. 2019. Tese (Doutorado) – Univesidad de Huelva, Huelva, Espanha, 2019. Documento inédito.
- LUÍS, M.; CARRILLO, J. O modelo do conhecimento especializado do professor de Biologia (BTSK). Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 11, n. 7, p. 19-36, 20 nov. 2020.
- MELO, J. R. F. A formação inicial do professor de Química e o uso das novas tecnologias para o ensino: um olhar através de suas possibilidades formativas. 2007. 168 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.
- MINAYO, M. C. S. (org.). Pesquisa social: teoria, método e criatividade. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.
- MORIEL JÚNIOR, J. G.; ALENCAR, A. P. MTSK, pesquisa e formação docente em Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. In: III SEMINÁRIO INTERNACIONAL CIESPMAT: ESPECIFICIDADES DO CONHECIMENTO DO PROFESSOR DE/QUE ENSINA MATEMÁTICA E A PESQUISA E FORMAÇÃO OBJETIVANDO O SEU DESENVOLVIMENTO. Anais [...], Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, 2019, p. 01-06.
- MORIEL JÚNIOR, J. G.; ALENCAR, E. S. de. Research and teacher education with MTSK in Mato Grosso and Mato Grosso do Sul. Research, Society and Development [S. l.], v. 9, n. 4, p. e98942885, 2020.
- PEREIRA, F. G. Proposta e análise de uma sequência didática para abordar o conteúdo de Termoquímica no Ensino Médio. 2019. 118 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.
- REZENDE, F. Educação em Ciências como campo político: disputas atuais por projetos curriculares. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 36, n. 2, 2019.
- RIBEIRO, M. T. D. Saberes científicos e pedagógicos de conteúdo expressos por professores egressos do Programa de Bolsa de Iniciação à Docência em Química da UFMT. 2016. 161 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Cuiabá, 2016.
- SHULMAN, L. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. Educational Researcher, v. 15, n. 4, p. 04-14, 1986.
- SILVA, M. M. Conhecimento especializado de professores de Biologia: análise de relatos de prática do Ensino Médio. 2020. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) – IFMT, Cuiabá, 2020.
- SILVEIRA, H. E. A História da Ciência em periódicos brasileiros de Química: contribuições para a formação docente. 2008. 255 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Unicamp, Campinas, 2008.
- SOARES, E. C. O professor de química e a epistemologia da prática pedagógica: limites e desafios para a inovação. 2012. 196 f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS), Porto Alegre, 2012.

- SOARES, S. T. C. Conhecimento especializado de professores de Química – CTSK: proposta de modelo teórico. 2019. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) – IFMT, Cuiabá, 2019.
- SOARES, S. T. C.; LIMA, S. S.; CARBO, L. Conhecimento especializado de professores de Química: modelo teórico. Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (Reamec), v. 8, n. 2, p. 648-666, Cuiabá, 2020.
- SOUZA, V. C. A. Construção de modelos e mediação do conhecimento científico na formação inicial dos professores de Química: uma análise do processo de ensino da Termoquímica. 2014. 283 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, 2014.
- TARDIF, M. Saberes docentes e formação profissional. 9. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2008.
- VELOSO, A. S.; SANTOS, P. M.; KALHIL, J. B. O processo de ensino-aprendizagem do conceito de energia na Termoquímica e a relação com o cotidiano de alunos do Ensino Médio. Latin American Journal of Science Education, vol. 1, 2015.

## NOTAS

- [1] A sigla “CTSK” é a mais comumente usada em periódicos. Portanto, adotamos essa sigla ao discutirmos o modelo teórico em questão.
- [2] A sigla “PCK” é a mais comumente usada em periódicos. Sendo-se assim, neste trabalho, adota-se essa sigla para discutir os Conhecimentos Pedagógicos de Conteúdo.
- [3] Sigla em inglês para “*Chemistry Knowledge*”.
- [4] Sigla em inglês para “*Knowledge of Topics of Chemistry*”.
- [5] Sigla em inglês para “*Knowledge of the Structure of Chemistry*”.
- [6] Sigla em inglês para “*Knowledge of Research and Development of Chemistry*”.
- [7] Sigla em inglês para “*Pedagogical Content Knowledge*”.
- [8] Sigla em inglês para “*Knowledge of Chemistry Teaching*”.
- [9] Sigla em inglês para “*Knowledge of Features of Learning Chemistry*”.
- [10] Sigla em inglês para “*Knowledge of Chemistry Learning Standards*”.
- [11] Abreviação para: “Evidência da aula 1 do Prof. Carvalho, linhas 02 a 07”.
- [12] Abreviação para “Evidência da aula 4 do Prof. Carvalho, linhas 04 a 08.
- [13] Abreviação para: “Entrevista do Prof. Carvalho, linhas 14 a 19”.
- [14] Abreviação para “Entrevista com a professora Magnólia, linhas 22 a 24”.

## LIGAÇÃO ALTERNATIVE

<https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2878/1547> (pdf)