



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO
GROSSO - CAMPUS CEL. OCTAYDE JORGE DA SILVA
UNIVERSIDADE DE CUIABÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM ENSINO**

SUSEL TAÍS COELHO SOARES

**CONHECIMENTO ESPECIALIZADO DE PROFESSORES DE
QUÍMICA – CTSK: Proposta de Modelo Teórico**

CUIABÁ - MT
Março 2019



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO
GROSSO - CAMPUS CORONEL OCTAYDE JORGE DA SILVA
UNIVERSIDADE DE CUIABÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM ENSINO**

SUSEL TAÍS COELHO SOARES

**CONHECIMENTO ESPECIALIZADO DE PROFESSORES DE
QUÍMICA – CTSK: Proposta de Modelo Teórico**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, Mestrado Acadêmico em Ensino do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT) e Universidade de Cuiabá (UNIC), sob a Orientação do Prof. Dr. Leandro Carbo.

Área de Concentração: Ensino, Currículo e Saberes
Docentes

Linha de Pesquisa: Ensino de Matemática, Ciências
Naturais e suas Tecnologias

CUIABÁ - MT
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação CIP)
Biblioteca Orlando Nigro – Campus Cuiabá
Jorge Nazareno Martins Costa – CRB1 - 3205

S676c Soares, Susel Taís Coelho

Conhecimento especializado de professores de química – ctsk: proposta de modelo teórico / Susel Taís Coelho Soares. – Cuiabá: IFMT, 2019.
113 f., il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Carbo .
Dissertação (mestrado) – Mestrado Acadêmico em Ensino do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT) e Universidade de Cuiabá (UNIC).
Inclui referência.

1. Ensino de Química . 2. Química – Estudo e Ensino . I. Carbo, Leandro (Orientador). II. Título.

CDD – 540.1
CDU - 54:371.3



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
CAMPUS CUIABÁ – CEL. OCTAYDE JORGE DA SILVA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO
Nível Mestrado

ATA DO EXAME DE DEFESA

Aos quatorze dias do mês de março do ano de dois mil e dezenove, às 14:00 horas, no Programa de Pós-Graduação em Ensino do Instituto Federal de Mato Grosso em Rede com a Universidade de Cuiabá, na Sala de Reuniões da Direção Geral, *Campus Cuiabá* “Cel. Octayde Jorge da Silva”, sob a presidência do Prof. Dr. Leandro Carbo, CPF 839.506.561-20 como Orientador, e com a participação dos membros examinadores Prof. Dr. Geison Jader Mello, CPF 283.851.558-64 como Examinador Interno, e o Prof. Dr. Marcel Thiago Damasceno Ribeiro, CPF 691.442.141-20 como Examinador Externo reuniram-se a banca de Exame de **Defesa Pública de Dissertação de Susel Tais Coelho Soares** matrícula **2017180660085**, aluno do Curso de Mestrado Acadêmico em Ensino. A dissertação intitulada “**Conhecimento Especializado de Professores de Química – CTSK: Proposta de Modelo Teórico**” foi apresentada e após a arguição da banca foi APROVAR. Para constar, foi lavrada a presente ata que depois de lida e aprovada, vai assinada pelos membros da banca examinadora.

Prof. Dr. Leandro Carbo – Presidente da Mesa e Orientador

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – IFMT

Prof. Dr. Geison Jader Mello - Examinador Interno

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – IFMT

Prof. Dr. Marcel Thiago Damasceno Ribeiro - Examinador Externo

Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT

Cuiabá, 14 de Março de 2019.



DEDICATÓRIA

Dedico esta Dissertação, única e exclusivamente, a Deus, por me dar força, determinação, sabedoria e pôr pessoas em meu caminho que pudessem me motivar significativamente para esta conquista.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por permitir a conquista deste título, pois foi uma caminhada entre muitas pedras, foram dois anos muito difíceis, mas a tão almejada conquista foi alcançada.

Agradeço aos meus gêmeos lindos que amo imensamente, pois com pouco mais de um ano, apesar de sentirem minha ausência, sempre me deram muito amor e são minhas fontes de inspiração. Tudo foi para um bem maior. Um futuro melhor! Uma conquista não só minha, mas deles também.

Agradeço ao meu esposo Daniel que incentivou a prestar o mestrado e cuidou com muito amor dos nossos filhos.

Aos meus pais, minhas irmãs e minha sogra que, mesmo longe, incentivaram a conclusão do mestrado.

Ao meu orientador Prof. Dr. Leandro Carbo agradeço pela parceria, incentivo, aprendizado e, principalmente, pela compreensão. Foi, além de orientador e colega de trabalho, um grande amigo. Que apesar das dificuldades que passou nestes dois anos, esteve sempre à disposição.

Aos colegas, Vicente, Stela, Glauco e Marcela, aos professores do grupo de pesquisa, Dr. Jeferson, Dr. Geison e Dr. Leandro, muito obrigada pelas discussões, indagações, contribuições, enfim todo aprendizado e todos os momentos que compartilhamos nestes dois anos.

Agradeço à colega Mônica Luis que contribuiu compartilhando sua trajetória, dificuldades e resultados de pesquisa na área da Biologia.

Ao Prof. Dr. José Carrillo que, além de contribuir com seus conhecimentos durante sua visita a Cuiabá, concedeu a honra de retornar ao Brasil e ser membro da banca deste trabalho.

À minha amiga Stela que foi parceira, esteve sempre ao meu lado, incentivando, ajudando, ensinando, enfim, muito obrigada! Sem sua ajuda não sei se conseguiria esta conquista.

À minha querida amiga Danielle que para mim é como uma irmã e que, mesmo estando longe, sempre incentivou, aconselhou e se alegrou com minhas conquistas.

À minha amiga Astaziane pela motivação, pelos conselhos e direcionamento nesta caminhada. Que me ajudou a erguer a cabeça e seguir em frente sempre!

À minha amiga e coordenadora Dra. Lisandra pela parceria, pela compreensão e pelo incentivo nesta caminhada.

A todas as pessoas que contribuíram, diretamente e indiretamente, para a conquista dessa importante etapa da minha vida deixo aqui meus eternos agradecimentos!

Esta vitória não é só minha, mas de todos nós!

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.

Madre Teresa de Calcutá

APRESENTAÇÃO PESSOAL

Professora efetiva do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFMT Campus Cuiabá Bela Vista, graduada em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP – IQ/CAr, especialista em Gestão Pública pela Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT, especialista em Perícia Criminal pela Faculdade das Águas Emendadas – FAE.

Experiência atual como Professora do Ensino Técnico e Superior, com disciplinas nas áreas de Processos Industriais, Tecnologia de Bebidas e Físico-Química para os cursos Técnico em Química e Engenharia de Alimentos, e Coordenadora do curso Técnico em Meio Ambiente Integrado ao Ensino Médio.

Experiência anterior em multinacional como Química Responsável e representante na Comissão de Saúde, Segurança e Meio Ambiente da ABIFRA (Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Essenciais, Produtos Químicos Aromáticos, Fragrâncias, Aromas e Afins).

RESUMO

SOARES, S. T. C. **Conhecimento Especializado de Professores de Química – CTSK: Proposta de Modelo Teórico**. 2019, 113f. 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.

A proposta de modelos educacionais tem sido objeto de estudo nas últimas décadas; a área da Matemática tem tido maior destaque em comparação com as demais, inclusive possui o modelo teórico denominado Conhecimento Especializado de Professores de Matemática (*Mathematics Teacher's Specialized Knowledge* – MTSK). Este modelo possibilita a descrição do conjunto de conhecimentos matemáticos necessários para o ensino e aprendizagem de determinado tema matemático. Embora a Matemática tenha sido pioneira no modelo de Conhecimento Especializado de Professores e exista outros modelos genéricos para a área das ciências da natureza, somente em 2018 a Física propôs o modelo de Conhecimento Especializado de Professores de Física através da transposição do modelo matemático. Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi propor um modelo teórico de Conhecimento Especializado de Professores para a área da Química, através da transposição do MTSK, com intuito de diminuir a desconexão do conhecimento científico com o pedagógico, permitir que o docente possa aprimorar seus conhecimentos para ensinar Química e, conseqüentemente, contribuir para o processo de ensino-aprendizagem. O levantamento de dados foi através de episódios de ensino, para experimentação do modelo transposto como ferramenta analítica, buscando identificar lacunas e/ou inadequações provenientes da transposição. Através dos resultados da transposição e experimentação fez-se as adequações necessárias, resultando no modelo teórico Conhecimento Especializado de Professores de Química (CTSK). O resultado foi satisfatório, uma vez que atendeu aos objetivos propostos resultando no CTSK, um modelo teórico com dois domínios, um referente ao Conhecimento Químico e outro ao Conhecimento Didático do Conteúdo; cada domínio possui três subdomínios e o modelo ainda considera as crenças provenientes, tanto dos professores quanto dos alunos. O subdomínio Conhecimento dos Tópicos da Química foi estudado mais profundamente e resultou na determinação de sete categorias para eliminar as lacunas identificadas após a experimentação do modelo teórico transposto.

Palavras chave: MTSK, CTSK, Conhecimento Especializado, Ensino de Química.

ABSTRACT

The proposal of educational models has been object of study in the last decades, the area of the mathematics has had greater prominence in comparison with the others, also owns the theoretical model denominated *Mathematics Teacher's Specialized Knowledge* (MTSK). This model allows the description of the set of mathematical knowledge necessary for the teaching and learning of a certain mathematical topic. Although mathematics was a pioneer at the model of *Teacher's Specialized Knowledge* and also there are other generic models for the area of the natural sciences, only in 2018, physics proposed the model *Physics Teacher's Specialized Knowledge* through the transposition of the mathematical model. Thus, the objective of this research was to propose a theoretical model *Teacher's Specialized Knowledge* for the area of chemistry, through the transposition of the MTSK, in order to reduce the disconnection of scientific chemistry and pedagogical knowledge, to allow teachers to improve their knowledge to teach chemistry, consequently contributing to the teaching-learning process. The data collection was through teaching episodes, for experimentation of the transposed model as an analytical tool, seeking to identify gaps and / or inadequacies coming from the transposition. Through the results of the transposition and experimentation, the necessary adaptations were made, resulting in the theoretical model *Chemistry Teacher's Specialized Knowledge* (CTSK). The result was satisfactory, since it met the proposed objectives resulting in the CTSK, a theoretical model with two domains, one referring to *Chemistry Knowledge* and another to *Pedagogical Content Knowledge*, each domain has three subdomains and the model still considers the beliefs coming from both teachers and students. The subdomain *Knowledge of Topics of Chemistry* was studied more deeply and resulted in the determination of seven categories to eliminate the gaps identified after the experimentation of the theoretical model transposed.

Keywords: MTSK, CTSK, Specialized Knowledge, Chemistry Teaching.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Linha do tempo de modelos relacionados ao PCK	27
Figura 02 – Modelo hexagonal proposto por Park e Oliver em 2008	29
Figura 03 – Mapeamento geográfico dos estudos relacionados ao PCK, referentes a Ciências da Natureza e Matemática (1291 artigos)	30
Figura 04 – Modelo MTSK	32
Figura 05 – Conexões dos conhecimentos químicos, físicos e matemáticos para alguns conteúdos químicos	36
Figura 06 – Regra para identificação do conhecimento	41
Figura 07 – Regra para identificação das crenças	41
Figura 08 – Proposta CTSK transposto	45
Figura 09 – Porcentagem dos conhecimentos evidenciados em cada subdomínio CTSK	51
Figura 10 – Porcentagem dos conhecimentos evidenciados em cada categoria do subdomínio KoT da análise geral	52
Figura 11 – Palavras-chave evidenciadas após análise geral e suas respectivas frequências ..	55
Figura 12 – Palavras-chave evidenciadas após análise do subdomínio KoT e suas respectivas frequências	56
Figura 13 – Modelo CTSK	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Exemplo de uma lacuna do CTSK transposto	49
Quadro 02 – Primeiro episódio de ensino selecionado para aplicação do CTSK transposto como ferramenta analítica	50
Quadro 03 – Segundo episódio de ensino selecionado para aplicação do CTSK transposto como ferramenta analítica	50
Quadro 04 – Transcrição dos trechos do a01 que evidenciam crenças	57
Quadro 05 – Transcrição dos trechos do a02 que evidenciam crenças	58
Quadro 06 – Transcrição do trecho a02.c26.KoT	62
Quadro 07 – Transcrição do trecho a02.c13.KoT	62
Quadro 08 – Transcrição do trecho a02.c28.KoT	63
Quadro 09 – Transcrição do trecho a02.c31.KoT	64
Quadro 10 – Transcrição do trecho a02.c16.KoT	64
Quadro 11 – Transcrição do trecho a01.c05.KoT	65
Quadro 12 – Transcrição do trecho a02.c18.KoT	66
Quadro 13 – Transcrição do trecho a02.c01.KoT	66
Quadro 14 – Transcrição do trecho a02.c41.KoT	66
Quadro 15 – Transcrição do trecho a02.c02.KoT	67
Quadro 16 – Transcrição do trecho a01.c25.KSC	68
Quadro 17 – Transcrição do trecho a02.c49.KSC	69
Quadro 18 – Transcrição do trecho a02.c40.KoT	70
Quadro 19 – Transcrição do trecho a02.c26.KoT	70
Quadro 20 – Transcrição do trecho a01.c01.KCT	72
Quadro 21 – Transcrição do trecho a01.c04.KCT	72
Quadro 22 – Transcrição do trecho a01.c13.KCT	73
Quadro 23 – Transcrição do trecho a01.c19.KCT	73
Quadro 24 – Transcrição do trecho a02.c09.KCT	74
Quadro 25 – Transcrição do trecho a02.c52.KCT	74
Quadro 26 – Transcrição do trecho a01.c14.KCT	75
Quadro 27 – Transcrição do trecho a01.c15.KCT	75
Quadro 28 – Transcrição do trecho a01.c17.KCT	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Salário Anual Inicial dos Professores do Ensino Médio	23
Tabela 02 – Algumas particularidades de modelos relacionados ao PCK	28
Tabela 03 – Modelo MTSK com definição de subdomínios e categorias	34
Tabela 04 – Programa da Olimpíada Brasileira de Química	37
Tabela 05 – Análise das áreas dos Conhecimentos Químicos requisitados na Olimpíada Brasileira de Química	38
Tabela 06 – Etapas de execução da pesquisa	42
Tabela 07 – Descrição dos domínios e subdomínios do CTSK transposto	46
Tabela 08 – Identificação dos conhecimentos do KoT, a partir do CTSK transposto	48
Tabela 09 – Palavras-chave atribuídas aos conhecimentos evidenciados do KoT e seus respectivos códigos de identificação	60
Tabela 10 – Descrição dos domínios e subdomínios do CTSK	84
Tabela 11 – Descrição das categorias do KoTC	85

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIFRA	Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Essenciais, Produtos Químicos Aromáticos, Fragrâncias, Aromas e Afins
CK	<i>Chemistry Knowledge</i> – Conhecimento Químico
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CTSK	<i>Chemistry Teacher's Specialized Knowledge</i> – Conhecimento Especializado de Professores de Química
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
FAE	Faculdade das Águas Emendadas
GIMC	Grupo Interdisciplinar de Ensino de Matemática e Ciências da Natureza
IFMT	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
KCLS	<i>Knowledge of Chemistry Learning Standards</i> – Conhecimento dos Parâmetros da Aprendizagem de Química
KCT	<i>Knowledge of Chemistry Teaching</i> – Conhecimento do Ensino de Química
KFLC	<i>Knowledge of Features of Learning Chemistry</i> – Conhecimento das Características de Aprendizagem da Química
KFLM	<i>Knowledge of Features of Learning Mathematics</i> – Conhecimento das Características de Aprendizagem de Matemática
KMLS	<i>Knowledge of Mathematics Learning Standards</i> – Conhecimento dos Parâmetros da Aprendizagem de Matemática
KMT	<i>Knowledge of Mathematics Teaching</i> – Conhecimento do Ensino de Matemática
KoT	<i>Knowledge of Topics</i> – Conhecimento dos Tópicos
KoTC	<i>Knowledge of Topics of Chemistry</i> – Conhecimento dos Tópicos da Química
KPC	<i>Knowledge of Practices in Chemistry</i> – Conhecimento da Prática Química
KPM	<i>Knowledge of Practices in Mathematics</i> – Conhecimento da Prática Matemática
KRDC	<i>Knowledge of Research and Development of Chemistry</i> – Conhecimento de Pesquisa e Desenvolvimento da Química
KSM	<i>Knowledge of the Structure of Mathematics</i> – Conhecimento da Estrutura da Matemática
KSC	<i>Knowledge of the Structure of Chemistry</i> – Conhecimento da Estrutura da Química
MK	<i>Mathematics Knowledge</i> – Conhecimento Matemático
MKT	<i>Mathematics Knowledge for Teaching</i> – Conhecimento Matemático para o Ensino
MTSK	<i>Mathematics Teacher's Specialized Knowledge</i> – Conhecimento Especializado de Professores de Matemática

PaP-eR	<i>Pedagogical and Professional-experience Repertoire</i> – Relatório da Experiência Profissional Pedagógica
PCK	<i>Pedagogical Content Knowledge</i> – Conhecimento Pedagógico do Conteúdo
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
UFMT	Universidade Federal de Mato Grosso
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UNESP	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
UNIC	Universidade de Cuiabá

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1 DESVALORIZAÇÃO PROFISSIONAL	22
2.2 O ENSINO DE QUÍMICA	25
2.3 MODELOS DE ENSINO	26
2.4 CONHECIMENTO ESPECIALIZADO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA	31
2.5 CARACTERÍSTICAS DA QUÍMICA	35
3 METODOLOGIA	39
3.1 1ª ETAPA – TRANSPOSIÇÃO DIRETA DO MTSK	39
3.2 2ª ETAPA – EXPERIMENTAÇÃO DO CTSK TRANSPOSTO	40
3.3 3ª ETAPA – PROPOSTA DO CTSK	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
4.1 TRANSPOSIÇÃO DIRETA DO MTSK.....	43
4.1.1 Descrição dos domínios e subdomínios do CTSK transposto	43
4.1.2 Descrição das categorias do KoT para o CTSK transposto	47
4.1.3 Identificação de exemplos dos conhecimentos CTSK transposto na literatura	47
4.2 EXPERIMENTAÇÃO DO CTSK	49
4.2.1 Seleção dos Episódios de Ensino	50
4.2.2 Análise dos Episódios de Ensino	51
4.2.3 Aplicação do CTSK transposto como Ferramenta Analítica	54
4.2.3.1 Crenças	57
4.2.3.2 KoT - Conhecimento dos Tópicos	58
4.2.3.3 KSC - Conhecimento da Estrutura da Química	67
4.2.3.4 KPC - Conhecimento da Prática Química	70
4.2.3.5 KCT - Conhecimento do Ensino da Química	71
4.2.3.6 KFLC - Conhecimento das Características de Aprendizagem da Química	76
4.2.3.7 KCLS – Conhecimento dos Parâmetros da Aprendizagem de Química	76
4.3 PROPOSTA DO CTSK E DAS CATEGORIAS DO KOT	77
4.3.1 Proposta do CTSK	77
4.3.1.1 Conhecimento Químico – <i>Chemistry Knowledge</i> (CK)	78
4.3.1.1.1 Conhecimento dos Tópicos da Química – KoTC	78
4.3.1.1.2 Conhecimento da Estrutura da Química – KSC	79

4.3.1.1.3 Conhecimento de Pesquisa e Desenvolvimento da Química – KRDC	81
4.3.1.2 Conhecimento Didático do Conteúdo – PCK	81
4.3.1.2.1 Conhecimento do Ensino de Química – KCT	81
4.3.1.2.2 Conhecimento das Características de Aprendizagem da Química – KFLC	82
4.3.1.2.3 Conhecimento dos Parâmetros da Aprendizagem de Química – KCLS	83
4.3.1.3 Crenças	83
CONSIDERAÇÕES FINAIS	86
REFERÊNCIAS	88
APÊNDICES	93
APÊNDICE I - CONHECIMENTOS IDENTIFICADOS NO EPISÓDIO 1 ➔ a01	93
APÊNDICE II - CONHECIMENTOS IDENTIFICADOS NO EPISÓDIO 2 ➔ a02	100

1 INTRODUÇÃO

A educação, embora tenha se consolidado a partir do século XVII, com a criação das instituições de ensino, ainda nos dias atuais permanece em processo de transformação devido aos problemas que enfrenta em seu cotidiano. Entretanto estes problemas não podem ser retratados como algo específico da educação, uma vez que englobam aspectos além dos educacionais, como social, financeiro, cultural e, até mesmo, histórico (COIMBRA, 1989).

Com relação à realidade da educação brasileira, esta é bastante precária, tem-se problemas como a falta de profissional em muitas áreas (BRASIL, 2017), os cursos de licenciatura que não são valorizados (OLIVEIRA; REZENDE, 2011), assim como a falta de reconhecimento profissional e, conseqüentemente, a baixa remuneração (FUENTES, 2014; FERREIRA, 2018).

Quanto ao ensino de Química, essa disciplina é relativamente nova; antigamente seus conhecimentos eram desenvolvidos como parte dos conteúdos da Física, inclusive os primeiros diplomas da área emitidos no país, têm pouco mais de cem anos; começou com nível técnico, ofertado pelo Mackenzie College, que logo se tornou um curso de nível superior e isso ocorreu no mesmo ano, 1919, em que foi inaugurada a Escola Superior de Química da Escola Oswaldo Cruz (SILVA; SCHNETZLER, 2005; LIMA, 2018).

Entretanto, há problemas nesta área tanto quanto em qualquer outra do segmento educacional; neste caso a problemática está relacionada tanto com a complexidade da disciplina (QUADROS et al., 2011) quanto com a formação docente ineficaz, ocasionada pela desconexão do conhecimento da Química com o pedagógico, um fator importante e citado por alguns autores em diferentes contextos (LOPES, 1997; GARCIA, 2009; OLIVEIRA; REZENDE, 2011).

Fazendo-se uma breve retrospectiva da evolução educacional nos últimos trinta anos, que visa contribuir com a conexão destes conhecimentos, da disciplina e o pedagógico, pode-se partir do modelo educacional proposto na década de 80 por Shulman (1986), *Pedagogical Content Knowledge* – PCK, Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, que foi citado significativamente por pesquisadores, segundo os dados apresentados nas ferramentas acadêmicas, e que contribuiu especificamente para a evolução da pesquisa educacional, principalmente na área da Matemática (GOES, 2014).

Tendo em vista o destaque da Matemática em pesquisas educacionais, em 2008 houve uma proposta de um modelo teórico relevante: *Mathematics Knowledge for Teaching* – MKT, Conhecimento Matemático para o Ensino (BALL; THAMES; PHELPS, 2008), mas que

apresentou algumas lacunas, o que posteriormente possibilitou a proposta de um novo modelo teórico, denominado *Mathematics Teacher's Specialized Knowledge* – MTSK, Conhecimento Especializado de Professores de Matemática (CARRILLO et al., 2014), que atualmente tem tido repercussão mundial, como por exemplo, em Portugal um projeto de pesquisa para obtenção do título de doutor na área de Biologia se encontra em desenvolvimento (LUÍS; MONTEIRO; CARRILLO, 2015).

No Brasil, alguns estudos vêm sendo realizados a partir do MTSK (MORIEL JUNIOR, 2014; MORIEL JUNIOR; WIELEWSKI, 2017; VASCO; MORIEL JUNIOR; CONTRERAS, 2017), inclusive com a transposição para a Física (LIMA et al., 2017; LIMA, 2018). A partir do cenário abordado tem-se em vista que há uma real necessidade de propor um modelo para o ensino de Química, que conecta o conhecimento específico ao didático para a área da Química. Dessa forma, a problemática da presente pesquisa está no questionamento de quais são as características do modelo teórico do Conhecimento Especializado de Professores de Química – *Chemistry Teacher's Specialized Knowledge* – CTSK, tendo-se por referência a base conceitual do modelo do Conhecimento Especializado de Professores de Matemática – MTSK.

A justificativa da pesquisa tem três vieses, sendo o primeiro ser uma pesquisa pioneira para a área Química, apesar de existirem modelos a partir do PCK para a área da Química, não havia ainda a proposta do conhecimento especializado. Alguns modelos se referiam à área de Ciências da Natureza, outros englobavam Ciências e Matemática de modo geral, e os modelos relativos à área química estabeleciam hierarquia entre conhecimentos. Dessa forma, teve-se a iniciativa de partir de um modelo especializado da área da Matemática para a Química propondo um modelo especializado para a área, que possibilita a conexão do conhecimento químico com o conhecimento didático para o ensino de Química. O segundo viés quanto ao vínculo da pesquisa, ao Grupo Interdisciplinar de Ensino de Matemática e Ciências da Natureza (GIMC), que atua com pesquisas voltadas ao conhecimento e formação docente para o ensino de Matemática e Ciências Naturais, campo este que possui grande demanda de pesquisas acadêmicas, uma vez que está relacionado ao processo de ensino de Matemática e Ciências, neste caso, especificamente ao ensino de Química.

O GIMC está vinculado à Rede Iberoamericana MTSK, que propôs o modelo teórico de Conhecimento Especializado de Professores de Matemática e, atualmente, possui núcleos de trabalhos em diversos países, tais como: Espanha, Portugal, Chile, Equador, Peru, México e Brasil, coordenado pelo Professor Dr. José Carrillo Yáñez.

O terceiro viés se baseia no fato da literatura apontar que o conhecimento especializado permite ao professor aprimorar seus conhecimentos para ensinar, o que é importante para a área da Química, uma vez que o conhecimento especializado propicia um nível de aprofundamento, organização e estruturação superior ao domínio da matéria a ensinar (CARRILLO YÁÑEZ; GONZÁLEZ; NAVARRO, 2015), algo que pode vir a possibilitar a valorização profissional perante a sociedade, além das contribuições para o processo educacional.

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi propor um modelo teórico capaz de descrever o conjunto de Conhecimento Especializado de Professores de Química – CTSK, a partir da análise dos domínios e subdomínios do MTSK. Para atender ao objetivo, foram traçados objetivos específicos, tais como:

- ✓ Realizar a transposição direta do MTSK para o CTSK, na qual se visa descrever os domínios, subdomínios e categorias do subdomínio Conhecimento dos Tópicos da Química, *Knowledge of Topics* – KoT, baseando-se nas definições conceituais do MTSK;
- ✓ Averiguar as adequações, inadequações e/ou limitações do modelo CTSK transposto; e
- ✓ Propor um modelo de Conhecimento Especializado de Professores de Química – CTSK, conforme os resultados da investigação do modelo transposto.

Este trabalho está dividido em 6 (seis) capítulos, sendo este o primeiro capítulo, referente à introdução. O segundo capítulo apresenta a fundamentação teórica, abordando os tópicos referentes à desvalorização do professor, ao Ensino de Química, aos Modelos de Ensino, ao modelo Conhecimento Especializado de Professores de Matemática e às Características da Química.

O terceiro capítulo indica as etapas metodológicas traçadas para atender ao objetivo da pesquisa. O quarto capítulo exhibe os resultados obtidos e a discussão para fundamentar o modelo que é proposto – CTSK. No quinto capítulo tem-se as considerações finais, apontando as limitações da pesquisa e com sugestão de futuras pesquisas. Finalizando com a apresentação das referências necessárias para desenvolvimento desta pesquisa e com os apêndices que trazem a transcrição dos conhecimentos identificados no decorrer deste trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo está dividido em cinco tópicos, sendo que o primeiro aponta os fatores que corroboram para a desvalorização da profissão Professor, com foco no profissional da área Química.

O segundo tópico apresenta problemáticas evidenciadas no ensino de Química. O terceiro traz um breve relato do papel do professor, das crenças que influenciam no processo educacional, citando modelos educacionais que têm contribuído com as pesquisas na área da educação, fornecendo elementos capazes de contribuir para a discussão dos resultados desta pesquisa.

O quarto tópico faz uma abordagem com foco principal no Conhecimento Especializado de Professores de Matemática, que é a base referencial desta pesquisa, explicando o modelo.

O quinto tópico aponta algumas características da Química que são importantes em serem evidenciadas para atender ao objetivo desta pesquisa.

2.1 DESVALORIZAÇÃO PROFISSIONAL

Embora a legislação brasileira, Lei nº 9.394/96 (BRASIL, 1996), estabeleça que a formação mínima do profissional da educação para atuar até o Ensino Médio seja Licenciatura Plena, devido à falta de profissionais habilitados foi criada a Resolução CNE/CEB Nº 02/97, estabelecendo alguns critérios básicos para oferta de um programa especial de formação docente, visando atender a falta destes profissionais com formação mínima, estipulada em lei, para atuar na educação básica brasileira, todavia não garante a qualidade da formação profissional.

Apesar disso, estados como de São Paulo, visando minimizar a problemática da falta de professores com formação mínima, criou o Projeto de Lei nº 839/2016, que embora ainda não tenha sido votada pela Assembleia Legislativa de SP nem sancionada até o presente momento, trata-se uma legislação específica que visa possibilitar a contratação de docentes no estado, mediante o Notório Saber, desvalorizando a classe deste profissional.

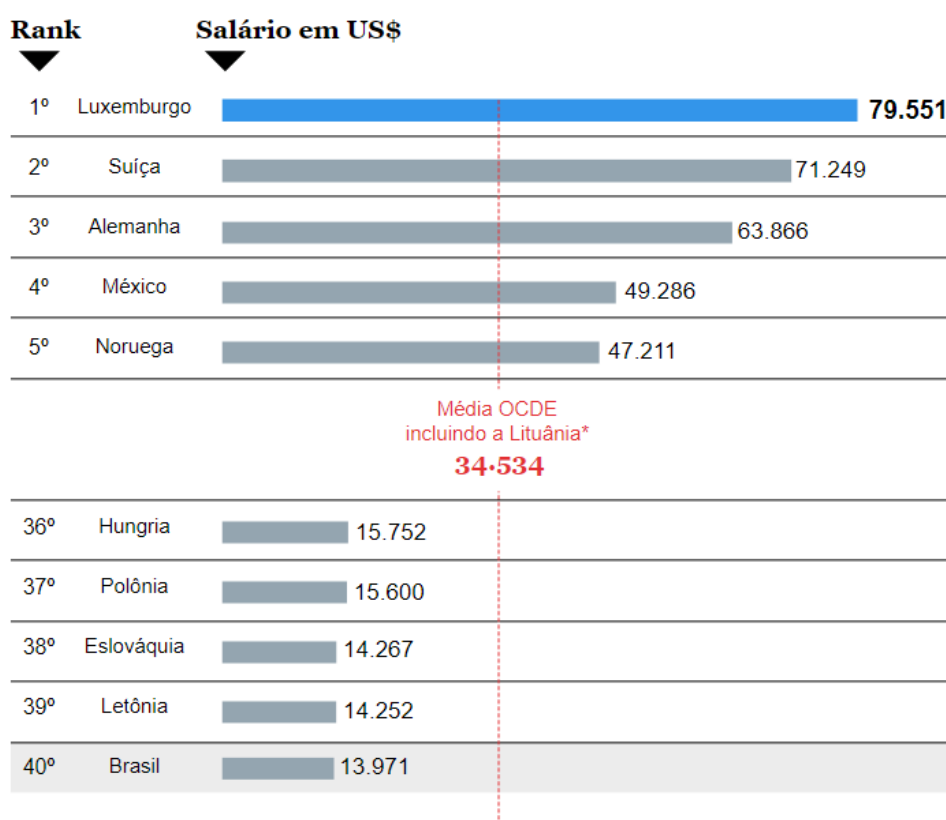
Analisando o cenário educacional de quarenta e seis países membros/parceiros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), o Brasil possui um dos mais baixos salários iniciais pagos aos professores do Ensino Médio das instituições

públicas, estando classificado em quadragésimo, pagando apenas quase catorze mil dólares ao ano, enquanto a média da OCDE é mais de trinta e três mil dólares ao ano (Tabela 01).

Na área da Química é comum faltar profissionais que atuam na educação, inclusive em grandes centros. A estatística, realizada com dados referentes a 2016, revela que apenas 60,6% dos professores de Química possuem formação específica em Licenciatura em Química, uma porcentagem preocupante, visto que os demais profissionais atuantes, ou não são licenciados, ou são licenciados em outras áreas, ou ainda, possuem qualquer formação, sendo superior ou não (BRASIL, 2017).

Tabela 01 – Salário Anual Inicial dos Professores do Ensino Médio

SALÁRIO ANUAL INICIAL NO ENSINO MÉDIO



Fonte: Ferreira (2018).

Um fator que pode vir a influenciar o profissional da Química em sua escolha de carreira, educacional ou industrial, é a diferença salarial destes setores. A Lei nº 4.950-a/66, estipula o salário mínimo para o químico e outros profissionais, na qual determina que o piso

salarial mínimo destes profissionais seja o equivalente a seis vezes o maior salário mínimo do país, com jornada de trabalho de seis horas por dia, com possibilidade de acrescentar valores equivalentes a horas extras, adicional noturno, insalubridade ou periculosidade.

Dessa forma, a remuneração de um químico, no setor industrial, possui um valor significativo estabelecido em lei e, todo ano, é negociado reajuste por sindicatos, bem como é fiscalizado pelo Conselho Regional de Química da região e sindicatos (CONVENÇÃO COLETIVA, 2016). Entretanto, na área educacional o profissional da Química não tem remuneração tão atrativa, embora exista a Lei nº 11.738/08, que regulamenta o piso salarial nacional para o profissional do magistério que atua no Ensino Básico Fundamental público e ainda, estabelece o dissídio anual.

Segundo os dados no Ministério da Educação, no ano de 2018, o piso salarial dos professores seria aproximadamente o equivalente a 2,5 salários mínimos para 40 (quarenta) horas trabalhadas, uma discrepância de valores significativa, que pode vir a desestimular a atuação na área educacional, mesmo para aqueles que tenham interesse e formação que atende a legislação.

Entretanto, vale ressaltar que esta desvalorização existe na atuação da Educação Básica da rede estadual, pois a atuação na rede federal de Educação Básica ou nas Instituições Públicas de Ensino Superior, o salário é atrativo.

Quanto ao Estado de Mato Grosso, por exemplo, a média salarial dos professores efetivos ou com contrato temporário está entre as maiores do Brasil. O Gabinete de Comunicação e a Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso divulgaram em 2017 que para 30h semanais, a remuneração média do professor do estado chega a quase 6 salários mínimos e para 40h essa média sobe para quase 8 salários mínimos. Comparado aos dados disponibilizados pelo Ministério da Educação, o Estado de Mato Grosso está, significativamente, acima da média nacional, tornando-se um estado atrativo para atuação na área da Educação tanto na rede estadual, quanto federal e público superior.

Dados promissores, considerando que a Capital Mato Grossense possui cursos de Licenciatura em Química nas duas instituições públicas renomadas do país, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – IFMT e Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.

2.2 O ENSINO DE QUÍMICA

A Química, apesar de ser direcionada ao entendimento de fenômenos cotidianos, é uma disciplina bastante complexa e os alunos possuem dificuldades para compreendê-la, fato este comprovado pelo resultado dos exames oficiais, como ENEM, vestibulares, dentre outros (QUADROS et al., 2011).

O apontamento literário mais frequente quanto à problemática do processo de ensino de Química remete ao fato de o conhecimento químico específico estar totalmente desconectado do conhecimento pedagógico. Embora haja pesquisas identificando os problemas, propondo técnicas, métodos, sugestões de abordagem de determinado conteúdo, estabelecendo qual é o conhecimento químico necessário, elas não conectam com o conhecimento pedagógico, ou seja, tem-se uma valorização do conhecimento químico, porém uma desvalorização do conhecimento sobre o ensino (GARCIA, 2009; OLIVEIRA; REZENDE, 2011).

Em outros momentos, o foco está basicamente na parte pedagógica e isso influencia questionando a qualidade da formação docente (GARCIA, 2009). Em trabalho realizado por Oliveira e Rezende (2011) houve um relato por parte de um licenciando sobre a desarticulação entre disciplinas pedagógicas e conteúdo específico nas universidades brasileiras em cursos de licenciatura, indicando que há um problema significativo na formação de professores de Química para atuação na área educacional.

Há pesquisadores que indagam a falta de suporte capaz de ordenar o conhecimento científico, investigativo e prático; inclusive sugerem a criação de um quadro teórico e conceitual que possa auxiliar desde o planejamento, processo de desenvolvimento até a avaliação. Entretanto, em nenhum momento citam a necessidade do conhecimento pedagógico e, depois, remetem tal problemática ao fato da Química ser uma área relativamente nova, principalmente em termo brasileiro (SILVA; SCHNETZLER, 2005).

Lopes (1997) afirma que é função do professor ensinar não somente o conteúdo químico específico, mas também todo o conhecimento integrado às exigências didáticas, pois a didática é mais que a adaptação do conhecimento científico, deve estar vinculada ao processo de produção educacional, e para isso faz-se necessário integrar ambos os conhecimentos, específico e pedagógico.

Alguns autores abordam a existência de materiais didáticos desatualizados, ou mesmo o fato de serem limitados, não contemplando determinados conteúdos, assuntos, teorias e/ou modelos; problemas da abordagem descontextualizada dos conteúdos; alta complexidade da

disciplina, talvez devido à linguagem química que envolve símbolos, equações, reações, modelos, fórmulas estruturais, ou mesmo, gráficos; e o fato da Química possuir um currículo que a literatura determina como sobrecarregado (LOPES, 1997; SCHNETZLER, 1992; LOPES, 2005; ROQUE; SILVA, 2008; SILVA, 2012; MASSENA et al., 2013; MELO; NETO, 2013; CORREIA et al., 2015).

Todas essas questões podem ocasionar uma problemática em determinar o que selecionar para ensinar e como ensinar, tudo isso justificando a necessidade de melhorar o processo de ensino nesta área, talvez não só pela falta de conexão entre o conhecimento específico e o pedagógico, mas também por todos os inconvenientes supracitados que também são frutos desta desconexão (LOPES, 1997; SILVA; SCHNETZLER, 2005; GARCIA, 2009; OLIVEIRA; REZENDE, 2011).

2.3 MODELOS DE ENSINO

No processo educacional existem dois importantes personagens, o professor e o aluno; o primeiro atua como mediador, orientador, motivador, facilitador e responsável por estabelecer um planejamento para que seja aplicado em sala de aula determinado conteúdo, enquanto o segundo tem o papel de investigar, confrontar, explorar e ampliar seus conhecimentos (PETRUCCI; SCHNETZER, 1998), porém, nenhum dos dois papéis são pré-estabelecidos.

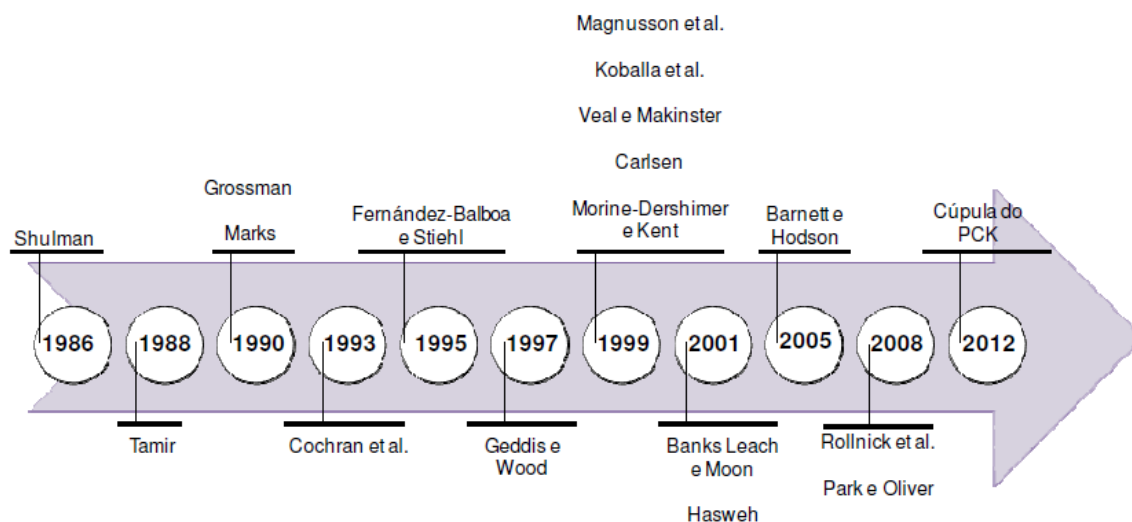
Ambos os personagens contribuem com suas crenças neste processo de ensino-aprendizagem. Para a disciplina de Química o aluno vem com suas concepções prévias sobre os fenômenos naturais, que entram em conflito com os conhecimentos científicos, propiciando um processo de mudança conceitual, proporcionada pelo processo de ensino. Enquanto o professor, através de suas práticas pedagógicas, demonstra não somente seus conhecimentos, mas também suas crenças, o que leva a literatura a criticar a formação docente do modelo tradicional, apontando a necessidade de melhoria (SCHNETZLER, 2002).

A partir da década de 80 a educação começou a avançar devido à publicação de Shulman (1986) sobre o *Pedagogical Content Knowledge* – Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK). Este autor é reconhecido mundialmente devido ao PCK; possui atualmente mais de oitenta mil citações dos seus trabalhos, segundo seu perfil no Google acadêmico, em pesquisa realizada em fevereiro de 2019, e tem sido base para inúmeros estudos de diversas áreas educacionais.

O PCK é um modelo geral que contribui para determinar o conhecimento profissional em diversas áreas, considerando aspectos educacionais que possam contribuir para a aprendizagem dos alunos, através de sete categorias base do conhecimento (SHULMAN, 1987).

Com o decorrer dos anos vários pesquisadores têm contribuído com modelos sobre o PCK; dentre os modelos relacionados têm-se os referentes ao conhecimento básico para o professor, que parte do modelo de Shulman, seguindo com o Modelo de Tamir; Modelo de Grossman; Modelo de Koballa, Gräber, Coleman e Kemp; Modelo de Morine-Dershimer e Kent; Modelo de Carlsen; Modelo de Barnett e Hodson; Modelo de Banks, Leach e Moon; Modelo de Hashweh, e; Modelo da Cúpula do PCK. E outros referentes ao Conhecimento Pedagógico do Conteúdo: Modelo de Marks; Modelo de Cochran, De Ruiter e King; Modelo de Fernandez-Balboa e Stiehl; Modelo de Geddis e Wood; Modelo de Magnusson, Krajcik e Borko; Modelo de Veal e Makinster; Modelo de Rollnick, Rhemtula, Dharsey e Ndlovu, e; Modelo de Park e Oliver (GOES, 2014), como a linha do tempo apresentada na Figura 01.

Figura 01 – Linha do tempo de modelos relacionados ao PCK



Fonte: Goes (2014, p. 38).

Algumas particularidades destes modelos são descritas na Tabela 02.

Tabela 02 – Algumas particularidades de modelos relacionados ao PCK

MODELO	ANO	PARTICULARIDADE
Tamir	1988	Traz um questionamento quanto à diferença do conhecimento pedagógico geral com o específico, etc.
Grossman	1990	Considera em seu modelo o nível de conhecimento de determinado conteúdo, as crenças dos professores, currículo, as condições sociais do público escolar, etc.
Marks	1990	Modelo proposto para a Matemática, considera os erros comuns dos alunos, o nível de facilidade de determinado conteúdo, propósito da instrução matemática relativo ao tema, instrução de mediação, etc.
Cochran, De Ruiter e King	1993	O modelo é uma modificação do PCK para uma visão construtivista.
Fernandez-Balboa e Stiehl	1995	A proposta mantém o modelo aprimorado com mais componentes, mas desconsidera o currículo.
Geddis e Wood	1997	Considera as crenças dos alunos, estratégias, recursos etc, além de incluir uma categoria denominada Saliência Curricular, na qual considera o nível de aprofundamento de determinado tema.
Koballa, Gräber, Coleman e Kemp	1999	Modelo proposto para a Química, diferenciando conhecimentos relativos ao nível universitário com do nível médio, considerando as crenças dos alunos e o conhecimento do currículo.
Morine-Dersheimer e Kent	1999	Considera as crenças e experiência do professor, a gestão da sala de aula, estratégias de ensino, os procedimentos de avaliação que estão ligados aos objetivos e propósitos, o currículo, o conhecimento dos estudantes, etc.
Carlsen	1999	Propõe uma categoria referente ao conhecimento da natureza da ciência e da tecnologia e considera o conhecimento do professor sobre ciência, relativo à conexão teoria e prática.
Magnusson, Krajcik e Borko	1999	Baseado no modelo proposto por Grossman, voltado para o ensino de ciências, que considera o currículo, a compreensão dos alunos, estratégias voltadas para o ensino de ciências em geral e a um tema específico e conhecimentos referentes a avaliação.
Veal e Makinster	1999	Modelo da área química que estabelece relação hierárquica entre quatro níveis de conhecimentos: pedagogia, PCK geral, PCK domínio específico e PCK tópico específico.
Barnett e Hodson	2001	Considera, além dos outros conhecimentos, o conhecimento acadêmico e o relativo à pesquisa, que engloba desde teorias e conceitos, o histórico da ciência, as relações com tecnologias/ambiente e questionamentos relativos à aprendizagem dos alunos.
Banks, Leach e Moon	2005	Considera as crenças do profissional no processo de ensino-aprendizagem e propõe um conhecimento escolar, além do conhecimento do conteúdo e pedagógico.
Hashweh	2005	Proposta elaborada por professores de ciências e física, que considera as crenças dos professores de ciências e as crenças dos estudantes, além dos conhecimentos relativos a currículo, objetivos, recursos etc.
Rollnick, Rhemtula, Dharsey e Ndlovu	2008	Considera os conhecimentos prévios dos estudantes, separa o conhecimento pessoal do professor a partir da observação da prática.

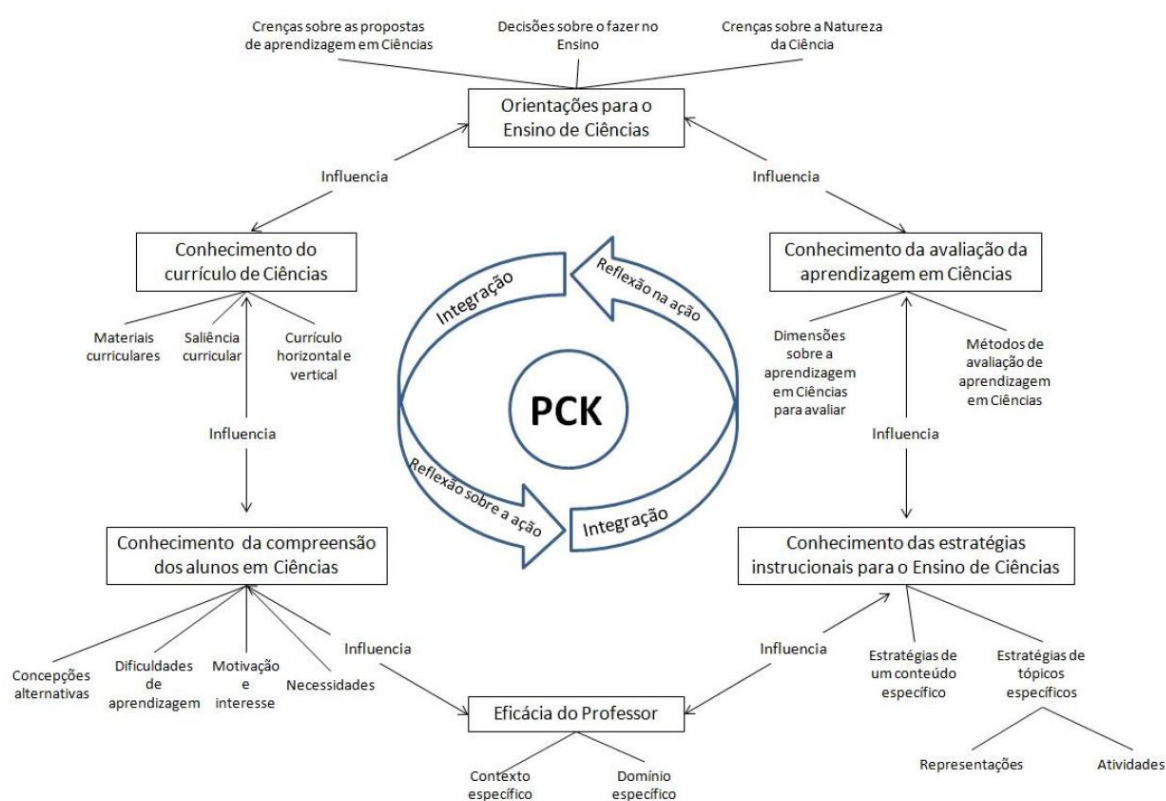
(continua)

(continuação)

MODELO	ANO	PARTICULARIDADE
Park e Oliver	2008	Modelo hexagonal (Figura 02) que parte do modelo de Grossman, proposto para o ensino de ciências, porém com levantamento de dados a partir de conhecimentos de Química. Os componentes do modelo são integrados, com foco na ação e sobre a ação, considerando a eficácia do professor e a interação com os alunos.
Cúpula do PCK	2012	O modelo considera os conhecimentos: da avaliação, pedagógico, do conteúdo, dos alunos e curricular. Além das crenças dos professores e alunos, estratégias, práticas científicas, comportamento, os resultados obtidos, etc.

Fonte: Goes (2014).

Figura 02 – Modelo hexagonal proposto por Park e Oliver em 2008



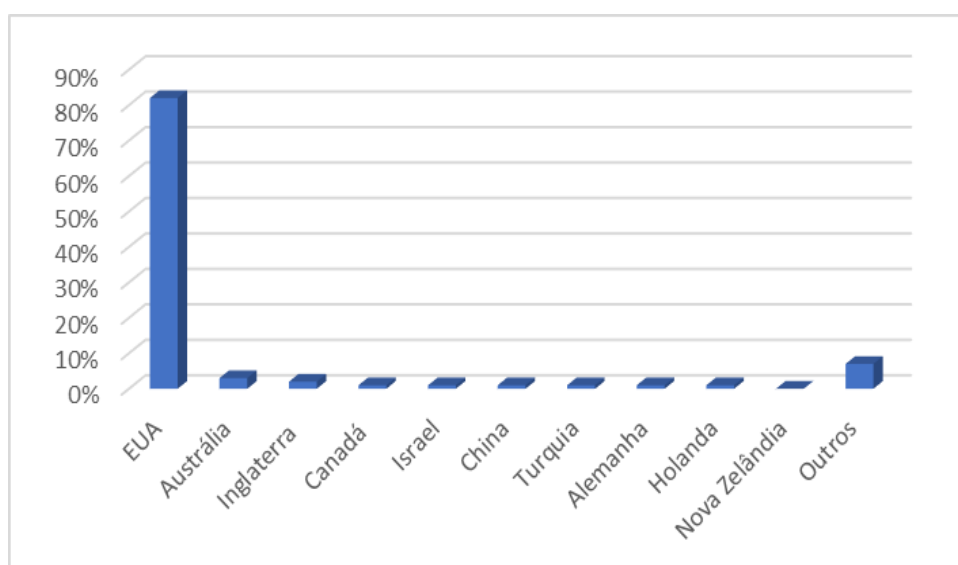
Fonte: Goes (2014, p. 79).

O modelo proposto por Park e Oliver, em 2008, se destaca devido a utilização de conhecimentos químicos no seu desenvolvimento, embora elaborado para a área de ciências; e, devido a sua proposta em formato hexagonal, mesmo aspecto proposto no modelo desenvolvido por Carrillo (2014) e seus colaboradores, que é o modelo teórico matemático titulado Conhecimento Especializado de Professores de Matemática, que será apresentado e

descrito no próximo tópico deste capítulo. Ambas características foram importantes para o desenvolvimento desta pesquisa.

Embora grande parte das produções acadêmicas seja dos Estados Unidos, conforme demonstra a Figura 03, a literatura aponta que há um grupo de pesquisa brasileiro da Universidade de São Paulo que tem contribuído com estudos do PCK, voltado para a área das ciências da natureza e formação docente (FERNANDEZ, 2015).

Figura 03 – Mapeamento geográfico dos estudos relacionados ao PCK, referentes a Ciências da Natureza e Matemática (1291 artigos)



Fonte: Goes (2014).

O PCK tem sido objeto de estudo em diversas áreas, inclusive na Química. Um estudo recente (GOES, 2014) trouxe um levantamento dos trabalhos realizados no período de 1986 a 2013, que apontou 154 trabalhos empíricos na área, um resultado significativo, porém não tanto quanto a Matemática, que obteve o maior destaque, com 739 trabalhos. Na área das Ciências da Natureza e Matemática, a contribuição em ordem decrescente foi Matemática, Ciências, Química, Física, Biologia e Ambiental, e Astronomia, respectivamente.

O destaque da Matemática nas produções se justifica pelo fato desta área se encontrar em estado mais avançado de pesquisa que as demais e, inclusive, possuir o modelo referência para este trabalho, o Conhecimento Especializado de Professores de Matemática – MTSK.

2.4 CONHECIMENTO ESPECIALIZADO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

O modelo teórico matemático capaz de descrever o Conhecimento Especializado de Professores de Matemática, *Mathematics Teacher's Specialized Knowledge* – MTSK, foi desenvolvido pela Rede Iberoamericana, coordenado pelo Prof. Dr. José Carrillo Yáñez e seus colaboradores, em 2014, a partir dos modelos: PCK de Shulman (1986), que se trata de um modelo genérico, aplicado em diversas áreas e que engloba vários cenários, e do modelo *Mathematics Knowledge for Teaching* – Conhecimento Matemático para o Ensino – MTK (BALL; THAMES; PHELPS, 2008).

Isso é um progresso científico para a área da Matemática, uma vez que envolve conhecimento e habilidades matemáticas, porém com lacunas, por não reconhecer o conhecimento didático do conteúdo e devido aos conflitos na comparação com outros subdomínios (MONTES; CONTRERAS-GONZALEZ; CARRILLO, 2013; MORIEL JUNIOR, 2014; CARRILLO YÁÑEZ; GONZÁLEZ; NAVARRO, 2015; CARRILLO YÁÑEZ et al., 2018).

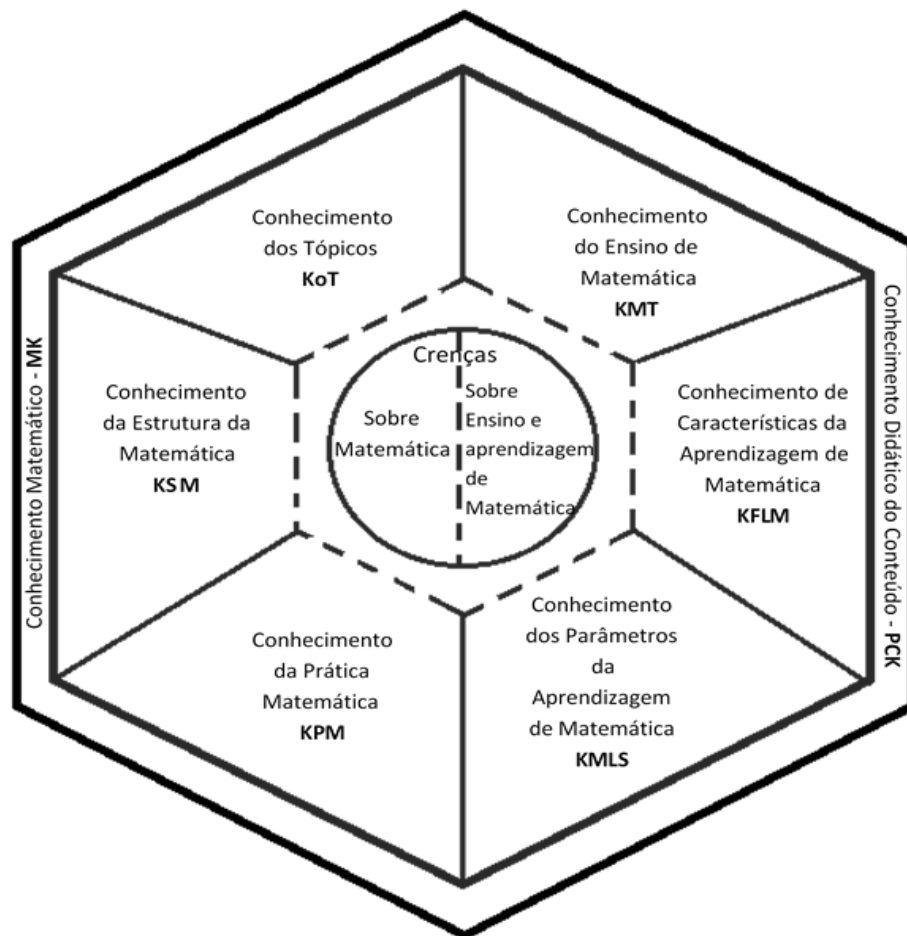
O MTSK é um modelo teórico que estabelece o conjunto de conhecimentos especializados fundamentais para o ensino de Matemática (CARRILLO et al., 2014; MORIEL JUNIOR; WIELEWSKI, 2017). Foi desenvolvido visando contemplar resumidamente os conhecimentos relativos: às definições e conceitos matemáticos; às conexões entre os conhecimentos matemáticos; à prática matemática; aos conhecimentos relativos à estratégia de ensino de Matemática; ao processo de aprendizagem matemática; e ao currículo (CARRILLO YÁÑEZ et al., 2014; CARRILLO YÁÑEZ et al., 2018).

Para atender ao objetivo de propor um modelo de conhecimento especializado para a Matemática, os autores fizeram um estudo bibliográfico para propor um MTSK inicial; depois, buscaram lacunas relativas a conhecimentos que não haviam sido contemplados através de testes empíricos, como aplicação do modelo em episódios de ensino, cursos de formação de professores, entrevistas com profissionais atuantes desde o Ensino Básico ao Superior, para então propor o modelo final, descrevendo os conhecimentos relativos a cada subdomínio pertencente ao MTSK (CARRILLO YÁÑEZ et al., 2018).

Dessa forma, o MTSK possui um conjunto de dois domínios: Conhecimento Matemático e Conhecimento Didático do Conteúdo (tradução própria); e seis subdomínios, sendo três voltados ao conhecimento matemático: KoT (Conhecimento de Tópicos Matemáticos), KSM (Conhecimento da Estrutura da Matemática) e KPM (Conhecimento da Prática Matemática); e três voltados ao conhecimento didático: KMT (Conhecimento do

Ensino de Matemática), KFLM (Conhecimento das Características de Aprendizagem de Matemática) e o KMLS (Conhecimento dos Parâmetros da Aprendizagem de Matemática) (CARRILLO YAÑEZ et al., 2014; MORIEL JUNIOR, 2014) – compondo um modelo especializado para a área, conforme pode ser observado na Figura 04.

Figura 04 – Modelo MTSK



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

Cada subdomínio descreve determinados conhecimentos relativos a ele, ou seja, no domínio referente ao Conhecimento Matemático, *Mathematics Knowledge* – MK, têm-se três subdomínios (CARRILLO YAÑEZ et al., 2018; CARRILLO et al., 2014; MORIEL JUNIOR, 2014; VASCO; MORIEL JUNIOR; CONTRERAS, 2017), os quais apresentam a seguinte descrição de conhecimentos:

- ✓ *Knowledge of Topics* – KoT (Conhecimento de Tópicos): contempla conhecimentos relativos a definições, propriedades, conceitos, teoremas, próprio do conteúdo matemático;
- ✓ *Knowledge of the Structure of Mathematics* – KSM (Conhecimento da Estrutura da Matemática): contempla as conexões existentes entre conceitos matemáticos, e;
- ✓ *Knowledge of Practices in Mathematics* – KPM (Conhecimento da Prática Matemática): contempla conhecimentos relativos a criação, dedução e desenvolvimento da matemática, ou seja, conhecimentos capazes de argumentar para criar novos conhecimentos matemáticos através de exemplos e contraexemplos.

E os subdomínios do domínio referente ao Conhecimento Didático do Conteúdo, *Pedagogical Content Knowledge* – PCK (CARRILLO YAÑEZ et al., 2018; CARRILLO et al., 2014; MORIEL JUNIOR, 2014) apresentam a seguinte descrição:

- ✓ *Knowledge of Mathematics Teaching* – KMT (Conhecimento do Ensino de Matemática): este subdomínio contempla conhecimentos relativos a estratégias de ensino, recursos didáticos e teorias de ensino;
- ✓ *Knowledge of Features of Learning Mathematics* – KFLM (Conhecimento das Características de Aprendizagem de Matemática): este domínio contempla conhecimentos relativos à teoria de aprendizagem, assimilação, erros, dificuldades, formas de interação com um conteúdo matemático, interesses e expectativas; e
- ✓ *Knowledge of Mathematics Learning Standards* – KMLS (Conhecimento dos Parâmetros da Aprendizagem de Matemática): este domínio contempla conhecimentos relativos a metas, sequência dos conteúdos e expectativa de aprendizagem.

Exceto o subdomínio KPM, cada um dos demais, pertencentes ao MTSK, possuem categorias associadas aos conhecimentos referenciados acima, conforme pode ser verificado na Tabela 03. Embora esta definição estivesse sido estabelecida desde 2016 em documento interno, somente recentemente foi publicada (CARRILLO YAÑEZ et al., 2018; *Seminario de Investigación en Didáctica de la Matemática* – SIDM, 2016).

São consideradas ainda no modelo MTSK as Crenças sobre Matemática, pertencente ao domínio Conhecimento Matemático, e sobre Ensino e Aprendizagem de Matemática, pertencente ao domínio Conhecimento Didático do Conteúdo, que se encontram interligadas a todos os subdomínios do respectivo domínio (Figura 04). As crenças são provenientes da experiência profissional e pessoal do professor e, independentemente do grau, influencia no

processo educacional, embora seja uma convicção do docente e não um conhecimento fundamentado cientificamente (CARRILLO et al., 2014).

Tabela 03 – Modelo MTSK com definição de subdomínios e categorias

Domínios	Subdomínios	Categorias
Conhecimento Matemático	KoT – Conhecimento de Tópicos Matemáticos	1. Procedimentos (Como fazer? Quando fazer? Por que é feito por este caminho? Características do resultado) 2. Definições, propriedades e fundamentos 3. Registro de representação 4. Fenomenologia e aplicações
	KSM – Conhecimento da Estrutura da Matemática	1. Conexões baseadas na simplificação 2. Conexões baseadas na complexidade 3. Conexões auxiliares 4. Conexões transversais
	KPM – Conhecimento da Prática Matemática	-
Conhecimento Didático do Conteúdo	KMT – Conhecimento do Ensino de Matemática	1. Teorias de ensinar matemática 2. Recursos didáticos (físicos e digitais) 3. Estratégias, técnicas, tarefas e exemplos
	KFLM – Conhecimento das Características de Aprendizagem de Matemática	1. Teorias de aprendizagem matemática 2. Pontos fortes e dificuldades em aprender matemática 3. Formas de interação dos alunos com um conteúdo matemático 4. Perspectiva de interesse de aprender matemática
	KMLS – Conhecimento dos Parâmetros da Aprendizagem de Matemática	1. Expectativa de aprendizagem 2. Expectativa do nível de desenvolvimento conceitual ou procedimental 3. Sequência dos tópicos

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

A literatura aponta que o conhecimento especializado permite ao docente aprimorar seus conhecimentos para ensinar e possibilita diminuir as diferenciações de rendimento escolar em diferentes colégios, uma vez que o conhecimento especializado propicia um nível de aprofundamento, organização e estruturação superior ao domínio da matéria a ensinar (CARRILLO YÁÑEZ; GONZÁLEZ; NAVARRO, 2015).

Segundo Góes (2014), para Shulman, o professor para ser um profissional especializado, não deve apenas refletir sobre a prática de ensinar, mas agir, de modo a destacar suas habilidades e seus conhecimentos didáticos.

2.5 CARACTERÍSTICAS DA QUÍMICA

Os conhecimentos químicos apontados nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) indicam uma relação entre os conhecimentos disciplinares, interdisciplinares e interáreas, ou seja, há correlação da Química com conceitos/aplicação das áreas da Geografia, Geologia, História, Economia, Matemática, Sociologia, Física, Astronomia e Biologia, sendo uma particularidade da área.

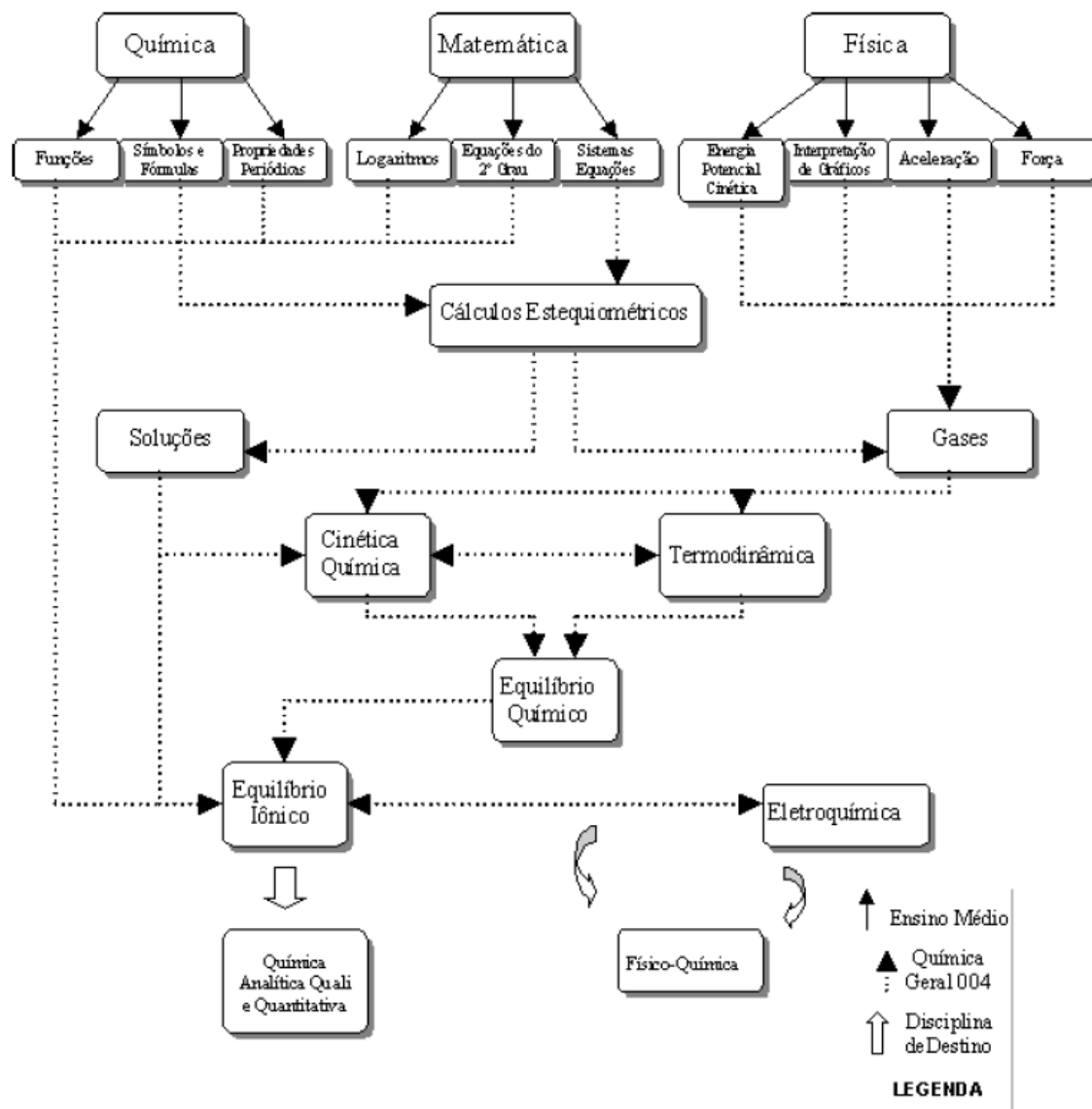
Relacionando esta particularidade da Química com o modelo MTSK é importante evidenciar estas relações de conhecimentos disciplinares, interdisciplinares e interáreas, uma vez que também é evidenciada tal característica em uma das categorias pertencentes ao subdomínio Conhecimento dos Tópicos – KoT. Esta é a categoria Conhecimento da Fenomenologia e Aplicações, que envolve aplicações da teoria, de modo a identificar se determinado conhecimento surgiu a partir desta interdisciplinaridade, ou que possibilita a aplicação deste conhecimento, ou ainda, como possível modelagem. Assim como, pode ser base de estudo também para o subdomínio que evidencia os conhecimentos da estrutura da Química.

Além destas características, a literatura também aponta mais especificamente a relação dos conhecimentos matemáticos e físicos que são necessários para abordagem de determinado conteúdo químico.

Observando a Figura 05, nota-se que para ensinar termodinâmica, conteúdo este pertencente à Química, mais especificamente à área de abrangência Físico-química, fazem-se necessários conhecimentos Químicos, como de: funções, símbolos e fórmulas, propriedades periódicas, cálculos estequiométricos e gases.

Entretanto, não somente conhecimentos da área da Química são importantes para ensinar termodinâmica, para construção deste conhecimento faz-se necessários conhecimentos também voltados à Matemática, como, por exemplo, conhecimento de logaritmo, equações do 2º grau, sistemas e equações, assim como da Física, como, por exemplo, energia potencial e cinética, interpretação de gráficos da física, aceleração e força.

Figura 05 – Conexões dos conhecimentos químicos, físicos e matemáticos para alguns conteúdos químicos



Fonte: Silva e Eichler (2003).

Toda essa construção de conhecimento, apresentada acima, para aprender um determinado conteúdo químico, comprova o que foi apresentado nos PCNEM quanto à ligação da Química com disciplinas como a Física e a Matemática.

Outra característica importante são as divisões das áreas da Química; através do Programa da Olimpíada Brasileira de Química, Tabela 04, modalidades A e B, é possível identificar as áreas da Química que são evidenciadas com relação aos conhecimentos relativos ao Ensino Médio, que são evidenciados neste programa.

Tabela 04 – Programa da Olimpíada Brasileira de Química

CONTEÚDOS QUÍMICOS		
Modalidade A	1. Matéria: elemento, substância, mistura. Processos de separação de misturas. Alotropia. Propriedades físicas: temperaturas de fusão e ebulição, densidade e solubilidade.	Modalidade B
	2. Diagramas de fases. Fenômenos físicos e químicos.	
	3. Átomos e partículas subatômicas. Semelhanças atômicas.	
	4. Modelos atômicos: clássicos e quânticos. Números quânticos, orbitais atômicos puros e híbridos. Configurações eletrônicas.	
	5. Tabela periódica: histórico e propriedades.	
	6. Ligações químicas. Fórmulas eletrônicas e estruturais. Geometria molecular.	
	7. Forças intermoleculares. Polaridade de ligações e de moléculas.	
	8. Funções inorgânicas.	
	9. Reações químicas e leis ponderais. Cálculos estequiométricos. Balanceamento.	
	10. Lei dos gases ideais. Misturas gasosas: pressão parcial e volume molar.	
	11. Soluções: classificação, propriedades e preparação. Diagramas de solubilidade. Unidades de concentração. Diluição e misturas. Titulometria.	
	12. Propriedades coligativas.	
	13. Termoquímica: entalpia, Lei de Hess, energia de ligação, entropia e energia livre.	
	14. Cinética química.	
	15. Equilíbrio químico de sistemas homogêneos e heterogêneos.	
	16. pH, pOH, solução tampão e hidrólise.	
	17. Radioatividade e química nuclear.	
	18. Ambiente, química verde e sustentabilidade.	
	19. Química no cotidiano.	
	20. Laboratório: noções de segurança, vidrarias e seus usos, técnicas de separação e purificação de substâncias.	
	21. Eletroquímica: células galvânicas e eletrolíticas. Equação de Nernst. Corrosão. Proteção anódica e catódica.	
	22. O átomo de carbono. Ligações do carbono. Fórmulas estruturais. Cadeias carbônicas.	
	23. Funções orgânicas: identificação, nomenclatura e representações estruturais.	
	24. Isomeria: constitucional, estereoisomeria (configuracional e conformacional).	
	25. Propriedades físicas das substâncias orgânicas. Correlação entre estrutura e propriedades.	
	26. Acidez e basicidade das substâncias orgânicas.	
	27. Reações orgânicas: substituição, adição, eliminação, oxidação, redução e polimerização.	
	28. Polímeros.	
	29. Biomoléculas.	
	30. Biocombustíveis.	

Fonte: XXIII OBQ (2017/2018).

A Tabela 05 apresenta 10 (dez) áreas de abrangência relacionadas à área da química, de modo que todos os conteúdos do programa estão relacionados à Química Geral e estão divididos nas demais áreas da Química, seguindo a seguinte ordem: Físico-química (33,3 %), Orgânica (30 %), Inorgânica (20 %), Química Ambiental (16,7 %), Química Industrial (13,3 %), Bioquímica (6,7 %), conhecimentos práticos laboratoriais que foi denominado como Laboratório (6,7 %), Química Analítica (3,3 %) e Química Quântica (3,3%).

Tabela 05 – Análise das áreas dos Conhecimentos Químicos requisitados na Olimpíada Brasileira de Química

ÁREA QUÍMICA	TÓPICOS QUE EVIDENCIAM CONHECIMENTOS DA ÁREA
Geral	Todos
Inorgânica	1, 3, 4, 6, 7, 8
Quântica	4
Orgânica	6, 7, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28
Físico-química	1, 2, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 21
Bioquímica	28, 29
Química Ambiental	17, 18, 19, 28, 30
Química Analítica	11
Química Industrial	17, 18, 28, 30
Laboratório	19, 20

Elab.: Autora (2018).

Dentre as áreas destacadas, nota-se que a Química Geral possui uma característica especial; dentre todos os tópicos abordados durante todo Ensino Médio brasileiro, todos estes conteúdos se encontram dentro da área de Química Geral. Entretanto, vale ressaltar que a literatura defende que a Química Geral tem uma abordagem superficial de um determinado conjunto de conhecimentos (SILVA; EICHLER; DEL PINO, 2003).

Dessa forma, apesar de todos os conhecimentos, evidenciados neste programa, se encontrarem inseridos dentro deste conjunto, trata-se mais de uma coincidência, do que de uma preocupação, uma vez que existe tal possibilidade pelo fato de serem conhecimentos do nível médio que, conseqüentemente, são mais superficiais que um ensino de nível superior.

Outra importante característica da Química é o fato de ser focada na compreensão dos fenômenos cotidianos, ou seja, engloba conhecimentos desde a aplicação para produção de combustíveis, de papel e celulose, embalagens, até mesmo medicamentos, alimentos e bebidas (NARDIN; LOGUERCIO; DEL PINO, 2004). O fato da sua aplicabilidade estar relacionada ao cotidiano, possibilita o uso de práticas laboratoriais para compreensão dos conhecimentos teóricos. Entretanto, no Programa da Olimpíadas Brasileira de Química, o conhecimento laboratorial apresentado se refere às vidrarias e seus usos, noções de segurança e técnica de separação de substâncias, e não exatamente no desenvolvimento/processo da prática laboratorial.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa é qualitativa por possuir três dos cinco critérios definidos por Bogdan e Biklen (1994), sendo estes: investigação qualitativa descritiva; ênfase no processo de formação do conjunto de Conhecimento Especializado de Professores de Química, e; análise de dados de forma indutiva.

A classificação desta pesquisa em relação aos objetivos é exploratória-descritiva (GIL, 2002), por ser um objeto de estudo ainda não investigado na área da química e devido à intenção de descrever qual será o processo que indicará o Conhecimento Especializado de Professores de Química.

A coleta de dados foi através da seleção de episódios de ensino, mediante a utilização de Relatório da Experiência Profissional Pedagógica (PaP-eR – *Pedagogical and Professional-experience Repertoire*), que documenta um episódio de ensino, a partir de uma prática real de um conteúdo específico de uma área (LOUGHRAN et al., 2001). Essa ferramenta já foi utilizada por pesquisadores para documentar o PCK (GOES, 2014), e o tratamento dos resultados realizado através da interpretação e confronto sistemático para a transposição do MTSK, com base nos argumentos de Bardin (1995).

As etapas de desenvolvimento desta pesquisa (Tabela 06) foram estabelecidas em consonância com outra pesquisa na área da Física, desenvolvida no mesmo grupo de pesquisa (LIMA, 2018).

A pesquisa foi realizada em três etapas, iniciando com a transposição direta do MTSK para se obter o CTSK transposto, depois foi realizada a experimentação do CTSK transposto, finalizando com a proposta de um modelo teórico capaz de descrever os Conhecimentos Especializados de Professores de Química – CTSK.

3.1 1ª ETAPA – TRANSPOSIÇÃO DIRETA DO MTSK

A pesquisa teve início com a transposição direta do MTSK, realizando a definição e descrição dos domínios e subdomínios capazes de caracterizar o Conhecimento Especializado de Professores de Química. Tal modelo foi nomeado como *Chemistry Teacher's Specialized Knowledge* (Conhecimento Especializado de Professores de Química – CTSK), sendo a escolha do nome em inglês para uso internacional na área e, ao mesmo tempo, correlacionar ao modelo teórico já existente na área da Matemática (MTSK) e como é o resultado da primeira etapa desta pesquisa, que foi denominado CTSK transposto.

Foi traçado um foco central no subdomínio do Conhecimento dos Tópicos – KoT, para realização de uma análise aprofundada deste subdomínio, através da definição e descrição das suas categorias.

A dinâmica desta etapa foi baseada no MTSK, que possui dois domínios, seis subdomínios e suas categorias, modelo este capaz de descrever o conjunto de Conhecimento Especializado de Professores de Matemática, englobando tanto conhecimentos específicos da matemática quanto pedagógicos, para que os alunos sejam capazes de aprender determinado conteúdo matemático (CARRILLO et al., 2014).

Após descrição do modelo CTSK, realizou-se uma busca aleatória de exemplos teóricos na literatura renomada da área e livros didáticos, para identificar conhecimentos do modelo proposto CTSK e partir para a experimentação, que é a segunda etapa desta pesquisa.

3.2 2ª ETAPA – EXPERIMENTAÇÃO DO CTSK TRANSPOSTO

A escolha dos episódios obedeceu às características essenciais do PaP-eR, método este acordado entre os membros participantes dos projetos de pesquisas, que fazem referência ao Conhecimento Especializado de Professores nas áreas de Química e Física, pertencentes ao GIMC.

O PaP-eR possibilita a reconstrução do episódio de ensino, levando informações significativas ao leitor, que são validadas pelo professor e autênticas ao episódio avaliado (LOUGHRAN et al., 2001), fatores estes essenciais a esta pesquisa, uma vez que necessita de episódios de ensino para seus estudos, seja através destes documentos ou obtidos em própria sala de aula.

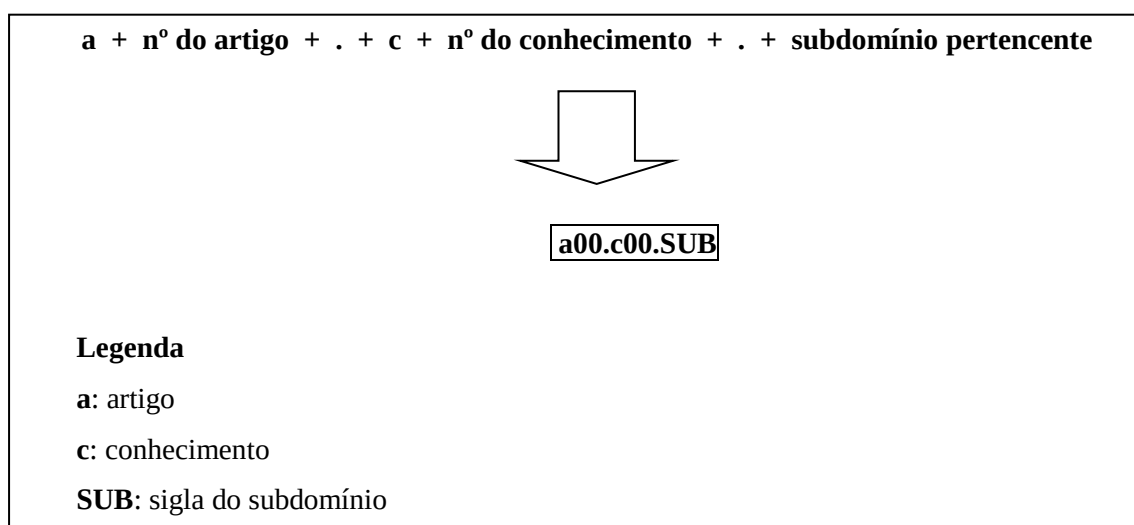
Dessa forma, para a seleção dos episódios de ensino alguns critérios foram obedecidos, tais como: ser baseado em uma prática real de ensino de Química; possibilitar a reconstrução do episódio de ensino; apresentar descrições detalhadas do cenário de ensino; e abordar o aspecto experimental do ensino de Química.

A busca de episódios de ensino foi exclusivamente em artigos científicos, descartando dissertações e teses, pois, em estudo anterior (LIMA, 2018), destacou-se que estes tipos de documentos, apesar de conterem maior número de páginas que um artigo, nem sempre trazem maior número de conhecimentos evidenciados. Não foi definido período para busca dos episódios, entretanto foi definida a busca por PaP-eR de diferentes áreas de abrangência.

Após a escolha dos episódios de ensino, foi realizada a identificação dos conhecimentos, aplicando o modelo CTSK transposto como ferramenta analítica. A

identificação do conhecimento foi atribuída obedecendo a seguinte regra: primeiro adicionando a letra “a” indicando o artigo referenciado, seguido do número atribuído a este artigo; depois se adiciona a letra “c” para indicar o conhecimento evidenciado, seguido do número referente à ordem que este conhecimento foi identificado; e finalizando, com a sigla composta por três letras, referente ao subdomínio a que pertence este conhecimento (Figura 06).

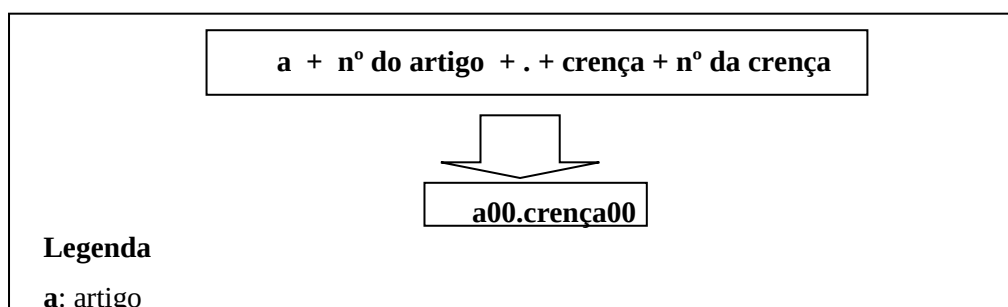
Figura 06 – Regra para identificação do conhecimento



Elab.: Autora (2018).

A identificação das crenças atribuiu-se a seguinte regra: primeiro adicionando a letra “a” indicando o artigo referenciado, seguido do número atribuído a este artigo; depois adiciona a palavra “**crença**” e finaliza com o número referente à ordem que esta crença foi identificada (Figura 07).

Figura 07 - Regra para identificação das crenças



Elab.: Autora (2018).

3.3 3ª ETAPA – PROPOSTA DO CTSK

Nesta fase, foi proposto um modelo CTSK capaz de descrever quais são os domínios e subdomínios dos conhecimentos: químico e didático, necessários ao desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem de determinado conteúdo da área da Química. Esta fase foi prevista para eventual necessidade de ajustes do modelo transposto na 1ª etapa, em consequência das limitações que pudessem vir a ocorrer da proposta inicial, CTSK transposto, e que foram identificadas no decorrer da segunda etapa da pesquisa.

Após a proposta do CTSK, foram definidas as categorias referentes ao KoT, conforme previsto nos objetivos desta pesquisa.

Tabela 06 – Etapas de execução da pesquisa

ETAPAS		DESENVOLVIMENTO
1ª	Transposição Direta do MTSK	Descrição dos domínios e subdomínios do CTSK, através da transposição Direta do MTSK
		Descrição das categorias do KoT para o CTSK transposto, através da transposição Direta do MTSK
		Identificação dos conhecimentos CTSK transposto na literatura
2ª	Experimentação	Seleção dos episódios de ensino
		Análise dos episódios de ensino
		Aplicação do CTSK transposto como ferramenta analítica
3ª	Proposta do CTSK e das Categorias do KoT	Proposta final do CTSK
		Proposta das categorias do KoT

Elab.: Autora (2018).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussões estão divididos em três tópicos, cada um refere-se a uma etapa realizada da pesquisa, conforme a metodologia aplicada, de modo a facilitar a compreensão dos resultados obtidos.

4.1 TRANSPOSIÇÃO DIRETA DO MTSK

Essa etapa foi dividida em três fases, partindo da descrição dos domínios e subdomínios do CTSK através da transposição direta do MTSK. Posteriormente, foi realizada a descrição das categorias do subdomínio KoT para o CTSK transposto, utilizando a mesma linha de desenvolvimento, que é a transposição direta do MTSK, finalizando com alguns exemplos a partir da identificação dos conhecimentos CTSK transposto na literatura.

4.1.1 Descrição dos domínios e subdomínios do CTSK transposto

O modelo MTSK engloba um conjunto de conhecimentos, tanto matemáticos quanto pedagógicos do conteúdo, o qual permite ao profissional da educação distinguir o conjunto de conhecimentos adequados para o processo de ensino-aprendizagem sobre um determinado tema. Diante disso, nesta primeira etapa da pesquisa foi proposta, através da transposição direta do MTSK, a descrição de um modelo teórico químico, denominado CTSK transposto. Este modelo permitiu descrever o conjunto de conhecimentos especializados na área da Química, sendo igualmente dividido em dois domínios, um que engloba o conjunto de conhecimento químico e outro que engloba o conjunto de conhecimento didático do conteúdo.

O domínio do conhecimento químico foi chamado de *Chemistry Knowledge* (CK), seguindo o mesmo padrão da proposta do MTSK, em propor termos sempre em inglês, para que possam ser utilizados mundialmente, e tal procedimento se repetirá nas demais nomenclaturas do modelo proposto no decorrer deste trabalho.

A divisão do domínio do conhecimento químico resultou em três subdomínios, sendo eles: o Conhecimento dos Tópicos (*Knowledge of Topics* – KoT); o Conhecimento da Estrutura da Química (*Knowledge of the Structure of Chemistry* – KSC); e o Conhecimento da Prática Química (*Knowledge of Practices in Chemistry* – KPC).

O subdomínio do Conhecimento dos Tópicos (KoT) engloba conhecimentos químicos relacionados a teorias, conceitos, definições, representações e aplicações, todos próprios dos conteúdos químicos.

O segundo subdomínio, KSC, se refere ao conhecimento químico relativo à estrutura da química e suas conexões dentro da própria disciplina, vinculando diferentes conceitos. Este subdomínio envolve a relação dos conhecimentos abordados anteriormente em outras aulas e os que serão ensinados no momento, podendo ocorrer estas conexões: por diferença em níveis de avanço, por exemplo, quando há uma conexão de conhecimento devido à construção ou o desenvolvimento de um novo conteúdo; para simplificar determinado conteúdo para ensinar; quando há conexão conforme a natureza, processo, ou mesmo, característica em comum dentro da disciplina de Química; e quando determinado conhecimento pode ser utilizado para auxiliar a construção de um novo conhecimento (VASCO; MORIEL JUNIOR; CONTRERAS, 2017).

O terceiro subdomínio se trata do Conhecimento da Prática Química – KPC, que engloba conhecimento referente ao desenvolvimento da química, a deduções químicas, à argumentação com exemplos e contraexemplos.

O domínio que envolve o conjunto de Conhecimento Didático do Conteúdo foi chamado de *Pedagogical Content Knowledge* – PCK, pelos mesmos critérios supracitados no outro domínio, e dividido em três subdomínios sendo eles: Conhecimento do Ensino de Química (*Knowledge of Chemistry Teaching* – KCT); Conhecimento das Características de Aprendizagem da Química (*Knowledge of Features of Learning Chemistry* – KFLC); e Conhecimento dos Parâmetros da Aprendizagem de Química (*Knowledge of Chemistry Learning Standards* – KCLS).

O Conhecimento do Ensino de Química – KCT abrange o conhecimento da estratégia de ensino, como apresentar determinado conteúdo químico, incluindo recursos, materiais (físicos ou digitais). Este subdomínio envolve o conhecimento do professor mediante a potencialidade de determinada atividade, perante o processo de aprendizagem da química.

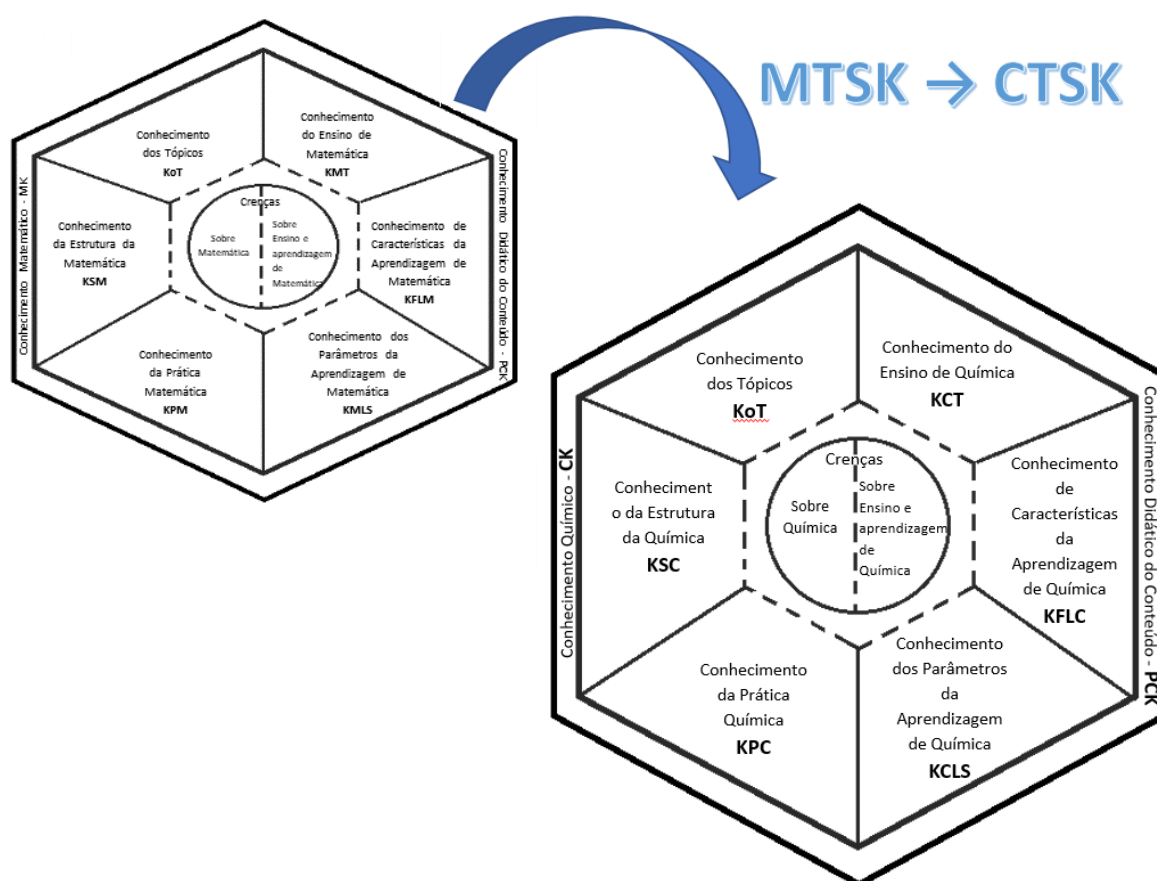
Outro subdomínio é o Conhecimento das Características de Aprendizagem da Química – KFLC, que engloba o processo de assimilação, erros e dificuldades, de modo que o conteúdo químico seja o objeto de aprendizagem e não o aluno, porém faz-se necessário considerar a relação aluno – objeto, independentemente da particularidade deste estudante. Este subdomínio considera a forma como o aluno aprende conteúdos da química, qual é o interesse e a expectativa deste aluno quanto à determinada área química, o que pode ser

considerado um elemento facilitador, ou o que pode imobilizar o conhecimento na área química.

O Conhecimento dos Parâmetros da Aprendizagem de Química – KCLS inclui os parâmetros curriculares, a sequência dos conteúdos, a expectativa do professor com relação a determinada aprendizagem e a meta quanto ao desenvolvimento de determinado conteúdo químico, conforme nível escolar.

No modelo CTSK transposto ainda foram consideradas as crenças, tanto sobre a Química tanto como o ensino e aprendizagem da área. Deste modo, tem-se como resultado desta etapa a proposta do modelo teórico transposto, conforme Figura 08 e Tabela 07.

Figura 08 – Proposta CTSK transposto



Fonte.: CARRILLO et al. (2014, adaptação da autora).

Tabela 07 – Descrição dos domínios e subdomínios do CTSK transposto

Domínios	Subdomínios		Conhecimento relacionado a
	Sigla	Nomenclatura	
CK - Chemistry Knowledge (Conhecimento Químico)	KoT	<i>Knowledge of Topics</i> (Conhecimento dos Tópicos)	Teorias, conceitos, definições, representações, fenomenologia e aplicações, todos próprios dos conteúdos químicos.
	KSC	<i>Knowledge of the Structure of Chemistry</i> (Conhecimento da Estrutura da Química)	Estrutura da Química e suas conexões dentro da própria disciplina, vinculando diferentes conceitos. Abrange a relação dos conhecimentos transmitidos e os que serão ensinados, porém em diferentes ocasiões, podendo ocorrer estas conexões: por diferença em níveis de avanço, por exemplo, quando há uma conexão de conhecimento devido a construção ou o desenvolvimento de um novo conteúdo; para simplificar determinado conteúdo para ensinar; quando há conexão conforme a natureza, processo, ou mesmo, característica em comum dentro da disciplina de Química; e quando determinado conhecimento pode ser utilizado para auxiliar a compreensão de um novo conhecimento.
	KPC	<i>Knowledge of Practices in Chemistry</i> (Conhecimento da Prática Química)	Conhecimentos relativos ao desenvolvimento da Química, a deduções químicas, a argumentação com exemplos e contraexemplos.
PCK – Pedagogical Content Knowledge (Conhecimento Didático do Conteúdo)	KCT	<i>Knowledge of Chemistry Teaching</i> (Conhecimento do Ensino de Química)	Estratégia de ensino, como apresentar determinado conteúdo químico, incluindo recursos, materiais ou digitais. Engloba o conhecimento do professor mediante a potencialidade de determinada atividade perante o processo de aprendizagem.
	KFLC	<i>Knowledge of Features of Learning Chemistry</i> (Conhecimento das Características de Aprendizagem da Química)	Ao processo de assimilação, erros e dificuldades, de modo que o conteúdo químico seja o objeto de aprendizagem e não o aluno, porém faz-se necessário considerar a relação aluno-objeto, independentemente da particularidade deste estudante. Este subdomínio considera a forma como o aluno aprende conteúdos de Química, qual é o interesse e a expectativa deste aluno quanto à determinada área da Química, o que pode ser considerado um elemento facilitador ou o que pode imobilizar o conhecimento da Química.
	KCLS	<i>Knowledge of Chemistry Learning Standards</i> (Conhecimento dos Parâmetros da Aprendizagem de Química)	Aos parâmetros curriculares, a sequência dos conteúdos, a expectativa do professor com relação a determinada aprendizagem e a meta quanto ao desenvolvimento de determinado conteúdo químico em um nível escolar determinado.

Fonte: CARRILLO et al. (2014, adaptação da autora).

4.1.2 Descrição das categorias do KoT para o CTSK transposto

Tendo em vista que o KoT é o subdomínio foco de desenvolvimento deste trabalho, também foi realizada a transposição direta das categorias do MTSK para o CTSK.

Dentre os conhecimentos envolvidos neste subdomínio foram estabelecidas quatro categorias:

- ⇒ **Definições, propriedades e seus fundamentos:** nesta categoria envolve definições, fundamentação teórica e propriedades;
- ⇒ **Registros de representação:** engloba diferentes tipos de registros, como por exemplo, gráficos, ou outra linguagem química;
- ⇒ **Procedimentos:** normas e procedimentos responsáveis para se obter um resultado, envolvendo questionamentos de como se faz, quando, por que, e o resultado em si; e
- ⇒ **Fenomenologia e Aplicações:** conhecimento que o professor tem sobre aplicações de um determinado conteúdo químico ou algum fenômeno que possibilite gerar conhecimento químico.

4.1.3 Identificação de exemplos dos conhecimentos CTSK transpostos na literatura

Após descrição dos subdomínios e categorias do KoT pela transposição direta do MTSK e feita a proposta do CTSK transposto (Figura 08), realizou-se uma busca aleatória na literatura para identificar/exemplificar conhecimentos do KoT, a partir da proposta do CTSK transposto, uma vez que tal subdomínio se trata de Conhecimento dos Tópicos de Química, ou seja, conhecimento do conteúdo. Portanto, fez-se a identificação dos conhecimentos evidenciados conforme respectivas categorias do subdomínio KoT, identificando todas as categorias descritas, como pode ser observado na Tabela 08.

Tabela 08 – Identificação dos conhecimentos do KoT, a partir do CTSK transposto

		Categorias	Literatura (PERUZZO; CANTO, 2003)	Comentário
CK	KoT	Procedimentos	Como fazer?	Conhece as regras para nomear um composto orgânico, que consiste em unir os três fragmentos: Prefixo + infixo + sufixo.
			Quando pode ser feito?	Conhece a utilização da nomenclatura “Prefixo + infixo + sufixo”, que consiste em utilizar quando for composto orgânico.
			Por que se faz dessa forma?	Conhece o motivo da utilização da nomenclatura dada aos compostos orgânicos, que consiste nas regras elaboradas pela União Internacional de Química Pura e Aplicada.
			Características do Resultado	Conhece as características dos resultados da nomenclatura quando há insaturação, que consiste em explicar exceções como o propeno, devido ao fato de ter só uma possibilidade de localização da insaturação.
		Definições, Propriedades e seus fundamentos	“ Elemento químico é o conjunto de átomos que possuem um mesmo número atômico (Z). Todos esses átomos possuem as mesmas propriedades químicas”. (p. 39).	Conhece a definição de elemento químico, que consiste num conjunto de átomos que possuem um mesmo número atômico e as mesmas propriedades químicas.
		Registros de Representações	“Na água líquida ocorre o seguinte processo, conhecido como equilíbrio de auto-ionização da água : $\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$ ”. (p. 239).	Conhece a representação do equilíbrio de auto-ionização da água que consiste na reação apresentada: $\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{H}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)}$
		Fenomenologia e aplicações	“Durante sua pesquisa, que visava melhorar os métodos de controle de qualidade da cerveja, o químico dinamarquês Sorensen criou o conceito de pH (...) O conceito de pH é muito importante para os químicos e mesmo para os totalmente leigos no assunto. É comum encontrarmos pessoas que, mesmo nunca tendo estudado Química, conseguem cuidar muito bem da água de aquários, piscinas e tanques de piscicultura”. (p. 239-240).	Conhece a aplicação de pH que consiste no controle das águas de aquários, piscinas e tanques de piscicultura.

Elab.: Autora (2018).

No decorrer desta investigação foi encontrado um exemplo que evidenciou uma lacuna no CTSK transposto (Quadro 01).

Quadro 01 – Exemplo de uma lacuna do CTSK transposto

“Para entender a relação entre as concentrações dadas nesses exemplos e o conceito de pH, é indispensável que você tenha familiaridade com o conceito e as propriedades dos logaritmos decimais (logaritmos de base 10). Esta definição é muito importante:
 $\log x = y \rightarrow 10^y = x$ ” (PERUZZO; CANTO, 2003, p. 239)

Conhece a relação entre as concentrações e o conceito de pH **que consiste em** ser indispensável a familiaridade com o conceito e as propriedades dos logaritmos decimais (logaritmos de base 10).

Elab.: Autora (2018).

Analisando o exemplo apresentado no Quadro 01 é possível verificar que, para explicação/aplicação de determinado conhecimento químico, neste caso “relação entre as concentrações (...) e o conceito de pH” (PERUZZO; CANTO, 2003, p. 239), fez-se necessário um conhecimento prévio matemático, pois “é indispensável que você tenha familiaridade com o conceito e as propriedades dos logaritmos decimais (logaritmos de base 10)” (PERUZZO; CANTO, 2003, p. 239); o termo indispensável, utilizado pelos autores, indica obrigatoriedade. Ou seja, para determinado conhecimento químico será necessário determinado conhecimento de outra área, por exemplo, da Matemática.

Esta observação remete ao que foi discutido na fundamentação teórica quanto às características da Química, quando a literatura aponta as conexões dos conhecimentos químicos, físicos e matemáticos para alguns conteúdos químicos (SILVA; EICHLER; DEL PINO, 2003), um ponto não atendido pelo modelo MTSK, uma vez que há esta diferenciação entre as áreas matemática e química.

4.2 EXPERIMENTAÇÃO DO CTSK

Nesta etapa foi realizada a seleção dos episódios de ensino de Química, seguida da análise e aplicação do CTSK inicial como ferramenta analítica, finalizando com uma discussão dos resultados obtidos nesta etapa.

4.2.1 Seleção dos Episódios de Ensino

Para a experimentação do CTSK transposto foram selecionados 2 episódios de ensino em diferentes áreas da Química. As informações dos PaP-eR selecionados se encontram no Quadro 02 e no Quadro 03.

Quadro 02 – Primeiro episódio de ensino selecionado para aplicação do CTSK transposto como ferramenta analítica

EPISÓDIO 1 → a01
CAVALCANTI, J. A.; FREITAS, J. C. R.; MELO, A. C. N.; FREITAS FILHO, J. R. Agrotóxicos: Uma Temática para o Ensino de Química. Química Nova na Escola , v. 32, nº 1, p. 31-36, fev. 2010.
Relato de episódio de ensino
Temática: Agrotóxicos.
Séries do Ensino Médio: 1 ^a , 2 ^a e 3 ^a
Áreas de abrangência: Química Geral, Inorgânica, Físico-química, Orgânica e Química Ambiental
Contextualiza: Substâncias, Misturas, Tabela Periódica, Noção de Química Ambiental, Funções Químicas, Soluções, Estudo do carbono e Funções Orgânicas.

Elab.: Autora (2018).

Quadro 03 - Segundo episódio de ensino selecionado para aplicação do CTSK transposto como ferramenta analítica

EPISÓDIO 2 → a02
PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, H. T. S.; BRAIBANTE, M. E. F.; TREVISAN, M. C.; SILVA, G. S. Uma Abordagem Diferenciada para o Ensino de Funções Orgânicas através da Temática Medicamentos. Química Nova na Escola , v. 34, nº 1, p. 21-25, fev. 2012.
Relato de episódio de ensino
Temática: Medicamentos.
Série do Ensino Médio: 3 ^a
Áreas de abrangência: Química Orgânica
Contextualiza: Funções Orgânicas

Elab.: Autora (2018).

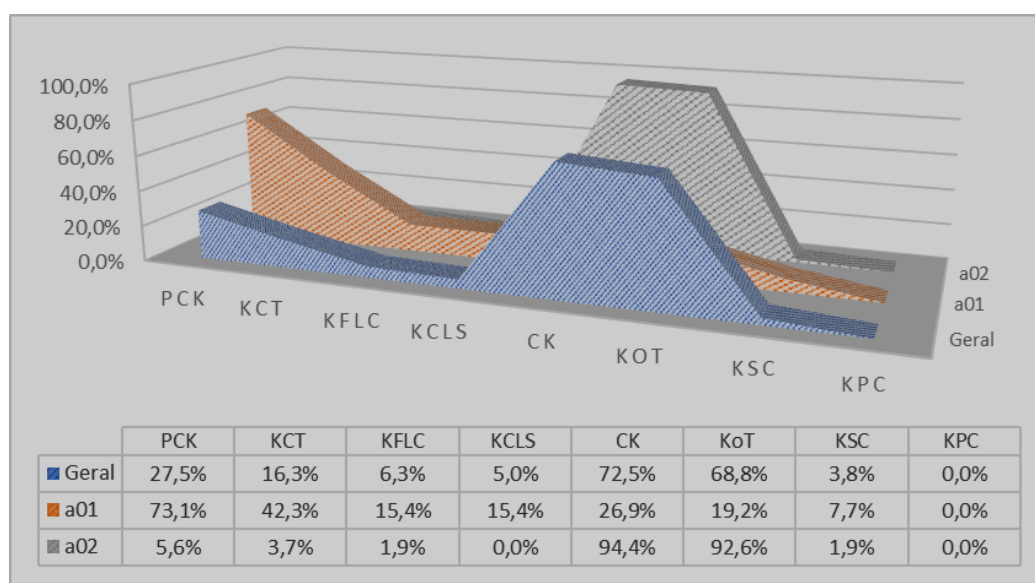
4.2.2 Análise dos Episódios de Ensino

Nesta fase foi realizada a análise dos episódios de ensino selecionados, a qual possibilitou exclusivamente identificar os conhecimentos do professor, para posterior aplicação do CTSK transposto como ferramenta analítica. Realizou-se a transcrição dos trechos identificados nos episódios de ensino para uma planilha, resultando na identificação de 80 conhecimentos (Apêndices I e II). Por mais que o episódio de ensino 1 (**a01**) contextualize vários conteúdos, apresentou poucos conhecimentos, comparado ao episódio de ensino 2 (**a02**), sendo 26 apontados no episódio 1, **a01**, e 54 no episódio 2, **a02**.

Em uma visão geral dos resultados obtidos, 28% se referem ao Conhecimento Didático do Conteúdo – PCK e 72% ao Conhecimento Químico – CK. Dos 28% destes conhecimentos identificados pertencentes ao domínio PCK, 16% correspondem ao Conhecimento do Ensino de Química – KCT; 6% ao Conhecimento das Características de Aprendizagem da Química – KFLC; e 5% ao Conhecimento dos Parâmetros da Aprendizagem de Química – KCLS (Figura 09).

Quanto aos 72% dos conhecimentos identificados pertencentes ao domínio do Conhecimento Químico, 69% corresponde ao subdomínio Conhecimento dos Tópicos – KoT; 4% ao Conhecimento da Estrutura da Química – KSC), não sendo identificado o Conhecimento da Prática Química – KPC (Figura 09).

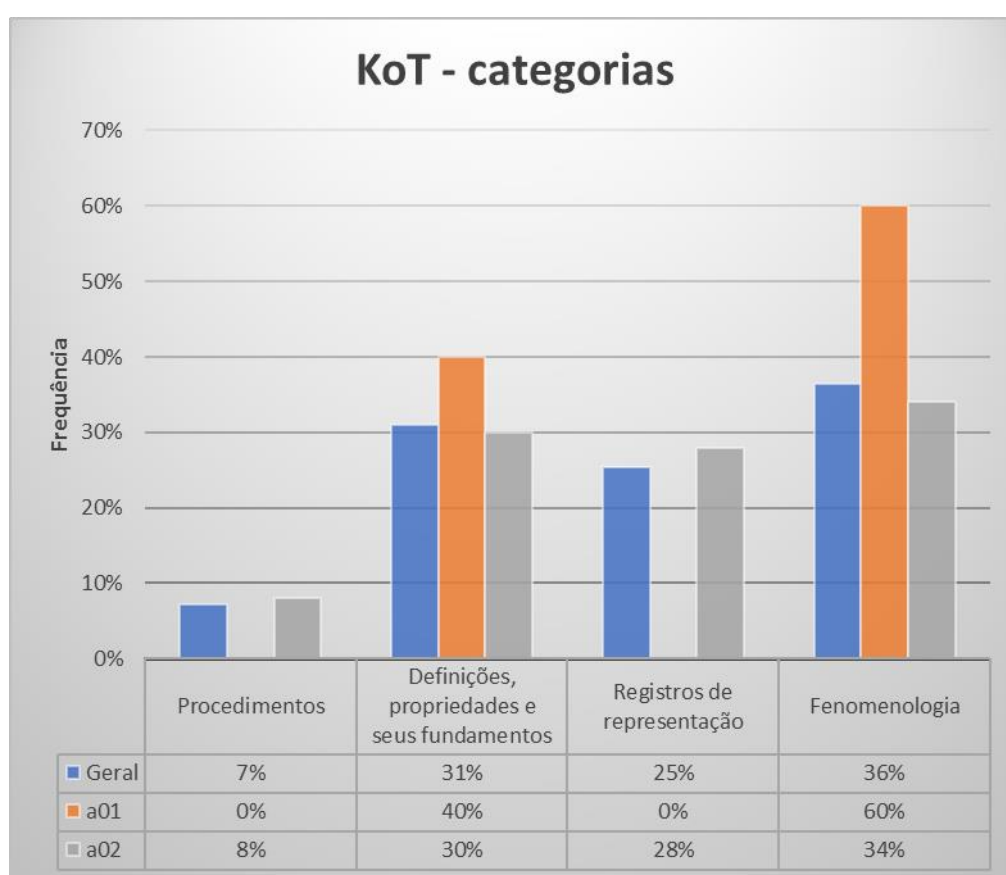
Figura 09 – Porcentagem dos conhecimentos evidenciados em cada subdomínio CTSK



Elab.: Autora (2018).

Dentre os conhecimentos classificados pertencentes ao subdomínio KoT, foi analisado a quais categorias se referiam estes conhecimentos, conforme proposta desta pesquisa. Verificou-se que todas as categorias foram evidenciadas, sendo 36% referentes à Fenomenologia e Aplicações, 31% Definições, Propriedades e seus Fundamentos, 25% Registro de Representação e 7% Procedimentos (Figura 10).

Figura 10 – Porcentagem dos conhecimentos evidenciados em cada categoria do subdomínio KoT da análise geral



Elab.: Autora (2018).

Na análise do **a01**, foram evidenciados 26 conhecimentos no total, sendo 7 referentes ao Conhecimento Químico, correspondendo a 27% dos conhecimentos, e 19 referentes ao Conhecimento Didático do Conteúdo, 73% do total de conhecimentos. Nesta perspectiva foi analisada a porcentagem geral de conhecimentos em cada subdomínio e o maior destaque foi o KCT com 42% dos conhecimentos evidenciados no geral. Quando considerado apenas o domínio PCK, esta porcentagem do KCT corresponde a 58%.

Considerando, ainda, apenas os subdomínios referentes ao PCK, nos conhecimentos identificados classificados, nota-se que tanto o KFLC quanto o KCLS apresentaram a mesma quantidade de conhecimentos, correspondentes a 21%. No CK, considerando apenas seus subdomínios, identificou-se 71% dos conhecimentos pertencentes ao subdomínio KoT e 29% ao KSC, entretanto nenhum conhecimento pertencente ao subdomínio KPC.

Dos conhecimentos do subdomínio KoT, no **a01**, foram identificadas duas categorias, sendo elas Definições, Propriedades e seus Fundamentos, com 40% destes conhecimentos, e Fenomenologia e Aplicações, com 60%.

Na análise do episódio de ensino **a02**, foram evidenciados 54 conhecimentos no total, sendo 51 referentes ao Conhecimento Químico, correspondendo a 94% e 3 referentes ao Conhecimento Didático do Conteúdo, 6% do total de conhecimentos. Nesta perspectiva foi analisada a porcentagem de conhecimentos em cada subdomínio, e o maior destaque foi o KoT, com 94% dos conhecimentos evidenciados, um resultado consideravelmente favorável, uma vez que este subdomínio é foco principal deste trabalho.

Nos conhecimentos identificados, classificados como pertencentes ao PCK, 67% correspondem ao KCT e 33% ao KFLC, nota-se que não houve identificação de conhecimentos pertencentes ao subdomínio KCLS. Quanto ao CK, identificou-se 98% dos conhecimentos pertencentes ao subdomínio KoT e 2% ao KSC, entretanto, novamente, nenhum conhecimento pertencente ao subdomínio KPC.

Dos conhecimentos identificados no subdomínio KoT, no **a02**, nota-se que foram identificadas todas as categorias, sendo a maior porcentagem pertencente à categoria Fenomenologia e Aplicações, com 34%, seguida de Definições, Propriedades e seus Fundamentos, com 30%, Registros e Representação, com 28%, e Procedimentos, com 8%, um resultado considerado favorável, dado objetivo desta pesquisa.

Apesar de não ser uma pesquisa quantitativa, este levantamento de dados foi realizado somente para verificar a abrangência dos conhecimentos evidenciados; o foco era verificar se foram contemplados os dois domínios e os seis subdomínios do CTSK transposto, assim como verificar se havia evidências de conhecimentos referentes a todas as categorias do subdomínio KoT, com a finalidade de confrontar, ao final do trabalho, os resultados obtidos com os objetivos desta pesquisa.

Analisando ainda a

, que apresenta os resultados gerais obtidos, nota-se significativamente a desconexão dos conhecimentos químicos com os conhecimentos pedagógicos relatados na literatura (LOPES, 1997; GARCIA, 2009; OLIVEIRA; REZENDE, 2011). No episódio de ensino **a01**

observa-se a predominância significativa do conhecimento didático do conteúdo correspondendo a mais de 73%, enquanto no **a02** observa-se predominância significativa do conhecimento químico com mais de 94% das evidências.

Analisando os dados gerais, verifica-se uma predominância dos conhecimentos químicos dentre os conhecimentos evidenciados, entretanto esta discrepância não é considerada um fator preocupante para esta pesquisa, visto o objetivo específico em descrever as categorias do subdomínio KoT.

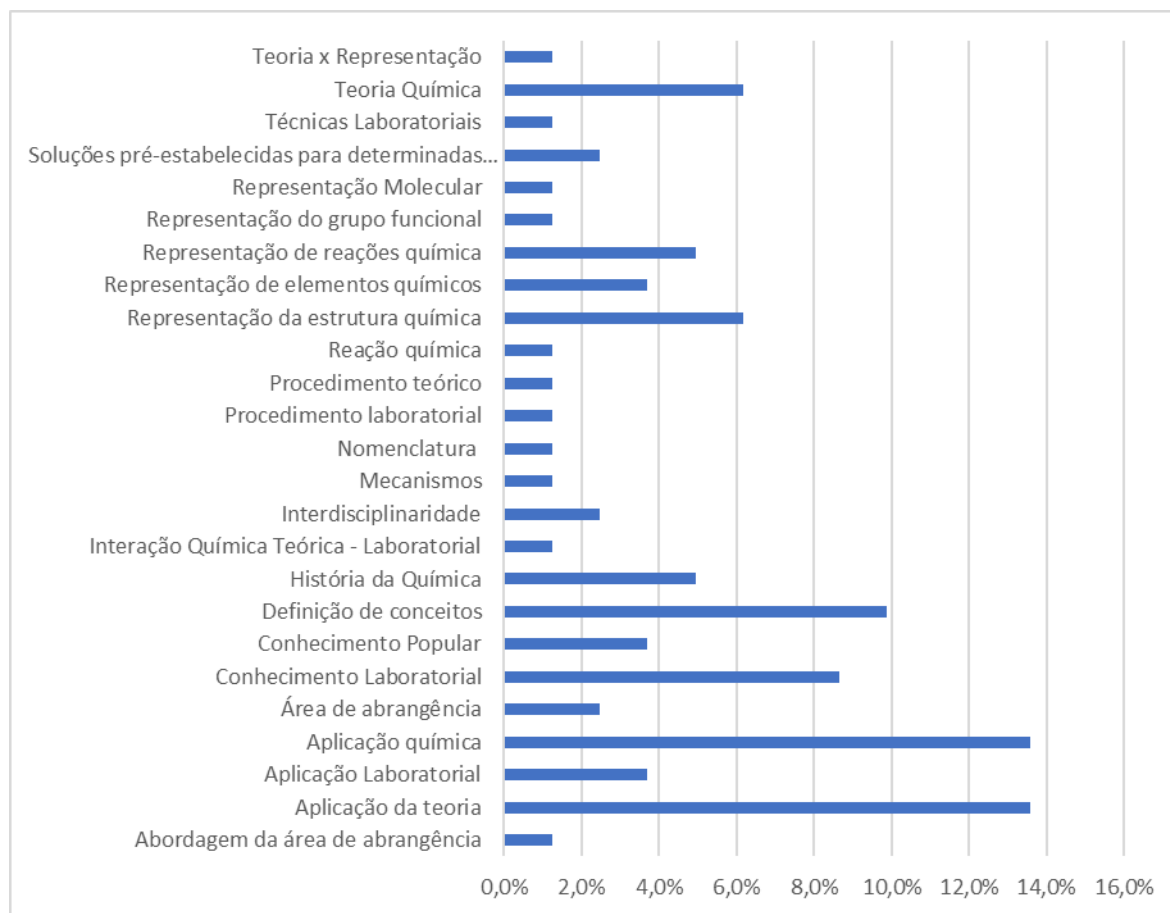
Para finalizar tal etapa, após aplicação do CTSK transposto e o levantamento destes dados, foi destacada uma ou mais palavras chave em cada trecho/citação de modo a contribuir para o próximo passo desta pesquisa, que é a proposta final do KoT e suas categorias. A Figura 11 apresenta todas as palavras chave evidenciadas e sua respectiva frequência nesta análise, enquanto a Figura 12 apresenta as palavras chave com suas respectivas frequências, referentes apenas ao subdomínio KoT.

A próxima etapa foi confrontar os dados obtidos das análises realizadas, de modo a confirmar o subdomínio e categorias (se pertencentes ao KoT) destes conhecimentos identificados, buscando possíveis lacunas.

4.2.3 Aplicação do CTSK transposto como Ferramenta Analítica

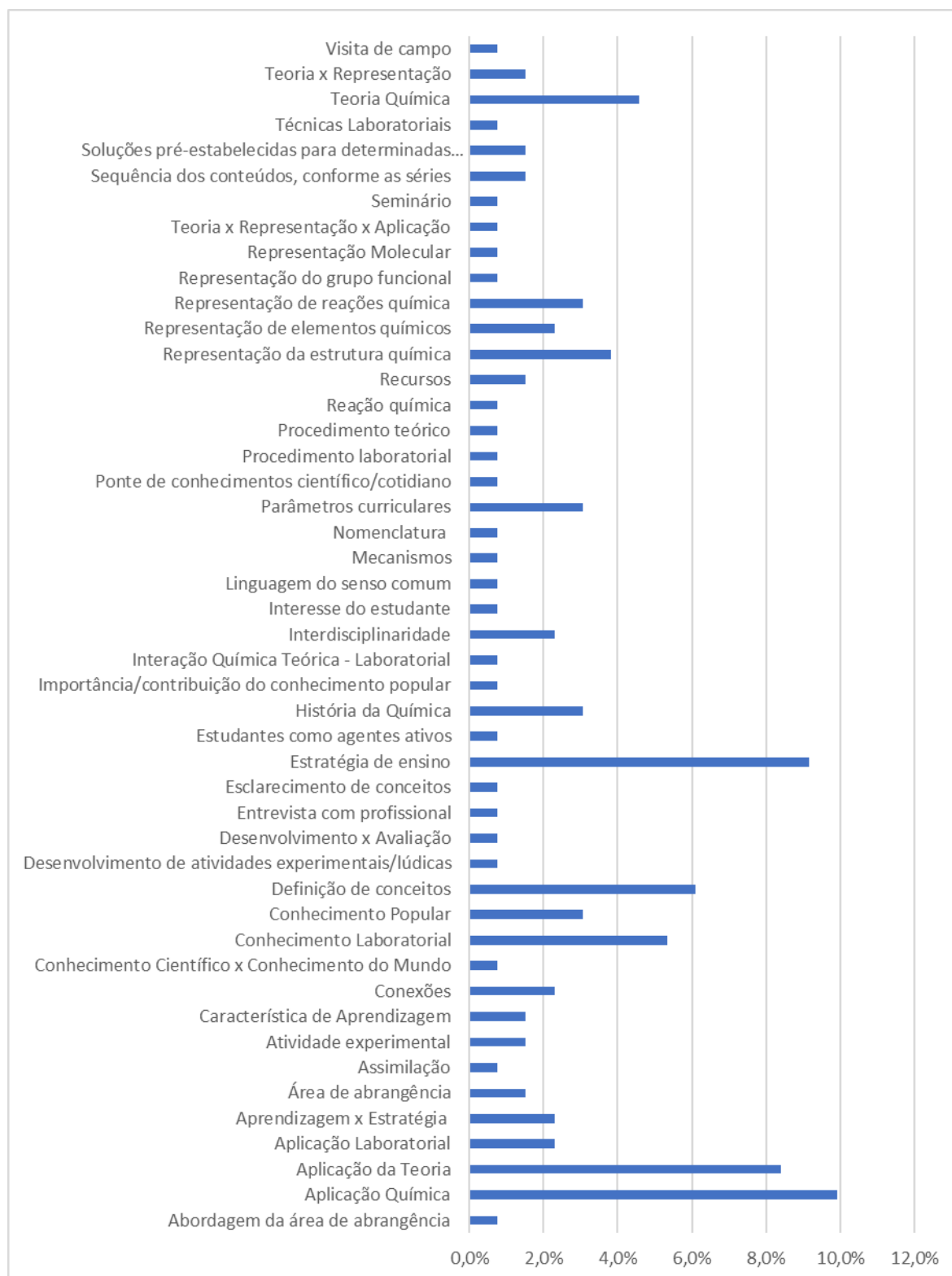
Nesta etapa, realizou-se a aplicação do CTSK transposto como ferramenta analítica, buscando possíveis lacunas. Para organização da apresentação dos resultados e suas respectivas discussões, inicialmente foram apresentados os resultados relativos às crenças; posteriormente foi apresentado cada subdomínio individualmente, iniciando com os subdomínios relativos ao domínio Conhecimento Químico. No decorrer deste tópico foram transcritos alguns trechos dos conhecimentos evidenciados na análise dos episódios de ensino, entretanto é possível verificar todos os conhecimentos evidenciados nos Apêndices I e II, no final do trabalho.

Figura 11 – Palavras chave evidenciadas após análise geral e suas respectivas frequências



Elab.: Autora (2018).

Figura 12 – Palavras chave evidenciadas após análise do subdomínio KoT e suas respectivas frequências



Elab.: Autora (2018).

4.2.3.1 Crenças

Na análise dos PaP-eR, **a01** e **a02**, foi possível identificar alguns trechos que evidenciam a influência das crenças no processo de ensino, que estão transcritas nos Quadros 04 e 05.

As crenças, tanto dos professores quanto por parte dos alunos, têm sido consideradas, em diversos modelos anteriores, como os propostos por: Grossman; Geddis e Wood; Koballa, Gräber, Coleman e Kemp; Morine-Dershimer e Kent; Banks, Leach e Moon; Hashweh; inclusive no modelo proposto na Cúpula do PCK (GOES, 2014) e no modelo MTSK (CARRILLO et al., 2014).

O CTSK transposto também considera as crenças sobre Química e sobre Ensino e Aprendizagem da Química.

Quadro 04 – Transcrição dos trechos do **a01** que evidenciam crenças

a01.crença01	“(…) podem levar a uma discussão de temas relevantes no contexto escolar e promover o <u>esclarecimento de conceitos frequentemente distorcidos</u> , sejam os conceitos químicos/científicos ou os cotidianos”. (p. 31).
a01.crença02	“(…) a utilização de temas diferentes para se ensinar Química <u>tem sido uma das melhores maneiras encontradas pelos professores para chamar a atenção dos alunos</u> (...)”. (p. 31).
a01.crença03	Dando continuidade, foi feito um <u>levantamento das concepções dos estudantes</u> , utilizando questionários de dois tipos que foram aplicados em momentos distintos. O objetivo do primeiro tipo de questionário foi <u>identificar se os estudantes tinham conhecimentos de alguns conceitos abstraídos da temática</u> . Esse momento foi realizado individualmente, como forma de permitir que cada um pudesse expressar suas noções sobre alguns conteúdos a serem explorados durante as intervenções didáticas. (...) Na aula seguinte, foi solicitado que os estudantes, individualmente, respondessem a um segundo questionário (Tabela 3). <u>Esse momento teve o objetivo de levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a temática</u> . Após a leitura e análise exaustiva das respostas constantes nos questionários, <u>foi possível conhecer as noções dos estudantes</u> no que se refere à problemática do impacto do uso dos agrotóxicos e ao reconhecimento de alguns defensivos agrícolas, como inseticida, herbicida e fungicida. No entanto, eles não tinham conhecimento das estruturas dos compostos, tipos de ligações, localização dos elementos químicos na tabela etc. (p. 33-34).
a01.crença04	“(…) os <u>conceitos mais populares</u> dos estudantes passaram a ser enriquecidos e tomaram um caminho mais ascendente (...)”. (p. 36).

Fonte: Cavalcanti et al. (2010, grifo nosso).

Quadro 05 - Transcrição dos trechos do **a02** que evidenciam crenças

a02.crença01	“(…) Mesmo a Química Orgânica estando intrinsecamente relacionada com a vida, a <u>maioria dos professores do ensino médio ainda tem muitas dificuldades em contextualizar os conteúdos</u> curriculares dessa disciplina em suas aulas”. (p. 21).
a02.crença02	“A experimentação no ensino de química desperta um forte interesse nos diversos níveis de escolarização, pois <u>os alunos costumam atribuir à experimentação um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos sentidos.</u> (...)”. (p. 21).
a02.crença03	“(…) <u>Para os professores,</u> o desenvolvimento de <u>atividades experimentais aumenta a capacidade</u> da aprendizagem dos alunos, pois funciona como <u>meio de envolvê-los</u> no tema em estudo (Giordan, 1999)”. (p. 21-22).
a02.crença04	“(…) Você <u>considera importante as atividades experimentais</u> no aprendizado dos alunos? (...)”. (p. 24).
a02.crença05	“(…) Essa temática, além de ser rica conceitualmente, pois permite que o professor trabalhe com moléculas que possuem vários grupos funcionais em sua estrutura, <u>contribui também para a formação cidadã dos alunos</u> ”. (p. 24).

Fonte: Pazinato et al. (2012, grifo nosso).

Analisando os resultados nota-se em que, em alguns momentos, são citados nos episódios de ensino a evidência destas crenças, tanto em ações, quando o professor propôs um questionário para um levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, **a01.crença03**, quanto nas considerações deste professor, de que existe um conhecimento prévio dos alunos, assim como a distorção frequente deste conhecimento, **a01.crença01**.

No trecho **a01.crença01** observa-se que há crença relacionada tanto à Química, em considerar os conceitos químicos frequentemente distorcidos, quanto à didática, em considerar que discussão com temas relevantes promove esclarecimentos de conceitos químicos.

Logo, é possível justificar a importância em se manter estas crenças no modelo CTSK tanto sobre Química, quanto sobre Ensino e Aprendizagem da Química.

4.2.3.2 KoT – Conhecimento dos Tópicos

Neste tópico foram consideradas as análises relativas ao subdomínio KoT e suas categorias.

Pela transposição, este subdomínio foi proposto para descrever os conhecimentos referentes aos conhecimentos químicos relacionados a teorias, conceitos, definições, representações e aplicações, todos próprios dos conteúdos químicos. Sendo dividido em

quatro categorias: Definições, Propriedades e seus Fundamentos; Registros de Representação; Procedimentos; e Fenomenologia e Aplicações.

Após análises dos episódios de ensino, verificou-se que este foi o subdomínio em que houve maior evidência de conhecimentos, com 69% dos conhecimentos, uma porcentagem interessante para esta pesquisa, uma vez que o foco deste trabalho está, também, em determinar as categorias pertencentes a tal subdomínio. Com o levantamento destes resultados foi possível notar que todas as categorias foram evidenciadas.

Para analisar a aplicação do CTSK transposto como ferramenta analítica foram atribuídos, a cada conhecimento evidenciado, seus respectivos comentários de análise; para isso utilizou-se a seguinte regra: **“conhecimento de (...) que consiste em...”**, conforme descrito em cada conhecimento contido nos Apêndices I e II, e de acordo com pesquisa anterior com a mesma metodologia (LIMA, 2018).

Em seguida foi realizada a atribuição de até três palavras chave por conhecimento evidenciado, as quais possibilitaram a definição dos descritores de cada subdomínio transposto. Consequentemente, neste subdomínio, além de possibilitar tal descrição, possibilitou também a análise das nomenclaturas e descrição das categorias pertencentes ao mesmo.

Dessa forma, as palavras chave atribuídas aos conhecimentos pertencentes ao KoT transposto foram um total de 25 (vinte e cinco) palavras chave diferentes. Na Tabela 09 é possível verificar quais foram as palavras-chaves referentes a este subdomínio e para qual(is) trecho(s) de conhecimentos evidenciados que elas foram atribuídas, respectivamente.

Tabela 09 – Palavras chave atribuídas aos conhecimentos evidenciados do KoT e seus respectivos códigos de identificação

Palavras-chave	Código de Identificação dos Conhecimentos
Abordagem das áreas de abrangência da Química	a02.c07.KoT
Aplicação da teoria	a01.c22.KoT, a02.c13.KoT, a02.c17.KoT, a02.c18.KoT, a02.c23.KoT, a02.c28.KoT, a02.c31.KoT, a02.c32.KoT, a02.c34.KoT, a02.c38.KoT, a02.c51.KoT
Aplicação laboratorial	a02.c22.KoT, a02.c23.KoT, a02.c32.KoT
Aplicação química	a01.c06.KoT, a01.c26.KoT, a02.c01.KoT, a02.c06.KoT, a02.c15.KoT, a02.c16.KoT, a02.c27.KoT, a02.c34.KoT, a02.c36.KoT, a02.c43.KoT, a02.c45.KoT
Área de abrangência	a02.c06.KoT, a02.c26.KoT
Conhecimento laboratorial	a02.c22.KoT, a02.c33.KoT, a02.c40.KoT, a02.c41.KoT, a02.c47.KoT, a02.c50.KoT, a02.c53.KoT
Conhecimento popular	a02.c02.KoT, a02.c43.KoT, a02.c44.KoT
Definição de conceitos	a01.c06.KoT, a01.c12.KoT, a02.c10.KoT, a02.c11.KoT, a02.c12.KoT, a02.c14.KoT, a02.c24.KoT, a02.c35.KoT
História da química	a02.c02.KoT, a02.c06.KoT, a02.c07.KoT, a02.c43.KoT
Interação química teórica – laboratorial	a02.c40.KoT
Interdisciplinaridade	a01.c05.KoT, a02.c27.KoT
Mecanismos	a02.c21.KoT
Nomenclatura	a02.c26.KoT
Procedimento laboratorial	a02.c16.KoT
Procedimento teórico	a02.c28.KoT
Reação química	a02.c31.KoT
Representação da estrutura química	a02.c17.KoT, a02.c19.KoT, a02.c29.KoT, a02.c36.KoT, a02.c46.KoT
Representação de elementos químicos	a02.c03.KoT, a02.c04.KoT, a02.c05.KoT
Representação de reações químicas	a02.c20.KoT, a02.c30.KoT, a02.c37.KoT, a02.c48.KoT
Representação do grupo funcional	a02.c25.KoT
Representação molecular	a02.c19.KoT

(continua)

(continuação)	
Palavras-chave	Código de Identificação dos Conhecimentos
Soluções pré-estabelecidas para determinadas reações	a02.c23.KoT, a02.c32.KoT
Técnicas laboratoriais	a0.c.KoT
Teoria química	a02.c21.KoT, a02.c39.KoT, a02.c40.KoT, a02.c42.KoT, a02.c54.KoT
Teoria x representação	a02.c28.KoT

Elab.: Autora (2018).

Estes resultados demonstraram que a descrição proveniente da transposição do subdomínio atendeu à área, entretanto notou-se lacunas, devido às características referentes à área química. Dessa forma, fez-se necessário completar a descrição deste subdomínio de modo a contemplar conhecimentos relativos a estas lacunas, como, por exemplo, conhecimentos laboratoriais e a interdisciplinaridade da Química, algo que já havia sido detectado na primeira etapa desta pesquisa, ao buscar exemplos na literatura, e que foi novamente evidenciado na segunda etapa da pesquisa, assim como outros conhecimentos característicos à área, que estão discutidos no decorrer deste tópico.

Para identificar as demais lacunas, foram separados quais trechos possuíam conhecimentos que foram atendidos diretamente pela transposição e os que necessitavam de adaptação do modelo para melhor atendê-los.

Por exemplo, os oito trechos que evidenciaram conhecimentos de definição de conceito foram perfeitamente atendidos pela transposição. Entretanto, o termo utilizado nestas categorias pela transposição é Definição, Propriedades e seus Fundamentos, e a propriedade citada se refere ao objeto de estudo. Todavia, Lima (2018) realizou a transposição do MTSK para a área da Física e identificou uma inadequação ao termo propriedades desta categoria, por remeter a uma possível confusão entre o que é propriedade do objeto poder vir a ser confundido com o conceito relativo a propriedade do material.

Como os conceitos físicos estão relacionados à Química pela interdisciplinaridade, uma vez que a físico-química também utiliza este conceito de propriedade física, e ainda devido também à existência do termo propriedades químicas, propõe-se a adequação da nomenclatura desta categoria para evitar erros ao utilizar o modelo CTSK.

A segunda categoria analisada foi Registros de Representação; houve evidência de conhecimentos na representação de: elementos químicos; molecular; reações químicas; grupo funcional; e estrutura química. Não houve evidência de lacunas nesta categoria, entretanto,

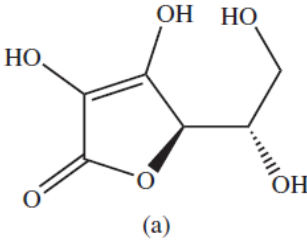
foi verificada a conexão entre a representação e a respectiva nomenclatura, em **a02.c26.KoT** (Quadro 06), um ponto interessante em ressaltar, para ser considerado na proposta do modelo CTSK.

Quadro 06 - Transcrição do trecho **a02.c26.KoT**

a02.c26.KoT

O ácido ascórbico, ou vitamina C, é uma substância orgânica encontrada principalmente nas frutas cítricas. Em sua estrutura química (Figura 2, estrutura-a), existem várias funções orgânicas como éster, enol e álcool. (p. 22).

Conhecimento que o ácido ascórbico é a vitamina C, que consiste em uma substância orgânica representada na figura 2, estrutura (a).



Fonte: Pazinato et al. (2012).

Analisando os conhecimentos evidenciados relativos à categoria Procedimentos, em **a02.c13.KoT** (Quadro 07), este procedimento é relacionado à aplicação da teoria de Como Fazer, relativo ao procedimento de classificação conceitual.

Quadro 07 - Transcrição do trecho **a02.c13.KoT**

a02.c13.KoT

A função orgânica hidrocarboneto é caracterizada por compostos que possuem em sua estrutura somente átomos de carbono (C) e hidrogênio (H), podem ser divididos em diversos grupos, baseados no tipo de ligação existente entre os átomos de carbono. (p. 22).

Conhece como é feita a classificação de hidrocarbonetos que consiste no tipo de ligação existente entre os átomos de carbono.

Fonte: Pazinato et al. (2012).

Enquanto em **a02.c28.KoT** (Quadro 08), relativo a procedimento e também relacionado à aplicação da teoria, por ser um procedimento teórico, nota-se que envolve conhecimento da conexão entre teoria e representação, por não se tratar apenas de conhecer como fazer, mas em como fazer a partir da utilização da teoria para uma classificação em um tipo de representação química.

Quadro 08 – Transcrição do trecho **a02.c28.KoT**

a02.c28.KoT

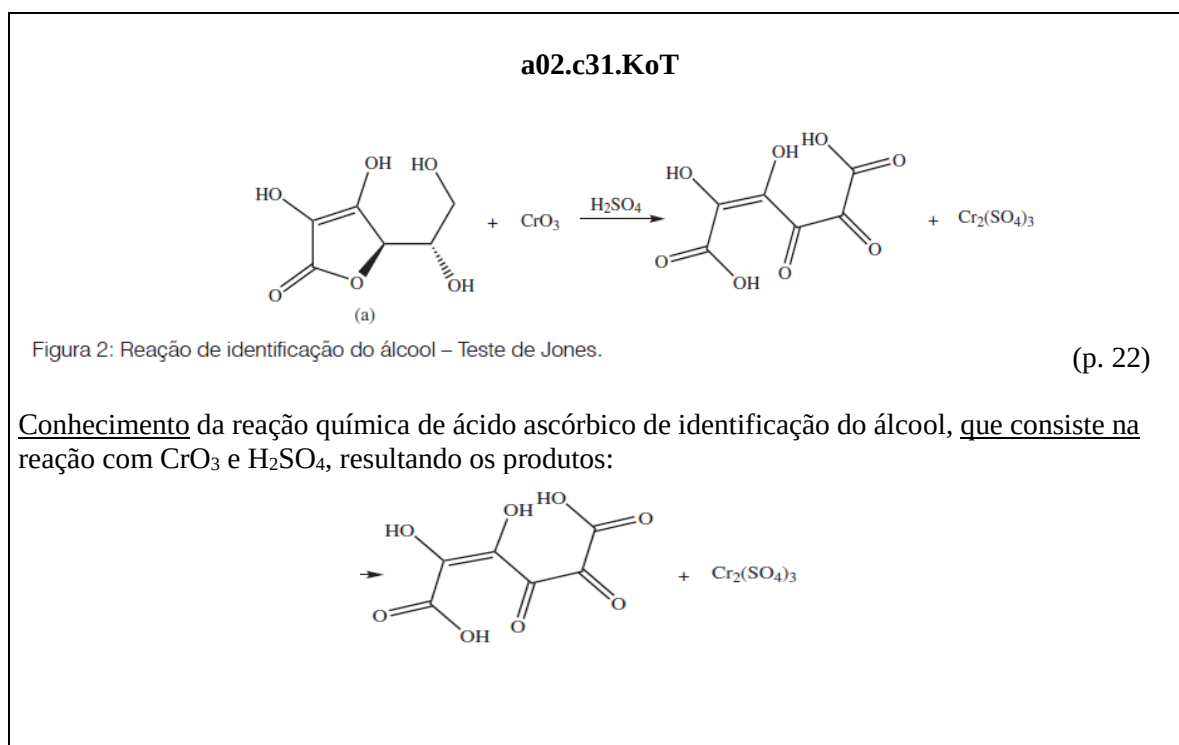
O ácido ascórbico, ou vitamina C, é uma substância orgânica encontrada principalmente nas frutas cítricas. Em sua estrutura química (Figura 2, estrutura-a), existem várias funções orgânicas como éster, enol e álcool. (p. 22).

Conhece funções orgânicas da estrutura química do ácido ascórbico que consiste em identificar os grupos funcionais éster, enol e álcool na estrutura química do ácido ascórbico.

Fonte: Pazinato et al. (2012).

Já em **a02.c31.KoT** (Quadro 09), o procedimento todo é a partir de representação, neste caso trata-se de uma reação química. E em, **a02.c16.KoT** (Quadro 10) o procedimento é experimental, sendo relativo à técnica laboratorial e não mais um procedimento teórico como os apresentados anteriormente, referindo-se à característica do resultado. Dessa forma, evidencia-se lacunas nesta categoria necessitando de adequações na proposta do modelo final.

Quadro 09 – Transcrição do trecho **a02.c31.KoT**



Fonte: Pazinato et al. (2012).

Quadro 10 – Transcrição do trecho **a02.c16.KoT**

a02.c16.KoT

Um dos princípios ativos dos medicamentos indicados para o tratamento da dor, da tosse e no combate a diarreia é a codeína, um derivado da morfina, princípio ativo extraído da papoula, sendo o ópio conhecido desde a época dos sumérios há 4000 anos a.C. (Viegas Jr. et al., 2006). (p. 22).

Conhece a fonte de extração da codeína que consiste em ser um derivado da morfina que é um princípio ativo da Papoula.

Fonte: Pazinato et al. (2012).

A última categoria analisada foi Fenomenologia e Aplicações; inicialmente notou-se a inadequação da nomenclatura Fenomenologia, devido ao fato de a Química ser uma disciplina que estuda fenômenos cotidianos/fenômenos naturais, consequentemente o termo pode induzir o leitor/pesquisador que for utilizar o CTSK ao erro, por uma confusão de termos. Essa foi uma problemática também evidenciada na transposição do MTSK para a área da Física; na ocasião a justificativa foi devido ao termo fenômeno físico referente à área física

(LIMA, 2018). Tendo em vista a interdisciplinaridade da Química e a ligação entre Física e Química, como apontado como característica da Química, este apontamento na área da Física reforça ainda mais a necessidade de modificar tal nomenclatura.

Analisando o trecho **a01.c05.KoT** (Quadro 11) pertencente à categoria Fenomenologia e Aplicações, nota-se a evidência da interdisciplinaridade da Química com outras áreas, como Biologia e Ambiental. Isso é interessante em ressaltar, uma vez que faz parte desta categoria identificar se determinado conhecimento surgiu a partir desta interdisciplinaridade, ou que possibilita a aplicação deste conhecimento, ou ainda, como possível modelagem, conforme evidenciado na transposição.

Quadro 11 – Transcrição do trecho **a01.c05.KoT**

a01.c05.KoT Dentre os vários temas usados como contextualizadores, convém destacar os agrotóxicos. Além de contexto motivador, agrotóxicos é uma temática rica conceitualmente, o que permite desenvolver conceitos químicos, biológicos, ambientais, entre outros (...). (p. 31). <u>Conhecimento</u> do tema agrotóxicos em uma temática rica conceitualmente, <u>que consiste em</u> desenvolver conceitos químicos, biológicos, ambientais, entre outros.

Fonte: Cavalcanti et al. (2010).

Houve também evidência de diferentes tipos de aplicação na área química: aplicação da teoria, quando tem-se um conceito químico e aplica classificando ou identificando algo, por exemplo em **a02.c18.KoT** (Quadro 12), que evidencia conhecimento de um dos grupos funcionais da codeína, que consiste no alceno; aplicação química, quando se tem conhecimentos teóricos ou de técnicas químicas aplicadas no cotidiano, por exemplo em **a02.c01.KoT** (Quadro 13), onde se tem a evidência de que conhece a aplicação de síntese orgânica que consiste na produção de medicamentos; e aplicação experimental/laboratorial, quando se tem conhecimento teórico sobre a aplicação experimental, por exemplo em **a02.c41.KoT** (Quadro 14), onde se tem a evidência de que conhece as implicações do solvente para reação dos fenóis com cloreto férrico.

Quadro 12 – Transcrição do trecho **a02.c18.KoT**

a02.c18.KoT

Um dos princípios ativos dos medicamentos indicados para o tratamento da dor, da tosse e no combate a diarreia é a codeína, um derivado da morfina, princípio ativo extraído da papoula, sendo o ópio conhecido desde a época dos sumérios há 4000 anos a.C. (VIEGAS JR. et al., 2006). Na estrutura química desse composto (Figura 1, estrutura-a), encontramos vários grupos funcionais, entre eles o alceno. (p. 22).

Conhecimento de um dos grupos funcionais da codeína, que consiste no alceno.

Fonte: Pazinato et al. (2012).

Quadro 13 – Transcrição do trecho **a02.c01.KoT**

a02.c01.KoT

(...) contribuições da química para o bem-estar da humanidade tem sido a produção de medicamentos como, por exemplo, os antibióticos que foram desenvolvidos mediante a síntese racional após o reconhecimento das propriedades antibacterianas da penicilina-G, derivada de metabólitos de microorganismos como os fungos. (p. 21).

Conhece a aplicação de síntese orgânica que consiste na produção de medicamentos.

Fonte: Pazinato et al. (2012).

Quadro 14 – Transcrição do trecho **a02.c41.KoT**

a02.c41.KoT

Os fenóis, ao reagirem com cloreto férrico (FeCl_3), formam complexos coloridos, sendo esta uma das reações que identificam esses compostos (Figura 3). A coloração do complexo formado varia do azul ao vermelho, dependendo do solvente. Essa reação pode ocorrer em água, metanol ou diclorometano. (p. 23).

Conhece as implicações na escolha do solvente para reação dos fenóis com cloreto férrico que consiste na diferença de cores, variando do azul ao vermelho.

Fonte: Pazinato et al. (2012).

Ainda na categoria Fenomenologia e Aplicações, foi identificada a influência que tem o conhecimento popular e a história da química, por exemplo em **a02.c02.KoT**, tem-se a

evidência destas interferências quando fármacos são produzidos a partir de insumos naturais, um conhecimento proveniente dos povos indígenas.

Quadro 15 – Transcrição do trecho **a02.c02.KoT**

a02.c02.KoT (...) muitos fármacos comercializados utilizam insumos naturais em sua composição, contribuição dada por indígenas e povos primitivos (VIEGAS JR. et al., 2006). (p. 21). <u>Conhece</u> que existe o conhecimento popular / contribuição tradicionais na composição de fármacos atuais <u>que consiste na</u> utilização de insumos naturais.
--

Fonte: Pazinato et al. (2012).

Baseando-se nos levantamentos descritos e discutidos, o subdomínio KoT deve se manter no modelo CTSK, apenas foram necessárias adequações das categorias.

4.2.3.3 KSC – Conhecimento da Estrutura da Química

Este subdomínio foi proposto para considerar a estrutura da Química e suas conexões dentro da própria disciplina, vinculando diferentes conceitos.

As conexões evidenciadas foram em relação a teoria x teoria, entre conceitos e conteúdos, por exemplo, **a01.c25.KSC**, conteúdo relativo ao estudo do carbono, que requer conhecimento dos conceitos de valência, ligação, ligação pi, ligação sigma, fórmula estrutural, hidratação e orbital.

Quadro 16 – Transcrição do trecho **a01.c25.KSC**

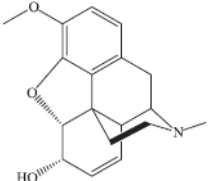
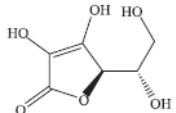
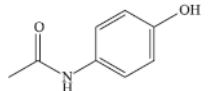
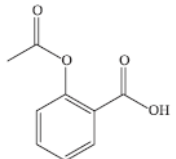
a01.c25.KSC		
Tabela 4 (p. 35)		
Tabela 4: Conteúdos e conceitos construídos nas diferentes séries do Ensino Médio.		
Turmas	Conteúdos trabalhados	Conceitos construídos pelos estudantes
1ª A	Substâncias e misturas	Densidade, ponto de fusão e ponto de ebulição, mistura, substância, elementos químicos, condensação, separação de componentes de misturas, destilação.
	Tabela Periódica	Período, família.
	Noção de Química Ambiental	Ambiente, poluição, herbicida, fungicida, acaricida.
2ª A	Funções químicas	Ácidos, bases, sais, indicador, acidez, basicidade, pH.
	Soluções	Solubilidade, polaridade, mol, soluto, solvente, concentração.
	Noção de química ambiental	Ambiente, poluição, herbicida, fungicida, acaricida.
3ª A	Estudo do carbono	Valência, ligação, ligação pi, ligação sigma, fórmula estrutural, hibridação, orbital.
	Funções orgânicas	Hidrocarbonetos, haletos orgânicos, éter, álcool, fenol, ácido, aldeído, cetona, ésteres.
	Noção de química ambiental	Ambiente, poluição, herbicida, fungicida, acaricida.

Conhecimento da estrutura química e suas conexões, que consiste na apresentação dos conceitos construídos e seus respectivos conteúdos, apresentados na Tabela 4.

Fonte: Cavalcanti et al. (2010).

Verificou-se evidência de conexões em relação a teoria x representação x aplicação, em **a02.c49.KSC** (Quadro 17), na qual os autores relacionam o conhecimento teórico de funções orgânicas com a representação da estrutura química do princípio ativo e ambos com a aplicação química. Neste caso, o conhecimento de que tal estrutura pertence a determinado medicamento que pode ser encontrado em ambientes do cotidiano do aluno. Isso foi importante para a descrição deste subdomínio e extremamente relevante para estudos posteriores, quando for estabelecer categorias para este subdomínio. Trata-se de um fator explicado devido às características da Química, uma vez que faz parte da área a compreensão dos fenômenos químicos presentes no cotidiano, ou seja, a aplicação da química.

Quadro 17 – Transcrição do trecho **a02.c49.KSC**

a02.c49.KSC		
Quadro 1: Principais funções orgânicas presentes nos medicamentos abordados.		
Medicamento	Estrutura química do princípio ativo	Funções orgânicas
Codaten®	 Codeína	Alceno, álcool, éter e amina
Energil C®	 Ácido ascórbico	Álcool, enol e éster
Tylenol®	 Paracetamol	Fenol e amida
Aspirina®	 Ácido acetilsalicílico	Ácido carboxílico e éster

(p. 24)

Conhece a ligação entre a estrutura química do princípio ativo, as funções orgânicas e os medicamentos que consiste na representação no Quadro 1.

Fonte: Pazinato et al. (2012).

Embora o conhecimento evidenciado em **a02.c40.KoT** (Quadro 18) não seja relativo a este subdomínio ele apontou uma característica importante a ser considerada no KSC, que é a conexão entre os conhecimentos teóricos com os experimentais. Assim como, em **a02.c26.KoT** (Quadro 19), que demonstra conexão entre a representação e sua respectiva nomenclatura. Logo, lacunas identificadas na transposição deste subdomínio que foram identificadas, justificaram a mudança realizada na proposta final deste subdomínio.

O subdomínio KSC foi mantido, devido sua importância, com a mesma nomenclatura transposta, entretanto será completada sua descrição devido às características químicas identificadas após a experimentação do CTSK transposto.

Quadro 18 – Transcrição do trecho **a02.c40.KoT**

a02.c40.KoT

Os fenóis, ao reagirem com cloreto férrico (FeCl_3), formam complexos coloridos, sendo esta uma das reações que identificam esses compostos (Figura 3). A coloração do complexo formado varia do azul ao vermelho, dependendo do solvente. Essa reação pode ocorrer em água, metanol ou diclorometano. (p. 23).

Conhece os solventes que possibilitam a reação entre fenóis com cloreto férrico que consiste em água, metanol ou diclorometano.

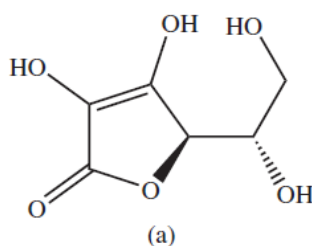
Fonte: Pazinato et al. (2012).

Quadro 19 – Transcrição do trecho **a02.c26.KoT**

a02.c26.KoT

O ácido ascórbico, ou vitamina C, é uma substância orgânica encontrada principalmente nas frutas cítricas. Em sua estrutura química (Figura 2, estrutura-a), existem várias funções orgânicas como éster, enol e álcool. (p. 22)

Conhecimento que o ácido ascórbico é a vitamina C, que consiste em uma substância orgânica representada na figura 2, estrutura (a).



Fonte: Pazinato et al. (2012).

4.2.3.4 KPC – Conhecimento da Prática Química

Este subdomínio foi proposto para contemplar conhecimentos relativos ao desenvolvimento da Química, com argumentação, exemplos, contraexemplos e deduções. Entretanto, nenhum conhecimento foi identificado nos episódios de ensino avaliados através das análises de PaP-eR.

Foi uma falha identificada pela proposta desta metodologia, todavia é um subdomínio que contempla o desenvolvimento da área, uma vez que fazem parte deste subdomínio conhecimentos sobre pesquisa e desenvolvimento na área química. Portanto, para justificar a importância em manter este subdomínio, fez-se uma pesquisa à base de dados do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pertencente ao Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, para verificar o número de projetos de pesquisa pertencentes à área química, e o resultado foi que, atualmente, com dados referentes a janeiro de 2019, têm-se cadastrados 205 projetos de pesquisa pertencentes à área química em todo o território brasileiro.

O resultado desta pesquisa comprova a busca pelo avanço científico na área, conseqüentemente, a necessidade em manter tal subdomínio para que seja possível contemplar a divulgação científica na área.

Entretanto, o termo “Prática Química”, proveniente da transposição, notou-se não ser o mais adequado, por poder induzir ao erro o leitor ou pesquisador ao ter interesse em trabalhar com o CTSK.

Na Química o termo “Prática” se refere a prática laboratorial/prática experimental; inclusive em pesquisas é possível encontrar o termo prática nesta conotação, por exemplo nas pesquisas: Biodiesel de soja-reação de transesterificação para aulas práticas de química orgânica (GERIS et al., 2007); ou Biomassa em aula prática de química orgânica verde: cravo-da-índia como fonte simultânea de óleo essencial e de furfural (CUNHA et al., 2012) – ambos utilizam o termo “prática” referindo-se a experimental, ao desenvolvimento de uma atividade laboratorial/experimental.

Deste modo, faz-se necessária a mudança da nomenclatura deste subdomínio para não induzir o leitor/pesquisador ao erro.

4.2.3.5 KCT – Conhecimento do Ensino de Química

Através da transposição definiu-se que este subdomínio contempla as estratégias de ensino, incluindo os recursos necessários, e considerando o conhecimento do professor conforme a potencialidade de determinada atividade.

Foram identificadas evidências destes conhecimentos após a análise dos episódios de ensino **a01** e **a02**, que possibilitaram confirmar a necessidade em manter este subdomínio no modelo. Entretanto, deve-se completar informações referentes à área, uma vez que as estratégias de ensino identificadas nos **PaP-eR** analisados trouxeram informações adicionais,

por exemplo, em **a01.c01.KCT** (Quadro 20), tem-se o “Conhecimento de temas relevantes em notícias em jornais, revistas, internet e vídeos, que consiste em esclarecimento de conceitos frequentemente distorcidos, sejam os conceitos químicos/científicos ou os cotidianos”. Ou seja, este subdomínio contempla temas relevantes, basicamente conhecimento popular, como estratégia de ensino para esclarecimento de conceitos.

Quadro 20 – Transcrição do trecho **a01.c01.KCT**

a01.c01.KCT

Segundo Martins e cols. (2003), a abordagem do cotidiano relacionando a Química e a sociedade vem sendo utilizada numa tentativa de despertar o interesse dos alunos por essa disciplina. Logo, notícias em jornais, revistas, internet e também vídeos podem levar a uma discussão de temas relevantes no contexto escolar e promover o esclarecimento de conceitos frequentemente distorcidos, sejam os conceitos químicos/científicos ou os cotidianos. (p. 31).

Conhecimento de temas relevantes em notícias em jornais, revistas, internet e vídeos, que consiste em esclarecimento de conceitos frequentemente distorcidos, sejam os conceitos químicos/científicos ou os cotidianos.

Fonte: Cavalcanti et al. (2010).

Houve também um conhecimento que envolveu a estratégia de ensino com as características da química, **a01.c04.KCT** (Quadro 21), que através de uma aplicação química correlacionou a estratégia de ensino com a interdisciplinaridade, ao desenvolver conceitos químicos, biológicos, entre outros.

Quadro 21 – Transcrição do trecho **a01.c04.KCT**

a01.c04.KCT

Dentre os vários temas usados como contextualizadores, convém destacar os agrotóxicos. Além de contexto motivador, agrotóxicos é uma temática rica conceitualmente, o que permite desenvolver conceitos químicos, biológicos, ambientais, entre outros (...). (p. 31).

Conhecimento do tema agrotóxicos como contextualizador e motivador, que consiste em uma temática rica conceitualmente, o que permite desenvolver conceitos químicos, biológicos, ambientais, entre outros.

Fonte: Cavalcanti et al. (2010).

Outras estratégias de ensino identificadas para área química foram: **a01.c13.KCT** (Quadro 22), visita de campo; **a01.c19.KCT** (Quadro 23), entrevista com profissional, e; **a02.c09.KCT** (Quadro 24) e **a02.c52.KCT** (Quadro 25), atividade experimental. Houve também a identificação de estratégias comuns a mais áreas como: **a01.c14.KCT** (Quadro 26), seminário; **a01.c15.KCT** (Quadro 27), leitura, interpretação, discussão de texto e síntese, e; **a01.c17.KCT** (Quadro 28), atividade com painel integrado e retroprojektor.

Quadro 22 – Transcrição do trecho **a01.c13.KCT**

a01.c13.KCT

(...) os estudantes das três séries foram levados para uma visita ao campo de trabalho dos agricultores, direcionando-lhes o olhar para a maneira como manipulavam o equipamento e para tipos de defensivos que usavam (Figura 2). No final dessa atividade, os estudantes mostraram-se motivados para iniciar a busca por informações em livros e internet. (p. 4)

Conhecimento de estratégia de ensino, que consiste em realizar uma visita ao campo de trabalho dos agricultores para motivar os alunos na busca por informações em livros e internet.

Fonte: Cavalcanti et al. (2010).

Quadro 23 – Transcrição do trecho **a01.c19.KCT**

a01.c19.KCT

Cada grupo trabalhou com pelo menos três marcas diferentes de um tipo de defensivo agrícola (herbicida, fungicida, bactericida, acaricida) utilizado em Bonito e região. Os grupos obtiveram rótulos dos defensivos em casas agropecuárias ou com produtores em suas propriedades. Os grupos aprofundaram seu conhecimento em uma entrevista com um engenheiro agrônomo e com produtores rurais a respeito das seguintes informações: tipo de cultura em que o defensivo é utilizado, dosagem, toxicidade, equipamentos de proteção individual, classificação dos agrotóxicos de acordo com restrições ao uso, grupo químico pertencente e descarte dos vasilhames. (...) 2ª séries preencheram uma ficha, extraíndo de rótulos e/ou embalagens vazias de defensivos agrícolas informações quanto a marca comercial, estrutura, nome representativo, solubilidade, composição química e localização dos elementos químicos na Tabela Periódica. (p. 4-5)

Conhecimento de estratégia de ensino, que consiste na entrevista com um engenheiro agrônomo e com produtores rurais a respeito das seguintes informações: tipo de cultura em que o defensivo é utilizado, dosagem, toxicidade, equipamentos de proteção individual, classificação dos agrotóxicos de acordo com restrições ao uso, grupo químico pertencente e descarte dos vasilhames. (...) 2ª séries preencheram uma ficha, extraíndo de rótulos e/ou embalagens vazias de defensivos agrícolas informações quanto a marca comercial, estrutura, nome representativo, solubilidade, composição química e localização dos elementos químicos na Tabela Periódica.

Fonte: Cavalcanti et al. (2010).

Quadro 24 – Transcrição do trecho **a02.c09.KCT****a02.c09.KCT**

(...) atividade experimental de identificação de grupos funcionais, utilizando medicamentos como reagentes, (...) 3ª Etapa- Atividade experimental: As abordagens experimentais auxiliam na construção do conhecimento científico, pois a organização do conhecimento ocorre preferencialmente nos entremeios da investigação. A atividade experimental apresentada neste trabalho foi desenvolvida com graduandos do curso de Química Licenciatura, no espaço Ciência Viva – UFSM, e teve por objetivo propor uma maneira diferenciada, da que é desenvolvida pelos professores e proposta pelos livros didáticos, na abordagem do conteúdo de grupos funcionais por intermédio da utilização da temática medicamentos. Essa atividade experimental utiliza-os como amostras reais para a identificação dos grupos funcionais presentes nas estruturas químicas dos seus princípios ativos. (p. 2)

Conhecimento de atividade experimental para identificação de grupos funcionais utilizando medicamentos como reagentes, que consiste na descrição feita no trecho "3ª etapa - Atividade Experimental" do item metodologia desenvolvida do artigo.

Fonte: Pazinato et al. (2012).

Quadro 25 – Transcrição do trecho **a02.c52.KCT****a02.c52.KCT**

(...) atividade experimental de identificação de grupos funcionais, utilizando medicamentos como reagentes, (...) 3ª Etapa- Atividade experimental: As abordagens experimentais auxiliam na construção do conhecimento científico, pois a organização do conhecimento ocorre preferencialmente nos entremeios da investigação. A atividade experimental apresentada neste trabalho foi desenvolvida com graduandos do curso de Química Licenciatura, no espaço Ciência Viva – UFSM, e teve por objetivo propor uma maneira diferenciada, da que é desenvolvida pelos professores e proposta pelos livros didáticos, na abordagem do conteúdo de grupos funcionais por intermédio da utilização da temática medicamentos. Essa atividade experimental utiliza-os como amostras reais para a identificação dos grupos funcionais presentes nas estruturas químicas dos seus princípios ativos. (p. 2 e p. 4)

Conhecimento de estratégia de ensino que consiste na atividade experimental de identificação de grupos funcionais, utilizando medicamentos como reagentes que consiste na descrição feita no trecho "3ª etapa - Atividade Experimental" do item metodologia desenvolvida do artigo.

Fonte: Pazinato et al. (2012).

Quadro 26 – Transcrição do trecho **a01.c14.KCT****a01.c14.KCT**

No retorno à escola, a professora regente ministrou um seminário intitulado: Agrotóxicos – mocinho ou vilão? O objetivo desse seminário foi fazer uma abordagem sobre os impactos do uso dos agrotóxicos. (p. 4)

Conhecimento de estratégia de ensino, que consiste em ministrar um seminário para uma abordagem sobre os impactos do uso dos agrotóxicos.

Fonte: Cavalcanti et al. (2010).

Quadro 27 – Transcrição do trecho **a01.c15.KCT****a01.c15.KCT**

Na sala de aula (nos dias destinados à aula de química), os estudantes em pequenos grupos iniciaram a leitura, interpretação e discussão do texto: Agrotóxicos: de mocinho a bandido, extraído do livro Química & Sociedade (Santos e cols., 2005). A leitura do texto favoreceu a aprendizagem colaborativa. (...) A síntese do texto feita pelos estudantes permitiu à professora avaliar o andamento das atividades do grupo (...) (p. 4)

Conhecimento de estratégia de ensino, que consiste em propor leitura, interpretação, discussão do texto e síntese.

Fonte: Cavalcanti et al. (2010).

Quadro 28 – Transcrição do trecho **a01.c17.KCT****a01.c17.KCT**

A introdução de subsídios teóricos foi feita por meio de painel integrado, com textos extraídos do livro de Química (Nóbrega e cols., 2008). Essa aula permitiu que os estudantes se tornassem agentes ativos de suas aprendizagens, criando texto (resumo), discutindo a relação entre impactos do uso de agrotóxicos com a Química e construindo conceitos. Ao final da aula, a professora regente, com auxílio do retroprojektor, apresentou uma síntese do que foi discutido pelos estudantes. (p. 4)

Conhecimento de estratégia de ensino, que consiste no uso de um painel integrado, seguida de uma síntese, apresentada pela professora, com auxílio do retroprojektor.

Fonte: Cavalcanti et al. (2010).

Deste modo, mantém-se este subdomínio e, como não foi identificado problema com a nomenclatura do mesmo, permanece como proposto pela transposição.

4.2.3.6 KFLC – Conhecimento das Características de Aprendizagem da Química

Este subdomínio foi proposto na transposição para contemplar o processo de assimilação, erros e dificuldades, considerando a forma como o aluno aprende conteúdos de Química, qual é o interesse e a expectativa relativos à área, podendo tornar-se facilitador ou imobilizador ao conhecimento na Química.

Houve pouca evidência de conhecimentos pertencentes a este subdomínio, mas foi possível verificar a necessidade em mantê-lo no modelo CTSK. Foi observado que algumas vezes estes conhecimentos estavam associados à estratégia de ensino, ou seja, ao conhecimento relativo ao KCT, mostrando interação entre os subdomínios.

As palavras chave relativas a este subdomínio foram: interesse do estudante; assimilação, estando relacionada a aprendizagem e estratégia, e ao desenvolvimento e avaliação; características de aprendizagem, relacionadas a aprendizagem e estratégia e, em determinado momento, considerando os estudantes como agentes ativos, em outro momento, relacionado ao desenvolvimento de atividades experimentais/lúdicas.

Dessa forma, mantém-se este subdomínio, com a mesma nomenclatura proposta através da transposição.

4.2.3.7 KCLS – Conhecimento dos Parâmetros da Aprendizagem de Química

Este subdomínio foi proposto pela transposição para considerar os conhecimentos relativos aos parâmetros curriculares, a sequência dos conteúdos, a expectativa do professor com relação a determinada aprendizagem e a meta quanto ao desenvolvimento de determinado conteúdo químico, conforme nível escolar.

Foram identificados apenas quatro conhecimentos referentes a este subdomínio e todos pertencentes ao PaP-eR **a01**, entretanto, foram suficientes para justificar a necessidade de tal subdomínio no modelo CTSK.

As palavras chave foram de acordo com a proposta pela transposição: parâmetros curriculares; e sequência dos conteúdos, conforme as séries.

Baseando-se nos resultados, este subdomínio permanece no modelo CTSK, com a nomenclatura proposta pela transposição.

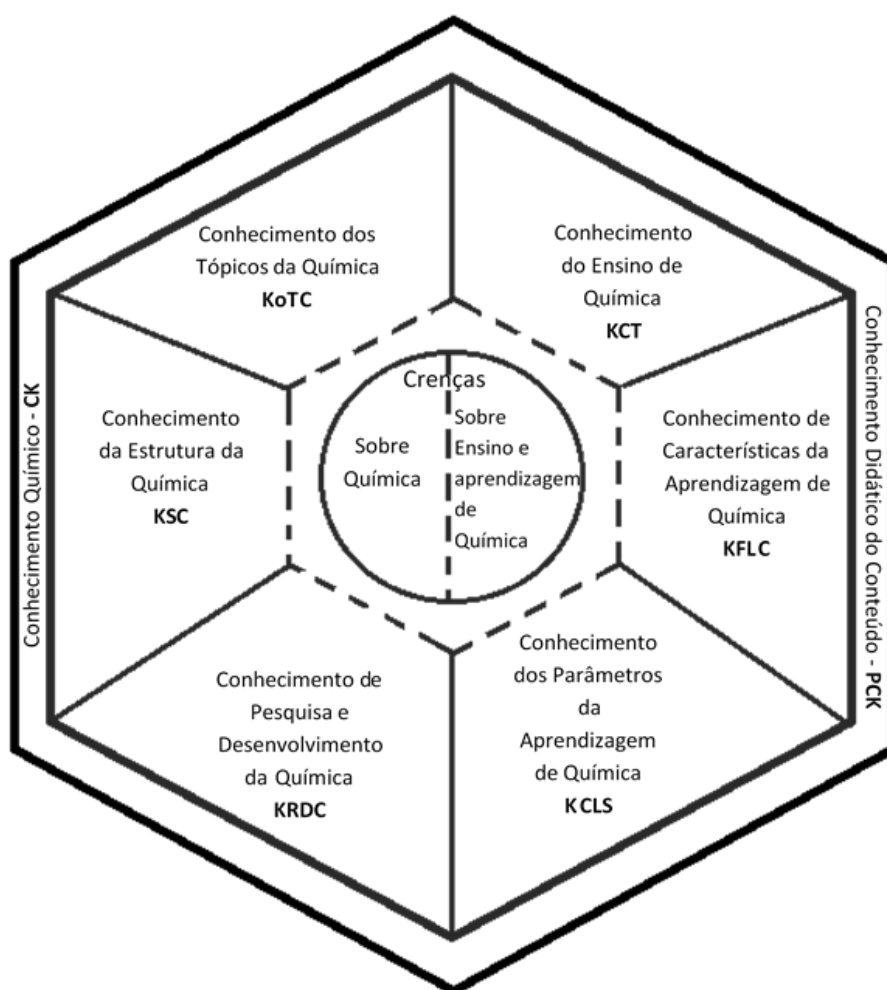
4.3 PROPOSTA DO CTSK E DAS CATEGORIAS DO KoT

Esta etapa teve a finalidade de propor o modelo CTSK eliminando as lacunas identificadas na etapa anterior e definindo as categorias do subdomínio KoT.

4.3.1 Proposta do CTSK

Baseando-se nos resultados apresentados na etapa anterior, o modelo CTSK manteve o formato hexagonal, originado da transposição, dividido em dois domínios e seis subdomínios, sendo três subdomínios pertencentes a cada domínio (Figura 13). Manteve-se também as crenças Sobre Química e Sobre Ensino e Aprendizagem de Química.

Figura 13 - Modelo CTSK



Elab.: Autora (2018).

4.3.1.1 Conhecimento Químico – *Chemistry Knowledge (CK)*

Este domínio engloba o conjunto de conhecimentos químicos referentes à química pura, que permite ao docente distinguir o conjunto de conhecimentos adequados ao processo de ensino-aprendizagem sobre um determinado tema.

Ele manteve os três subdomínios, conforme o modelo transposto, entretanto com mudança da nomenclatura. Dessa forma, os subdomínios são: Conhecimento dos Tópicos da Química (*Knowledge of Topics of Chemistry – KoTC*); o Conhecimento da Estrutura da Química (*Knowledge of the Structure of Chemistry – KSC*); e Conhecimento de Pesquisa e Desenvolvimento da Química (*Knowledge of Research and Development of Chemistry – KRDC*).

4.3.1.1.1 Conhecimento dos Tópicos da Química – KoTC

Este subdomínio sofreu alteração da nomenclatura transposta, o objetivo é clareza aos conhecimentos relativos à área de estudo. Dessa forma, o termo proposto foi Conhecimento dos Tópicos da Química, considerando a mesma linha de raciocínio da transposição em manter o termo em inglês para uso internacional do modelo, como *Knowledge of Topics of Chemistry – KoTC*.

O subdomínio do Conhecimento dos Tópicos da Química engloba conhecimentos químicos relacionados a modelos químicos, teorias, leis, conceitos, definições, fórmulas químicas, gráficos, representações, experimentos teóricos e aplicações, todos próprios dos conteúdos químicos.

Inicialmente, pela transposição foram propostas quatro categorias, sendo elas: Definições, propriedades e seus fundamentos; Registros de representação; Procedimentos; e Fenomenologia e Aplicações. Entretanto, durante análise dos resultados referentes à segunda etapa desta pesquisa, foram evidenciadas lacunas, as quais provocaram a mudança das categorias do modelo CTSK.

Deste modo, baseando na discussão dos resultados da etapa anterior, a proposta final do modelo CTSK possui sete categorias:

- ⇒ **Definições, conceitos e seus fundamentos:** esta categoria envolve conceitos, leis, definições, fundamentação teórica, propriedades e fenômenos relativos à área química;
- ⇒ **Registros de representação:** esta categoria engloba fórmulas moleculares, geométricas, empírica, estrutural planar, estrutura de Lewis, estrutura de Kekulé, estrutura de linhas,

elementos químicos, ligações químicas, grupos funcionais, gráficos, representação de reações, mecanismos, modelos químicos, grandezas etc.;

- ⇒ **Procedimentos teóricos:** normas e procedimentos teóricos responsáveis para obter-se um resultado, envolvendo questionamentos de como se faz, quando, por que e as características do resultado em si, tudo relativo ao conhecimento químico teórico, aplicação teórica;
- ⇒ **Experimentação:** conhecimento de técnicas laboratoriais, uso de equipamentos, processos químicos em pequena e grande escala, desenvolvimento de roteiros laboratoriais, procedimentos laboratoriais, procedimentos industriais, reagentes, manuseio de reagentes, soluções pré-estabelecidas na literatura, materiais laboratoriais e seus usos, aplicação laboratorial, etc.;
- ⇒ **Conhecimento Interdisciplinar:** referente a conhecimento de conteúdos relativos a outras disciplinas, principalmente a linguagem matemática, a física e a biologia, que são necessários à compreensão dos conhecimentos químicos, por exemplo, logaritmo;
- ⇒ **Aplicações:** aplicação da química, conhecimento que o professor tem sobre aplicações da química no cotidiano, seja de determinado conteúdo químico, experimento, técnica ou processo, aplicáveis no cotidiano, podendo ser a partir da interdisciplinaridade da química; e
- ⇒ **História da Química:** conhecimento da história da Química, da linha de desenvolvimento de determinado tema, linha do tempo da Química, incluindo a abordagem da área de abrangência da Química e conhecimentos populares.

Houve uma mudança significativa nas categorias; o CTSK transposto continha apenas quatro categorias, enquanto no modelo final constam sete, mas tal fato ocorreu devido às lacunas evidenciadas anteriormente, fazendo-se necessário contemplar as características relativas à área, principalmente no quesito experimental.

4.3.1.1.2 Conhecimento da Estrutura da Química – KSC

Este subdomínio manteve a mesma nomenclatura da transposição, os conhecimentos químicos são relativos à estrutura da Química e suas conexões dentro da própria disciplina e com conhecimentos de disciplinas correlatas, como Matemática, Física e Biologia. Embora se tenha o conhecimento de que a interdisciplinaridade da Química tenha abrangência com outras áreas, como Geografia, Geologia, História, Economia, Sociologia, Física e Astronomia,

estas áreas não foram consideradas. A justificativa desta proposta foi devido à diferenciação de intensidade de conexão, por exemplo, a linguagem matemática está diretamente vinculada a algumas áreas da Química, como físico-química, química quântica, entre outras. Quanto à Física e à Biologia, são conectadas à Química nas áreas de físico-química e bioquímica, respectivamente.

Este subdomínio considera a relação dos conhecimentos abordados anteriormente em outras aulas e os que serão ensinados no momento, podendo ocorrer estas conexões por:

- ⇒ Complexidade, quando há diferença em níveis de avanço, por exemplo, quando há uma conexão de conhecimento devido à construção ou o desenvolvimento de um novo conteúdo;
- ⇒ Simplificação, quando simplifica determinado conteúdo para ensinar;
- ⇒ Conexão Transversal, quando tem natureza, processo ou mesmo, característica em comum dentro da disciplina de química;
- ⇒ Conexão Auxiliar, quando determinado conhecimento pode ser utilizado para auxiliar a construção de um novo conhecimento, incluindo conhecimento relativo à interdisciplinaridade da Química com Matemática, Física e Biologia; e
- ⇒ Conexão Experimental, quando determinado conhecimento teórico é utilizado para construção de um conhecimento prático e vice-versa;
- ⇒ Aplicabilidade, quando determinado conhecimento químico teórico está conectado a uma aplicabilidade química, seja relativa a um processo químico, a um conhecimento popular, etc; e
- ⇒ Representação, quando determinado conhecimento teórico é conectado a um tipo de representação própria da linguagem química, por exemplo, a nomenclatura de um modelo químico ou um elemento químico, até mesmo a representação de uma reação química, mecanismos de reação, etc.

Houve uma mudança significativa neste subdomínio, devido aos levantamentos apontados na 2ª etapa desta pesquisa, entretanto todas as características iniciais foram mantidas, apenas complementou-se o subdomínio com o objetivo de eliminar as lacunas evidenciadas anteriormente.

4.3.1.1.3 Conhecimento de Pesquisa e Desenvolvimento da Química – KRDC

Para maior clareza do modelo, foi proposta a mudança de nomenclatura para este subdomínio, a qual foi definida como Conhecimento de Pesquisa e Desenvolvimento da Química, considerando a mesma linha de raciocínio da transposição em manter o termo em inglês para uso internacional do modelo, como *Knowledge of Research and Development of Chemistry* – KRDC. Embora tenha sido modificada sua nomenclatura, a essência do subdomínio se manteve a partir dos resultados da transposição.

Deste modo, fazem parte deste subdomínio os conhecimentos referentes ao desenvolvimento investigativo da Química para gerar novos conhecimentos referentes à Química pura. Englobando conhecimentos relativos a deduções químicas; desenvolvimento de metodologias teóricas/experimentais relativas à Química pura; pesquisa investigativa e desenvolvimento argumentativo com exemplos e contraexemplos, sejam teóricos e/ou experimentais; pesquisa relativa ao levantamento de hipóteses; e desenvolvimento de processos.

Os conhecimentos relativos à pesquisa e ao desenvolvimento da Química, considerados neste subdomínio, podem ser tanto teóricos quanto experimentais.

4.3.1.2 Conhecimento Didático do Conteúdo – PCK

Manteve-se o domínio que envolve o conjunto de Conhecimento Didático do Conteúdo, *Pedagogical Content Knowledge* – PCK, dividido em três subdomínios, conforme proposto pela transposição e todos mantiveram suas respectivas nomenclaturas, sendo eles: Conhecimento do Ensino de Química (*Knowledge of Chemistry Teaching* – KCT); Conhecimento das Características de Aprendizagem da Química (*Knowledge of Features of Learning Chemistry* – KFLC), e; Conhecimento dos Parâmetros da Aprendizagem de Química (*Knowledge of Chemistry Learning Standards* – KCLS).

4.3.1.2.1 Conhecimento do Ensino de Química – KCT

Este subdomínio manteve a mesma nomenclatura, conforme discussão do resultado da etapa anterior. O Conhecimento do Ensino de Química – KCT considera o conhecimento do docente, mediante a potencialidade de determinada atividade perante o processo de aprendizagem; os recursos materiais, laboratoriais e virtuais, ou seja, desde materiais básicos

a todas as áreas, como data show, lousa digital, livros, revistas, jornais; ou materiais de uso específico da Química, como tabela periódica, modelo molecular 3D; ou materiais laboratoriais, como vidrarias e equipamentos, como pHmetro, capela, estufa, entre outros; até recursos virtuais, como softwares tanto desenvolvidos para Química ou não, desde que aplicáveis; o uso de aplicativos, internet ou vídeos.

Este subdomínio também considera o conhecimento de estratégias de ensino, por exemplo, como apresentar determinado conteúdo químico, incluindo desde estratégias básicas, como seminários, leitura, interpretação, discussão de texto e/ou síntese; a escolha de recursos, de experimentos laboratoriais, visitas técnicas, entrevistas ou aula de campo; inclusive, se necessário, o docente pode considerar a interdisciplinaridade da Química em suas aplicações, como estratégia de ensino de Química.

4.3.1.2.2 Conhecimento das Características de Aprendizagem da Química – KFLC

Este subdomínio também manteve suas características e nomenclatura a partir da transposição, conforme a discussão dos resultados na etapa anterior.

Dessa forma, o subdomínio Conhecimento das Características de Aprendizagem da Química – KFLC considera conhecimentos relativos ao processo de assimilação, erros comuns e dificuldades, de modo que o conteúdo químico seja o objeto de aprendizagem e não o aluno, porém, faz-se necessário considerar a relação aluno – química, química como objeto, independentemente da particularidade deste estudante. Este subdomínio considera a forma como o aluno aprende Química, qual é o interesse, curiosidade e expectativa deste aluno quanto a determinada área química, o que pode ser considerado um elemento facilitador ou o que pode bloquear o conhecimento da Química, ou mesmo, em determinada área química.

Os conhecimentos relativos a este subdomínio comumente estão associados ao impacto da estratégia de ensino, uma vez que o interesse, a assimilação e a expectativa do estudante oscilam conforme a estratégia, o desenvolvimento e a avaliação, principalmente para a química, uma vez que, além das atividades lúdicas, pode-se realizar atividades experimentais.

4.3.1.2.3 Conhecimento dos Parâmetros da Aprendizagem de Química – KCLS

Este subdomínio também manteve suas características e nomenclatura a partir da transposição, conforme a discussão dos resultados na etapa anterior.

O Conhecimento dos Parâmetros da Aprendizagem de Química – KCLS inclui conhecimentos relativos aos parâmetros curriculares, à sequência dos conteúdos, à expectativa do professor com relação a determinada aprendizagem em determinado nível escolar. Ou seja, o que espera que o estudante tenha conhecimento ao concluir determinado nível escolar, e a meta quanto ao desenvolvimento de determinado conteúdo químico.

Vale ressaltar que a legislação brasileira prevê estes conhecimentos mínimos necessários para cada nível escolar, que são os PCNEM; entretanto, é a instituição de ensino que desenvolve a ementa das disciplinas conforme o nível escolar, atendendo à legislação, mas cabe ao docente a escolha do sequenciamento dos conteúdos, o conhecimento da natureza e conexões da Química, assim como as habilidades e competências relativas a cada nível e a cada conteúdo, atentando-se quanto à interdisciplinaridade da Química, principalmente com sequenciamento de conceitos relativos à Matemática, Física e Biologia, necessários ao desenvolvimento do conteúdo químico.

4.3.1.3 Crenças

As crenças têm sido consideradas, desde modelos anteriores ao modelo de Conhecimento Especializado de Professores. Com base nos resultados obtidos na 2ª etapa foi possível constatar a necessidade em mantê-las no modelo CTSK, conforme argumentação supracitada.

Deste modo, têm-se duas crenças, a relativa à Química Pura, ou seja, ao domínio Conhecimento Químico, com nomenclatura Sobre Química e a relativa ao Ensino de Química, ou seja, ao domínio Conhecimento Didático do Conteúdo, com nomenclatura Sobre Ensino e Aprendizagem da Química, e as crenças consideradas são tanto dos professores quanto dos alunos.

Finalizada a apresentação do CTSK proposto, a Tabela 10 apresenta a descrição dos subdomínios e Tabela 11 apresenta a descrição das categorias do KoTC.

Tabela 10 – Descrição dos domínios e subdomínios do CTSK

Domínios	Subdomínios		Conhecimento relacionado a
	Sigla	Nomenclatura	
CK - Chemistry Knowledge (Conhecimento Químico)	KoTC	<i>Knowledge of Topics of Chemistry</i> (Conhecimento dos Tópicos da Química)	Modelos químicos, teorias, leis, conceitos, definições, fundamentos, fórmulas químicas, gráficos, representações, aplicações, experimentação, conhecimento interdisciplinar e história da química.
	KSC	<i>Knowledge of the Structure of Chemistry</i> (Conhecimento da Estrutura da Química)	Estrutura da química e suas conexões, vinculando diferentes conceitos. Abrange a relação dos conhecimentos transmitidos e os que serão ensinados, porém em diferentes ocasiões, podendo ocorrer estas conexões por: complexidade, simplificação, conexão transversal, conexão auxiliar, conexão experimental, aplicabilidade e representação.
	KRDC	<i>Knowledge of Research and Development of Chemistry</i> (Conhecimento de Pesquisa e Desenvolvimento da Química)	Conhecimentos referentes ao desenvolvimento investigativo da química para gerar novos conhecimentos referentes à química pura. Englobando conhecimentos relativos a deduções químicas; desenvolvimento de metodologias teóricas/ experimentais relativas à química pura; pesquisa investigativa e desenvolvimento argumentativo com exemplos e contraexemplos, seja teóricos e/ou experimentais; pesquisa relativa ao levantamento de hipóteses, e; desenvolvimento de processos.
PCK – Pedagogical Content Knowledge (Conhecimento Didático do Conteúdo)	KCT	<i>Knowledge of Chemistry Teaching</i> (Conhecimento do Ensino de Química)	Conhecimento do docente mediante a potencialidade de determinada atividade perante o processo de aprendizagem; os recursos materiais, laboratoriais e virtuais, ou seja, desde materiais básicos à todas as áreas como data show, lousa digital, livros, revistas, jornais, ou materiais de uso específico da química como tabela periódica, modelo molecular 3D, ou materiais laboratoriais como vidrarias e equipamentos como pHmetro, capela, estufa, entre outros, até recursos virtuais como softwares tanto desenvolvidos para química ou não, desde que aplicáveis, o uso de aplicativos, internet ou vídeos.
	KFLC	<i>Knowledge of Features of Learning Chemistry</i> (Conhecimento das Características de Aprendizagem da Química)	Ao processo de assimilação, erros e dificuldades, de modo que o conteúdo químico seja o objeto de aprendizagem e não o aluno, porém faz-se necessário considerar a relação aluno-objeto, independentemente da particularidade deste estudante. Este subdomínio considera a forma como o aluno aprende conteúdos de Química, qual é o interesse e a expectativa deste aluno quanto à determinada área da Química, o que pode ser considerado um elemento facilitador ou o que pode imobilizar o conhecimento da química, ou em determinada área da Química.
	KCLS	<i>Knowledge of Chemistry Learning Standards</i> (Conhecimento dos Parâmetros da Aprendizagem de Química)	Aos parâmetros curriculares, a sequência dos conteúdos conforme o nível escolar, considerando a interdisciplinaridade da química, a expectativa do professor com relação a determinada aprendizagem em determinado nível escolar e a meta quanto ao desenvolvimento de determinado conteúdo químico.

Tabela 11 – Descrição das categorias do KoTC

		Categorias	Conhecimento relacionado
CK	KoTC	Procedimentos Teóricos	Normas e procedimentos teóricos responsáveis para obter-se um resultado, envolvendo questionamentos de: Como se faz; Quando; Por que, e; as Características do Resultado em si, tudo relativo ao conhecimento químico teórico; aplicação teórica.
		Definições, Conceitos e seus Fundamentos	Conceitos, leis, definições, fundamentação teórica, propriedades e fenômenos relativos à área química.
		Registros de Representação	Representação de fórmulas moleculares, geométricas, empírica, estrutural planar, estrutura de Lewis, estrutura de Kekulé, estrutura de linhas, elementos químicos, ligações químicas, grupos funcionais, gráficos, representação de reações, mecanismos, modelos químicos, grandezas etc.
		Experimentação	Conhecimento de técnicas laboratoriais, uso de equipamentos, processos químicos em pequena e grande escala, desenvolvimento de roteiros laboratoriais, procedimentos laboratoriais, procedimentos industriais, reagentes, manuseio de reagentes, soluções pré-estabelecidas na literatura, materiais laboratoriais e seus usos, aplicação laboratorial, etc.
		Conhecimento Interdisciplinar	Referente a conhecimento de conteúdos relativos à outras disciplinas, principalmente a linguagem matemática, a física e a biologia, que são necessários à compreensão dos conhecimentos químicos.
		Aplicações	Aplicação da química, conhecimento que o professor tem sobre aplicações da química no cotidiano, seja de determinado conteúdo químico, experimento, técnica ou processo, aplicáveis ao cotidiano, podendo ser a partir da interdisciplinaridade da química
		História da Química	Conhecimento da história da química, da linha de desenvolvimento de determinado tema, linha do tempo da química, incluindo a abordagem da área de abrangência da química e conhecimentos populares.

Elab.: Autora (2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos atenderam ao objetivo desta pesquisa, em propor um modelo teórico capaz de descrever o conjunto de Conhecimento Especializado de Professores de Química, denominado CTSK.

Através do CTSK transposto várias lacunas foram evidenciadas, mas, além destas, verificou-se também uma problemática com termos ambíguos, de modo que não havia clareza em algumas nomenclaturas transpostas. Isso foi evidenciado no subdomínio Conhecimento da Prática Química, que se tornou Conhecimento de Pesquisa e Desenvolvimento da Química, e o Conhecimento dos Tópicos, que se tornou Conhecimento dos Tópicos da Química.

Entretanto, este problema com a nomenclatura não ocorreu somente com subdomínios, mas também com algumas categorias, como, por exemplo, Definições, Propriedades e seus fundamentos, que se tornou Definições, Conceitos e seus fundamentos, entre outras categorias.

O CTSK transposto não atendeu às necessidades da área com relação aos conhecimentos experimentais e à interdisciplinaridade. Estes foram os dois fatores principais nas mudanças propostas, uma vez que as abordagens experimentais estão conectadas ao conhecimento químico, principalmente devido ao cunho investigativo.

Apesar de existirem modelos a partir do PCK para a área da Química, não havia ainda a proposta do conhecimento especializado, dessa forma teve-se a iniciativa de partir de um modelo especializado da área da Matemática para a Química com objetivo de propor um modelo especializado para a área.

Quanto às crenças, sua influência vem sendo considerada desde modelos do final do Século XX, e foi evidenciada a necessidade em considerá-la no CTSK, tanto com base na literatura, quanto nos resultados obtidos.

O CTSK manteve a divisão de dois domínios, CK e PCK, e três subdomínios para cada domínio, KoTC, KSC e KRDC, e KCT, KFLC e KCLS, respectivamente. Houve mudanças de nomenclatura, assim como na descrição dos subdomínios, conforme detectada a necessidade através dos resultados obtidos.

O impacto mais significativo ocorreu nas categorias do KoTC, uma vez que se estabeleceu ao subdomínio sete categorias para eliminar as lacunas identificadas no desenvolvimento do trabalho, sendo elas: Procedimentos Teóricos; Definições, Conceitos e seus Fundamentos; Registros de Representação; Experimentação; Conhecimento Interdisciplinar; Aplicações; e História da Química.

Embora os resultados sejam satisfatórios, a metodologia proposta foi limitada, dessa forma faz-se necessária a aplicação do modelo apresentado para confirmar se não há mais lacunas, uma vez que a metodologia deste estudo foi a partir da análise de episódios de ensino, PaP-eR, e não com estudo de campo. Portanto, sugere-se, como estudos futuros a aplicação deste modelo através de uma metodologia diferenciada da atual.

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**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 1995. p. 93-150.
Disponível em: <https://pt.slideshare.net/RonanTocafundo/bardin-laurence-anlise-de-contedo>. Acesso em: 05 ago. 2017.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em Educação**: fundamentos, métodos e técnicas. Porto, Portugal: Porto Editora, 1994, p. 47-51

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia, Informações e Comunicações. **Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)**. Brasília: s/d. Disponível em: <<http://www.cnpq.br>>. Acesso em: 10 jan. 2019.

_____. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. **Resolução CNE/CEB nº 02**, de 16 de junho de 1997. Dispõe sobre os programas especiais de formação pedagógica de docentes para as disciplinas do currículo do ensino fundamental, do ensino médio e da educação profissional em nível médio. Brasília: MEC/CNE/CEB, 1997. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/>>. Acesso em: 28 nov. 2018.

_____. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP (Comp.). **Censo escolar da educação básica 2016**: Notas estatísticas. Brasília, 2017. 29 p.

_____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 4.950-A**, de 22 de abril de 1966. Dispõe sobre a remuneração de profissionais diplomados em Engenharia, Química, Arquitetura, Agronomia e Veterinária. Brasília: DOU, 29.4.1966. Disponível em : <www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4950a.htm>. Acesso em: 28 nov. 2018.

_____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília : DOU, 23.12.1996. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>. Acesso em: 28 nov. 2018.

_____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 11.738**, de 16 de julho de 2008. Regulamenta a alínea “e” do inciso III do caput do art. 60 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias, para instituir o piso salarial profissional nacional para os profissionais do magistério público da educação básica. Brasília : DOU, 17.7.2008. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11738.htm>. Acesso em: 28 nov. 2018.

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 YAÑEZ, 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 YAÑEZ, J.; GONZÁLEZ, L. C. C.; NAVARRO, M. A. M. **Reflexionando sobre el conocimiento del professor**: Actas de las II Jornadas del Seminario de Investigación de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Huelva. 15 y 16 de Septiembre 2015. Huelva, Espanha, 2015. 106 p.

CAVALCANTI, J. A.; FREITAS, J. C. R.; MELO, A. C. N.; FREITAS FILHO, J. R. Agrotóxicos: Uma Temática para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, nº 1, p. 31-36, fev. 2010.

COIMBRA, C. M. B. As funções da instituição escolar: análise e reflexões. **Psicologia: ciência e profissão**, Brasília, v. 9, n. 3, p. 14-16, 1989.

CONVENÇÃO COLETIVA. **Convenção Coletiva dos Trabalhadores do Ramo Químico 2016/2017**. Sindicato dos Químicos – SP. 2016. Disponível em:

<<http://www.quimicosp.org.br/publicacoes/convencao-coletiva/quimicos-2016-2017>>.

Acesso em: 13 abr. 2017.

CORREIA, F. S. C. et al. O Estudo da Química no Cotidiano: As dificuldades para os alunos no ensino de Química. **Ensino médio em diálogo**, UFF, Niterói, 2015. Disponível em: <http://www.emdialogo.uff.br/content/o-estudo-da-quimica-no-cotidiano-dificuldades-para-os-alunos-no-ensino-de-quimica>>. Acesso: 13 abr. 2017.

CUNHA, S. D.; LUSTOSA, D. M. ; CONCEIÇÃO, N. D. Biomassa em aula prática de química orgânica verde: cravo-da-índia como fonte simultânea de óleo essencial e de furfural. **Química Nova**, SBQ, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 638-641, 2012.

FERNANDEZ, C. Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de ciências. **Revista Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, CESGRANRIO, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p. 500-528, maio-ago 2015.

FERREIRA, P. Salário mínimo pago ao professor no Brasil é um dos piores do mundo. **O Globo Digital**, 11/09/2018. Disponível em:

<<https://oglobo.globo.com/sociedade/educacao/salario-minimo-pago-ao-professor-no-brasil-um-dos-piores-do-mundo-23056381>>. Acesso em: 28 nov. 2018.

FUENTES, A. Salário dos professores brasileiros está entre os piores do mundo. **Veja**, [online], 10/09/2014. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/blog/impavido-colosso/salario-dos-professores-brasileiros-esta-entre-os-piores-do-mundo/>>. Acesso em: 17 ago. 2017.

GARCIA, I. T. S. Implantação das Diretrizes Curriculares Nacionais para Formação de Professores de Química em uma Instituição Federal de Ensino Superior: Desafios e Perspectivas. **Química Nova**, SBQ, São Paulo, v. 32, n. 8, p. 2218-2224, 2009.

GERIS, R. ; SANTOS, N. A. C.; AMARAL, B. A. ; MAIA, I. S. ; CASTRO, V. D. ; CARVALHO, J. R. M. Biodiesel de soja-reação de transesterificação para aulas práticas de química orgânica. **Química Nova**, SBQ, São Paulo, v. 30, n. 5, p. 1369-1373, 2007.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 175 p.

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.

LIMA, J. O. G. **Um olhar sobre a história do ensino de Química no Brasil**. In: ROMERO, Marco Antônio Ventura; MAIA, Saulo Robério Rodrigues. O ensino e a formação do professor de Química em questão. Teresina: EDUFPI, 2013, p. 12-28.

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.; SOARES, S. T. C.; SILVA FILHO, V. P.; MORIEL JUNIOR, J. G.; MELLO, G. J. Análise de PaP-eRs como primeira aproximação metodológica para configurar o modelo de conhecimento especializado de professores de física (PTSK). CONGRESSO INTERNACIONAL DE FORMAÇÃO E DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DOCENTE - RESIDÊNCIA DOCENTE: PARADIGMA DE INTEGRAÇÃO TEORIA-PRÁTICA, 3., Cuiabá. **Anais...** p. 1 - 5. 2017.

LOPES, A. C. Discursos Curriculares na Disciplina Escolar Química. **Ciência & Educação**, UNESP, Bauru, v. 11, n. 2, p. 263-278, 2005.

LOPES, A. R. C. Conhecimento Escolar em Química – Processo de Mediação Didática da Ciência. **Química Nova na Escola**, SBQ, São Paulo, n. 5, Maio 1997.

LOUGHRAN, J. et al. Documenting science teachers' pedagogical content knowledge through PaP-eRs. **Research in Science Education**, New York, USA, v. 31, n. 2, p. 289-307, 2001.

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.

MASSENA, E. P; GUZZI FILHO, N. J; LUCIANA, P. SÁ. Produção de Casos para o Ensino de Química: Uma Experiência na Formação Inicial de Professores. **Química Nova**, SBQ, São Paulo, v. 36, n. 7, p. 1066-1072, 2013.

MATO GROSSO. Gabinete de Comunicação. Secretaria de Estado de Educação. Salários da rede estadual de MT estão entre os maiores do Brasil. Disponível em : <http://www.mt.gov.br/-/7704346-salarios-da-rede-estadual-de-mt-estao-entre-os-maiores-do-brasil>. Acesso em: 13 abr. 2019.

MELO, M.R; NETO, E.G.L. Dificuldades de Ensino e Aprendizagem dos Modelos Atômicos em Química. **Química Nova na Escola**, SBQ, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 112-122, Mai. 2013.

MONTES, M.; CONTRERAS-GONZALEZ, L.; CARRILLO, J. Conocimiento del profesor de matemáticas: Enfoques del MKT y del MTSK. **Simposio de la SEIEM**, Bilbao, España, v. 1, 2013.

MORIEL JUNIOR, J. G. **Conhecimento especializado para ensinar divisão de frações**. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática - PPGECEM, Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática - REAMEC, Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, Cuiabá, 2014. 162 p.

_____; 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.

NARDIN, C. S.; LOGUERCIO, R. Q.; DEL PINO, J. C. Uma abordagem de ensino de reações químicas entre compostos inorgânicos referenciada em mecanismos de reação. **Tecno-lógica**, UFCS, Santa Cruz do Sul, v. 8, n. 1, p. 9-24, 2004.

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE QUÍMICA. **XXIII OBQ 2017/2018**. Disponível em: <<http://www.obquimica.org/olimpiadas/index/brasileira/item/programa>>. Acesso em: 04 jan 2018.

OLIVEIRA, I; REZENDE, F. Discurso de Estudantes e Habitus Pedagógico em Cursos de Graduação em Ciências Naturais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências - RBPEC**, UFMG, Belo Horizonte, v. 11, n. 3, 2011.

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, H. T. S.; BRAIBANTE, M. E. F.; TREVISAN, M. C.; SILVA, G. S. Uma Abordagem Diferenciada para o Ensino de Funções Orgânicas através da Temática Medicamentos. **Química Nova na Escola**, SBQ, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 21-25, fev. 2012.

PERUZZO, T. M.; CANTO, E. L. do. **Química - Volume Único**. 2. ed., São Paulo: Moderna, 2003. 354p.

PETRUCCI, M. I. F. S. R. ; SCHNETZLER., R. P. Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. **Química Nova na Escola**, SBQ, São Paulo, n. 8, nov. 1998.

QUADROS, A. L; SILVA, D. C.; ANDRADE, F. P; ALEME, H. G; RODRIGUES, S. O; SILVA, G. F. Ensinar e aprender Química: a percepção dos professores do Ensino Médio. **Educar em Revista**, UFPR, Curitiba, n. 40, p. 159-176, abr./jun. 2011.

ROQUE, N. F; SILVA, J. L P. B. A Linguagem Química e o Ensino da Química Orgânica. **Química Nova**, SBQ, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 921-923, 2008.

SÃO PAULO. Assembleia Legislativa de São Paulo. **Projeto de Lei nº 839**, de 22 de novembro de 2016. Dispõe sobre reconhecimento e titulação de NOTÓRIO SABER para os

cargos de Professores no Estado de São Paulo e fixa outras providências. São Paulo: DO, 22.11.2016.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, SBQ, São Paulo, v. 25, n. Supl. 1, p. 14-24, 2002.

_____. Construção do Conhecimento e Ensino de Ciências - O Modelo Transmissão-Recepção e o Ensino de Ciências. **Em Aberto**, MEC, Brasília, ano 11, n. 55, jul./set. 1992.

SHULMAN, L. S. **Artigos**. Professor of Education Emeritus, Stanford University, California, USA. Disponível em: <<https://scholar.google.com.br/citations?user=QRW-VLcAAAAJ&hl=pt-BR>>. Acesso em: 06 fev. 2019.

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

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

SIDM. Seminario de Investigación en Didáctica de la Matemática. **Categorías de los subdomínios del MTSK (documento interno)**. Huelva, Espanha, 2016. 1 p. [Não publicado].

SILVA, A. A. da. A Construção do Conhecimento Científico no Ensino de Química. **Revista Thema**, IFSUL, Pelotas, v. 09, n. 02, 2012.

SILVA, R. M. G; SCHNETZLER, R. P. Constituição de professores universitários de disciplinas sobre ensino de Química. **Química Nova**, SBQ, São Paulo, v. 28, n. 6, São Paulo Nov./Dec. 2005.

SILVA, S. M.; EICHLER, M. L.; DEL PINO, J. C. As percepções dos professores de química geral sobre a seleção e a organização conceitual em sua disciplina. **Química nova**, SBQ, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 585-594, 2003.

VASCO, D.; MORIEL JUNIOR, J.; CONTRERAS, L. C. Subdomínios del mathematics teacher's specialised knowledge (MTSK): KoT y KSM: definición, categorías y ejemplos. JORNADAS DE INVESTIGACIÓN EM DIDÁTICA DE LAS MATEMÁTICAS, 3., 2017, Huelva, Espanha. **Anais...** p. 29-37, 2017.

APÊNDICES

APÊNDICE I

CONHECIMENTOS IDENTIFICADOS NO EPISÓDIO 1 ➔ a01

CAVALCANTI, J. A.; FREITAS, J. C. R.; MELO, A. C. N.; FREITAS FILHO, J. R. Agrotóxicos: Uma Temática para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, SBQ, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 31-36, fev. 2010.

a01.c01.KCT

Segundo Martins e cols. (2003), a abordagem do cotidiano relacionando a Química e a sociedade vem sendo utilizada numa tentativa de despertar o interesse dos alunos por essa disciplina. Logo, notícias em jornais, revistas, internet e também vídeos podem levar a uma discussão de temas relevantes no contexto escolar e promover o esclarecimento de conceitos frequentemente distorcidos, sejam os conceitos químicos/científicos ou os cotidianos. (p. 31).

Conhecimento de temas relevantes em notícias em jornais, revistas, internet e vídeos, que consiste em esclarecimento de conceitos frequentemente distorcidos, sejam os conceitos químicos/científicos ou os cotidianos.

a01.c02.KFLC

(...) a utilização de temas diferentes para se ensinar Química tem sido uma das melhores maneiras encontradas pelos professores para chamar a atenção dos alunos, fazendo com que estes se interessem pelo conteúdo. (p. 31).

Conhecimento da possibilidade de utilizar temas diferentes para ensinar química, que consiste em uma das melhores maneiras encontradas pelos professores para chamar a atenção dos alunos.

a01.c03.KCT

(...) a utilização de temas diferentes para se ensinar Química tem sido uma das melhores maneiras encontradas pelos professores para chamar a atenção dos alunos, fazendo com que estes se interessem pelo conteúdo. (...) ponte entre o conhecimento escolar e o mundo cotidiano dos estudantes. (p. 31).

Conhecimento da possibilidade de utilizar temas diferentes para ensinar química, que consiste na ponte entre o conhecimento escolar e o mundo cotidiano dos estudantes.

a01.c04.KCT

Dentre os vários temas usados como contextualizadores, convém destacar os agrotóxicos. Além de contexto motivador, agrotóxicos é uma temática rica conceitualmente, o que permite desenvolver conceitos químicos, biológicos, ambientais, entre outros (...). (p. 31).

Conhecimento do tema agrotóxicos como contextualizador e motivador, que consiste em uma temática rica conceitualmente, o que permite desenvolver conceitos químicos, biológicos, ambientais, entre outros.

a01.c05.KoT

Dentre os vários temas usados como contextualizadores, convém destacar os agrotóxicos. Além de contexto motivador, agrotóxicos é uma temática rica conceitualmente, o que permite desenvolver conceitos químicos, biológicos, ambientais, entre outros (...). (p. 31).

Conhecimento do tema agrotóxicos em uma temática rica conceitualmente, que consiste em desenvolver conceitos químicos, biológicos, ambientais, entre outros.

a01.c06.KoT

Os agrotóxicos podem ser definidos como produtos químicos usados na lavoura, na pecuária e mesmo no ambiente doméstico: inseticidas, fungicidas, acaricidas, nematicidas, herbicidas, bactericidas, vermífugos. Podem ainda ser solventes, tintas, lubrificantes, produtos para limpeza e desinfecção de estábulos etc. (p. 31).

Conhecimento que agrotóxicos podem ser definidos como produtos químicos, que consiste em inseticidas, fungicidas, acaricidas, nematicidas, herbicidas, bactericidas, vermífugos, podendo ainda ser solventes, tintas, lubrificantes, produtos para limpeza e desinfecção de estábulos etc.

a01.c07.KCLS

Nessa perspectiva, o objetivo deste trabalho é apresentar intervenções didáticas, aplicadas em três turmas do Ensino Médio, nas quais a temática “Agrotóxicos” foi utilizada como eixo norteador na aprendizagem de conteúdos do programa de Química como, por exemplo, substâncias e misturas, tabela periódica e química ambiental (na 1ª série); funções químicas, soluções, química ambiental (na 2ª série); e estudo do carbono, funções orgânicas e química ambiental (na 3ª série). (p. 32).

Conhecimento dos conteúdos químicos da 1ª, 2ª e 3ª séries do Ensino Médio, que consiste em substâncias e misturas, tabela periódica e química ambiental (na 1ª série); funções químicas, soluções, química ambiental (na 2ª série); e estudo do carbono, funções orgânicas e química ambiental (na 3ª série).

a01.c08.KCT

(...) estratégias didáticas aplicadas permitiram dividir as atividades em momentos diferentes, a saber: a) visualização de imagem; b) levantamentos de concepções prévias dos estudantes; c) estudo do meio; d) seminário temático; e) leitura, interpretação e discussão de textos com resolução de exercícios; f) painel integrado; g) trabalho em grupo; e h) realização de experimentos. (p. 32).

Conhecimento de estratégias didáticas, que consiste em: a) visualização de imagem; b) levantamentos de concepções prévias dos estudantes; c) estudo do meio; d) seminário temático; e) leitura, interpretação e discussão de textos com resolução de exercícios; f) painel integrado; g) trabalho em grupo; e h) realização de experimentos.

a01.c09.KCT

Dando continuidade, foi feito um levantamento das concepções dos estudantes, utilizando questionários de dois tipos que foram aplicados em momentos distintos. O objetivo do primeiro tipo de questionário foi identificar se os estudantes tinham conhecimentos de alguns conceitos abstraídos da temática. Esse momento foi realizado individualmente, como forma de permitir que cada um pudesse expressar suas noções sobre alguns conteúdos a serem explorados durante as intervenções didáticas. Na Tabela 2 são mostrados alguns exemplos de questões que foram propostas nessa primeira fase do levantamento para cada série. Na aula seguinte, foi solicitado que os estudantes, individualmente, respondessem a um segundo questionário (Tabela 3). Esse momento teve o objetivo de levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a temática. (p. 33).

Conhecimento da estratégia de ensino pelo uso de questões, que consiste em identificar se os estudantes tinham conhecimentos de alguns conceitos abstraídos da temática através do questionário e durante as intervenções didáticas.

a01.c10.KCLS

Dando continuidade, foi feito um levantamento das concepções dos estudantes, utilizando questionários de dois tipos que foram aplicados em momentos distintos. O objetivo do primeiro tipo de questionário foi identificar se os estudantes tinham conhecimentos de alguns conceitos abstraídos da temática. Esse momento foi realizado individualmente, como forma de permitir que cada um pudesse expressar suas noções sobre alguns conteúdos a serem explorados durante as intervenções didáticas. Na Tabela 2 são mostrados alguns exemplos de questões que foram propostas nessa primeira fase do levantamento para cada série. Na aula seguinte, foi solicitado que os estudantes, individualmente, respondessem a um segundo questionário (Tabela 3). Esse momento teve o objetivo de levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a temática. (p. 33).

Conhecimento dos parâmetros curriculares e da sequência dos conteúdos, que consiste na apresentação das questões propostas para cada série (Tabela 2).

Tabela 2: Questões para levantamento das concepções prévias dos estudantes sobre a temática.

Séries	Questões propostas
1 ^a A	1. O que é substância? Como classifica? Exemplifique. 2. O que é mistura? Exemplifique. 3. Você conhece algum processo de separação de mistura? Qual? 4. Existe diferença entre substância e mistura? 5. Você sabe onde se localiza o elemento fósforo na tabela? Qual o seu símbolo?
2 ^a A	1. O que é ácido? Exemplifique. 2. O que é soluto? E solvente? Exemplifique. 3. Qual a diferença entre ácido e base? 4. O que é neutralização? Exemplifique. 5. O que é solubilidade?
3 ^a A	1. Qual a localização do carbono na Tabela Periódica? 2. Qual a ligação presente com mais frequência nos compostos orgânicos? 3. Você conhece algum composto orgânico? Qual(is)? 4. Você é capaz de identificar grupo funcional em um composto orgânico? 5. Qual a hibridação do carbono com apenas ligação sigma? O que é uma ligação sigma?

a01.c11.KFLC

Após a leitura e análise exaustiva das respostas constantes nos questionários, foi possível conhecer as noções dos estudantes (...) Estes definiram mistura e substância, usando a linguagem do senso comum (por exemplo, mistura é água misturada com sal e substância é o ferro), mas não souberam diferenciar um conceito do outro. (p. 34).

Conhecimento das dificuldades do processo de aprendizado dos conceitos químicos pelos alunos, que consiste no uso da linguagem do senso comum, os exemplos, de que mistura é água misturada com sal e substância é o ferro.

a01.c12.KoT

Após a leitura e análise exaustiva das respostas constantes nos questionários, foi possível conhecer as noções dos estudantes (...) Estes definiram mistura e substância, usando a linguagem do senso comum (por exemplo, mistura é água misturada com sal e substância é o ferro), mas não souberam diferenciar um conceito do outro. (p. 34).

Conhecimento há diferença de definição dos conceitos de mistura e substância, que consiste na afirmação de que os alunos não souberam diferenciar um conceito do outro.

a01.c13.KCT

(...) os estudantes das três séries foram levados para uma visita ao campo de trabalho dos agricultores, direcionando-lhes o olhar para a maneira como manipulavam o equipamento e para tipos de defensivos que usavam (Figura 2). No final dessa atividade, os estudantes mostraram-se motivados para iniciar a busca por informações em livros e internet. (p. 34).

Conhecimento de estratégia de ensino, que consiste em realizar uma visita ao campo de trabalho dos agricultores para motivar os alunos na busca por informações em livros e internet.

a01.c14.KCT

No retorno à escola, a professora regente ministrou um seminário intitulado: Agrotóxicos – mocinho ou vilão? O objetivo desse seminário foi fazer uma abordagem sobre os impactos do uso dos agrotóxicos. (p. 34).

Conhecimento de estratégia de ensino, que consiste em ministrar um seminário para uma abordagem sobre os impactos do uso dos agrotóxicos.

a01.c15.KCT

Na sala de aula (nos dias destinados à aula de química), os estudantes em pequenos grupos iniciaram a leitura, interpretação e discussão do texto: Agrotóxicos: de mocinho a bandido, extraído do livro Química & Sociedade (SANTOS e cols., 2005). A leitura do texto favoreceu a aprendizagem colaborativa. (...) A síntese do texto feita pelos estudantes permitiu à professora avaliar o andamento das atividades do grupo (...) (p. 34).

Conhecimento de estratégia de ensino, que consiste em propor leitura, interpretação, discussão do texto e síntese.

a01.c16.KFLC

Na sala de aula (nos dias destinados à aula de química), os estudantes em pequenos grupos iniciaram a leitura, interpretação e discussão do texto: Agrotóxicos: de mocinho a bandido, extraído do livro Química & Sociedade (SANTOS e cols., 2005). A leitura do texto favoreceu a aprendizagem colaborativa. (...) A síntese do texto feita pelos estudantes permitiu à professora avaliar o andamento das atividades do grupo (...) (p. 34).

Conhecimento do processo de assimilação que consiste na análise da síntese do texto feita pelos estudantes o que permitiu à professora avaliar o andamento das atividades do grupo.

a01.c17.KCT

A introdução de subsídios teóricos foi feita por meio de painel integrado, com textos extraídos do livro de Química (NÓBREGA e cols., 2008). Essa aula permitiu que os estudantes se tornassem agentes ativos de suas aprendizagens, criando texto (resumo), discutindo a relação entre impactos do uso de agrotóxicos com a Química e construindo conceitos. Ao final da aula, a professora regente, com auxílio do retroprojektor, apresentou uma síntese do que foi discutido pelos estudantes. (p. 34).

Conhecimento de estratégia de ensino, que consiste no uso de um painel integrado, seguida de uma síntese, apresentada pela professora, com auxílio do retroprojektor.

a01.c18.KFLC

A introdução de subsídios teóricos foi feita por meio de painel integrado, com textos extraídos do livro de Química (NÓBREGA e cols., 2008). Essa aula permitiu que os estudantes se tornassem agentes ativos de suas aprendizagens, criando texto (resumo), discutindo a relação entre impactos do uso de agrotóxicos com a Química e construindo conceitos. Ao final da aula, a professora regente, com auxílio do retroprojektor, apresentou uma síntese do que foi discutido pelos estudantes. (p. 34).

Conhecimento das características de aprendizagem de química de modo que o conteúdo químico seja o objeto de aprendizagem, considerando a forma como o aluno aprende química, que consiste numa aula que permitiu que os estudantes se tornassem agentes ativos de suas aprendizagens, criando texto (resumo), discutindo a relação entre impactos do uso de agrotóxicos com a Química e construindo conceitos.

a01.c20.KCLS

Cada grupo trabalhou com pelo menos três marcas diferentes de um tipo de defensivo agrícola (herbicida, fungicida, bactericida, acaricida) utilizado em Bonito e região. Os grupos obtiveram rótulos dos defensivos em casas agropecuárias ou com produtores em suas propriedades. Os grupos aprofundaram seu conhecimento em uma entrevista com um engenheiro agrônomo e com produtores rurais a respeito das seguintes informações: tipo de cultura em que o defensivo é utilizado, dosagem, toxicidade, equipamentos de proteção individual, classificação dos agrotóxicos de acordo com restrições ao uso, grupo químico pertencente e descarte dos vasilhames. (...) 2ª séries preencheram uma ficha, extraindo de rótulos e/ou embalagens vazias de defensivos agrícolas informações quanto a marca comercial, estrutura, nome representativo, solubilidade, composição química e localização dos elementos químicos na Tabela Periódica. (...) 3ª série, no preenchimento da ficha, procuraram correlacionar estruturas, nomes representativos e grupos funcionais com suas respectivas funções orgânicas: haleto, ácido carboxílico, éter, tiocomposto, nitrocomposto, amina e éster. Essa atividade exigiu da professora uma maior mediação, uma vez que alguns conteúdos ainda não eram do conhecimento dos estudantes. (p. 34-35).

Conhecimento dos parâmetros curriculares e da sequência dos conteúdos, que consiste nas informações diferenciadas, conforme a série de cada grupo.

a01.c21.KSC

(...) 3ª série, no preenchimento da ficha, procuraram correlacionar estruturas, nomes representativos e grupos funcionais com suas respectivas funções orgânicas: haleto, ácido carboxílico, éter, tiocomposto, nitrocomposto, amina e éster. Essa atividade exigiu da professora uma maior mediação, uma vez que alguns conteúdos ainda não eram do conhecimento dos estudantes. (p. 35).

Conhecimento das conexões químicas, que consiste em correlacionar estruturas, nomes representativos e grupos funcionais com suas respectivas funções orgânicas: haleto, ácido carboxílico, éter, tiocomposto, nitrocomposto, amina e éster.

a01.c22.KoT

(...) 2ª séries preencheram uma ficha, extraindo de rótulos e/ou embalagens vazias de defensivos agrícolas informações quanto a marca comercial, estrutura, nome representativo, solubilidade, composição química e localização dos elementos químicos na Tabela Periódica. (...) 3ª série, no preenchimento da ficha, procuraram correlacionar estruturas, nomes representativos e grupos funcionais com suas respectivas funções orgânicas: haleto, ácido carboxílico, éter, tiocomposto, nitrocomposto, amina e éster. Essa atividade exigiu da professora uma maior mediação, uma vez que alguns conteúdos ainda não eram do conhecimento dos estudantes. (...). As apresentações orais foram realizadas de formas variadas, e os estudantes discutiram sobre o tema e sobre a relação deste com o conteúdo disciplinar. (p. 35).

Conhecimento sobre a aplicação teórica com relação ao conteúdo disciplinar, que consiste no preenchimento de uma ficha e a discussão sobre o tema e sua relação com o conteúdo disciplinar.

a01.c23.KCT

Painel integrado sobre: substâncias e misturas (1ª série), funções químicas (2ª série), estudo do carbono (3ª série). Síntese dos conteúdos pela professora com auxílio de retroprojektor. (p. 33).

Conhecimento de estratégia de ensino que consiste no painel integrado e na síntese dos conteúdos apresentada pela professora com auxílio de retroprojektor

a01.c24.KCLS

Painel integrado sobre: tabela periódica (1ª série), soluções (1ª série), estudo do carbono (3ª série). Síntese dos conteúdos pela professora com auxílio de retroprojektor. (p. 33).

Conhecimento dos parâmetros curriculares e a sequência dos conteúdos, conforme a série do aluno, que consiste na divisão tabela periódica (1ª série), soluções (1ª série), estudo do carbono (3ª série).

a01.c25.KSC

Tabela 4. (p. 35)

Tabela 4: Conteúdos e conceitos construídos nas diferentes séries do Ensino Médio.

Turmas	Conteúdos trabalhados	Conceitos construídos pelos estudantes
1ª A	Substâncias e misturas	Densidade, ponto de fusão e ponto de ebulição, mistura, substância, elementos químicos, condensação, separação de componentes de misturas, destilação.
	Tabela Periódica	Período, família.
	Noção de Química Ambiental	Ambiente, poluição, herbicida, fungicida, acaricida.
2ª A	Funções químicas	Ácidos, bases, sais, indicador, acidez, basicidade, pH.
	Soluções	Solubilidade, polaridade, mol, soluto, solvente, concentração.
	Noção de química ambiental	Ambiente, poluição, herbicida, fungicida, acaricida.
3ª A	Estudo do carbono	Valência, ligação, ligação pi, ligação sigma, fórmula estrutural, hibridação, orbital.
	Funções orgânicas	Hidrocarbonetos, haletos orgânicos, éter, álcool, fenol, ácido, aldeído, cetona, ésteres.
	Noção de química ambiental	Ambiente, poluição, herbicida, fungicida, acaricida.

Conhecimento da estrutura química e suas conexões, que consiste na apresentação dos conceitos construídos e seus respectivos conteúdos, apresentados em cada linha da tabela 4, relacionando conteúdos trabalhados e os conceitos construídos.

a01.c26.KoT

Ao analisar os rótulos do inseticida DDT (pode representar-se por $C_{14}H_9Cl_5$); do herbicida ROUNDUP (cujo componente ativo se pode representar por $C_3H_8O_5NP$); do fungicida DITHANE NT (cujo componente ativo integra o grupo dos ditiocarbamatos e designa-se MANCOZEBE), que tem também função acaricida (...) (p. 35) .

Conhecimento de aplicação de algumas substâncias químicas, que consiste no inseticida DDT (pode representar-se por $C_{14}H_9Cl_5$); no herbicida ROUNDUP (cujo componente ativo se pode representar por $C_3H_8O_5NP$); no fungicida DITHANE NT (cujo componente ativo integra o grupo dos ditiocarbamatos e designa-se MANCOZEBE), que tem também função acaricida.

APÊNDICE II

CONHECIMENTOS IDENTIFICADOS NO EPISÓDIO 2 → a02

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, H. T. S.; BRAIBANTE, M. E. F.; TREVISAN, M. C.; SILVA, G. S. Uma Abordagem Diferenciada para o Ensino de Funções Orgânicas através da Temática Medicamentos. **Química Nova na Escola**, SBQ, São Paulo, v. 34, n° 1, p. 21-25, fev. 2012.

a02.c01.KoT

(...) contribuições da química para o bem-estar da humanidade tem sido a produção de medicamentos como, por exemplo, os antibióticos que foram desenvolvidos mediante a síntese racional após o reconhecimento das propriedades antibacterianas da penicilina-G, derivada de metabólitos de microorganismos como os fungos. (p. 21).

Conhece a aplicação de síntese orgânica que consiste na produção de medicamentos.

a02.c02.KoT

(...) muitos fármacos comercializados utilizam insumos naturais em sua composição, contribuição dada por indígenas e povos primitivos (Viegas Jr. et. al., 2006). (p. 21)

Conhece que existe o conhecimento popular / contribuição tradicionais na composição de fármacos atuais que consiste na utilização de insumos naturais.

a02.c03.KoT

(...) substâncias orgânicas formadas principalmente por carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O). (p. 21)

Conhecimento de representação dos elementos químicos que consiste na representação do carbono (C).

a02.c04.KoT

(...) substâncias orgânicas formadas principalmente por carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O). (p. 21).

Conhecimento de representação dos elementos químicos que consiste na representação do hidrogênio (H).

a02.c05.KoT

(...) substâncias orgânicas formadas principalmente por carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O). (p. 21).

Conhecimento de representação dos elementos químicos que consiste na representação do oxigênio (O).

a02.c06.KoT

(...) a Química Orgânica foi considerada como a Química dos produtos naturais de origem animal e vegetal, derivando daí seu nome. (p. 21).

Conhecimento da origem da área de abrangência que consiste no estudo de produtos naturais de origem animal e vegetal.

a02.c07.KoT

(...) a Química Orgânica foi considerada como a Química dos produtos naturais de origem animal e vegetal, derivando daí seu nome. Podemos dizer que a definição mais frequente para a Química Orgânica é a que conceitua essa área como o ramo da Química que trata dos compostos de carbono. (p. 21).

Conhecimento da definição da área de abrangência de química orgânica que consiste no estudo dos compostos de carbono.

a02.c08.KFLC

A experimentação no ensino de química desperta um forte interesse nos diversos níveis de escolarização, pois os alunos costumam atribuir à experimentação um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos sentidos. Para os professores, o desenvolvimento de atividades experimentais aumenta a capacidade da aprendizagem dos alunos, pois funciona como meio de envolvê-los no tema em estudo (GIORDAN, 1999). (p. 21-22).

Conhecimento de estratégia que impacta no processo cognitivo aumentando a capacidade de aprendizagem do aluno que consiste no desenvolvimento de atividades experimentais e lúdicas.

a02.c09.KCT

(...) atividade experimental de identificação de grupos funcionais, utilizando medicamentos como reagentes, (...) 3ª Etapa- Atividade experimental: As abordagens experimentais auxiliam na construção do conhecimento científico, pois a organização do conhecimento ocorre preferencialmente nos entremeios da investigação. A atividade experimental apresentada neste trabalho foi desenvolvida com graduandos do curso de Química Licenciatura, no espaço Ciência Viva – UFSM, e teve por objetivo propor uma maneira diferenciada, da que é desenvolvida pelos professores e proposta pelos livros didáticos, na abordagem do conteúdo de grupos funcionais por intermédio da utilização da temática medicamentos. Essa atividade experimental utiliza-os como amostras reais para a identificação dos grupos funcionais presentes nas estruturas químicas dos seus princípios ativos. (p. 22).

Conhecimento de atividade experimental para identificação de grupos funcionais utilizando medicamentos como reagentes, que consiste na descrição feita no trecho "3ª etapa - Atividade Experimental" do item metodologia desenvolvida do artigo.

a02.c10.KoT

Podemos definir função orgânica como um conjunto de substâncias que possuem sítios reativos com propriedades químicas semelhantes. (p. 22).

Conhecimento do conceito de função orgânica que consiste em um conjunto de substâncias que possuem sítios reativos com propriedades químicas semelhantes.

a02.c11.KoT

Cada função orgânica apresenta um átomo ou grupo de átomos que caracteriza a função a que o composto pertence. Esses átomos ou grupos de átomos são chamados grupos funcionais. (p. 22).

Conhecimento do conceito de grupos funcionais que consiste no fato de que cada função orgânica apresenta um átomo ou grupo de átomos que caracteriza a função a que o composto pertence e esses átomos ou grupos de átomos são chamados grupos funcionais.

a02.c12.KoT

A função orgânica hidrocarboneto é caracterizada por compostos que possuem em sua estrutura somente átomos de carbono (C) e hidrogênio (H) (...). (p. 22).

Conhecimento de definição de hidrocarboneto que consiste em compostos que possuem em sua estrutura somente átomos de carbono (C) e hidrogênio (H).

a02.c13.KoT

A função orgânica hidrocarboneto é caracterizada por compostos que possuem em sua estrutura somente átomos de carbono (C) e hidrogênio (H), podem ser divididos em diversos grupos, baseados no tipo de ligação existente entre os átomos de carbono. (p. 22).

Conhece como é feita a classificação de hidrocarbonetos que consiste no tipo de ligação existente entre os átomos de carbono.

a02.c14.KoT

Os hidrocarbonetos que possuem uma dupla ligação entre os átomos de carbono são chamados alcenos (SOLOMONS, 1996). (p. 22).

Conhecimento da definição de alcenos que consiste em hidrocarbonetos que possuem uma dupla ligação entre os átomos de carbono são chamados alcenos.

a02.c15.KoT

Um dos princípios ativos dos medicamentos indicados para o tratamento da dor, da tosse e no combate a diarreia é a codeína, um derivado da morfina, princípio ativo extraído da papoula, sendo o ópio conhecido desde a época dos sumérios há 4000 anos a.C. (VIEGAS Jr. et al., 2006). Na estrutura química desse composto (Figura 1, estrutura-a), encontramos vários grupos funcionais, entre eles o alceno. (p. 22).

Conhecimento da aplicação da substância química codeína que consiste no seu uso nos medicamentos.

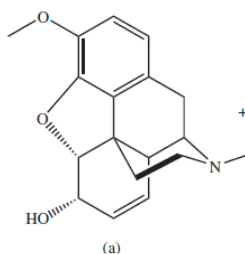
a02.c16.KoT

Um dos princípios ativos dos medicamentos indicados para o tratamento da dor, da tosse e no combate a diarreia é a codeína, um derivado da morfina, princípio ativo extraído da papoula, sendo o ópio conhecido desde a época dos sumérios há 4000 anos a.C. (VIEGAS Jr. et al., 2006). (p. 22).

Conhece a fonte de extração da codeína que consiste em ser um derivado da morfina que é um princípio ativo da Papoula.

a02.c17.KoT

Um dos princípios ativos dos medicamentos indicados para o tratamento da dor, da tosse e no combate a diarreia é a codeína, um derivado da morfina, princípio ativo extraído da papoula, sendo o ópio conhecido desde a época dos sumérios há 4000 anos a.C. (VIEGAS Jr. et al., 2006). Na estrutura química desse composto (Figura 1, estrutura-a), encontramos vários grupos funcionais, entre eles o alceno. (p. 22).

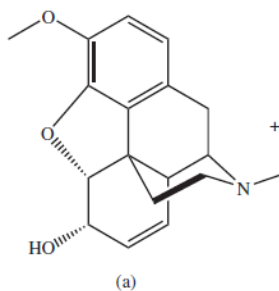


Conhecimento da estrutura química da codeína com a presença de vários grupos funcionais que consiste na figura 1(a).

a02.c18.KoT

Um dos princípios ativos dos medicamentos indicados para o tratamento da dor, da tosse e no combate a diarreia é a codeína, um derivado da morfina, princípio ativo extraído da papoula, sendo o ópio conhecido desde a época dos sumérios há 4000 anos a.C. (VIEGAS Jr. et al., 2006). Na estrutura química desse composto (Figura 1, estrutura-a), encontramos vários grupos funcionais, entre eles o alceno. (p. 22).

Conhecimento de um dos grupos funcionais da codeína, que consiste no alceno.

a02.c19.KoT

(p. 22)

Conhecimento da representação estrutura química que consiste na representação da estrutura molecular.

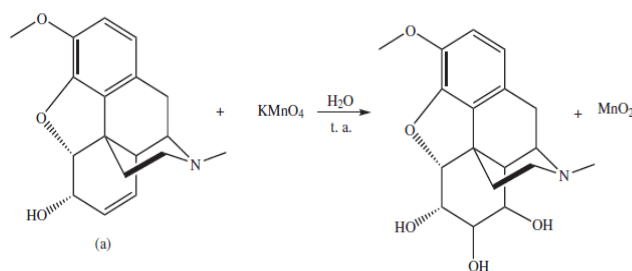
a02.c20.KoT

Figura 1: Reação de identificação da dupla ligação – Teste de Bayer.

(p. 22)

Conhecimento da reação química que consiste na representação da figura 1.

a02.c21.KoT

Uma das reações características dos alcenos é a oxidação com o permanganato de potássio (KMnO₄). Conforme Figura 1, observa-se o descolorimento da solução violeta de permanganato de potássio pela reação com a dupla ligação do alceno, originando um precipitado castanho devido à formação do óxido de manganês IV (MnO₂). Essa reação de identificação é conhecida como Teste de Bayer (SOARES et al., 1988). (p. 22).

Conhecimento do mecanismo da reação de oxidação de um alceno com permanganato de potássio, que consiste em reagir permanganato de potássio com a dupla ligação do alceno.

a02.c22.KPC

Uma das reações características dos alcenos é a oxidação com o permanganato de potássio (KMnO₄). Conforme Figura 1, observa-se o descolorimento da solução violeta de permanganato de potássio pela reação com a dupla ligação do alceno, originando um precipitado castanho devido à formação do óxido de manganês IV (MnO₂). Essa reação de identificação é conhecida como Teste de Bayer (SOARES et al., 1988). (p. 22).

Conhecimento laboratorial da reação de alcenos com permanganato de potássio, que consiste no descolorimento da solução violeta de permanganato de potássio originando um precipitado castanho devido à formação do óxido de manganês IV.

a02.c23.KoT

Uma das reações características dos alcenos é a oxidação com o permanganato de potássio (KMnO₄). Conforme Figura 1, observa-se o descolorimento da solução violeta de permanganato de potássio pela reação com a dupla ligação do alceno, originando um precipitado castanho devido à formação do óxido de manganês IV (MnO₂). Essa reação de identificação é conhecida como Teste de Bayer (SOARES et al., 1988). (p. 22).

Conhecimento do teste de Bayer, que consiste em uma aplicação laboratorial da teoria.

a02.c24.KoT

Uma das funções orgânicas mais conhecidas na química é a função álcool: uma cadeia carbônica ligada ao grupo hidroxila (HO-), no qual o carbono (C) ligado ao grupo funcional deve ser saturado (BRAIBANTE et al., 2010). (p. 22).

Conhecimento do conceito de álcool, que consiste em uma cadeia carbônica ligada ao grupo hidroxila, no qual o carbono ligado ao grupo funcional deve ser saturado.

a02.c25.KoT

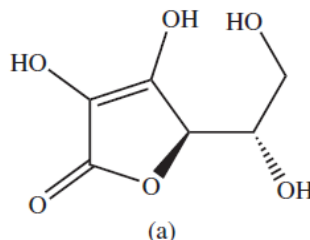
Uma das funções orgânicas mais conhecidas na química é a função álcool: uma cadeia carbônica ligada ao grupo hidroxila (HO-), no qual o carbono (C) ligado ao grupo funcional deve ser saturado (BRAIBANTE et al., 2010). (p. 22).

Conhecimento da representação do grupo hidroxila, que consiste na representação (OH).

a02.c26.KoT

O ácido ascórbico, ou vitamina C, é uma substância orgânica encontrada principalmente nas frutas cítricas. Em sua estrutura química (Figura 2, estrutura-a), existem várias funções orgânicas como éster, enol e álcool. (p. 22).

Conhecimento que o ácido ascórbico é a vitamina C, que consiste em uma substância orgânica representada na figura 2, estrutura (a).

**a02.c27.KoT**

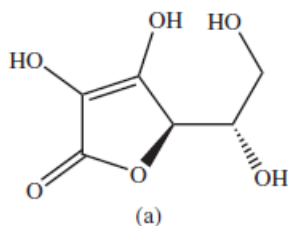
O ácido ascórbico, ou vitamina C, é uma substância orgânica encontrada principalmente nas frutas cítricas. Em sua estrutura química (Figura 2, estrutura-a), existem várias funções orgânicas como éster, enol e álcool. (p. 22).

Conhecimento bioquímico de onde é encontrada a vitamina C, que consiste em ser encontrada em frutas cítricas.

a02.c28.KoT

O ácido ascórbico, ou vitamina C, é uma substância orgânica encontrada principalmente nas frutas cítricas. Em sua estrutura química (Figura 2, estrutura-a), existem várias funções orgânicas como éster, enol e álcool. (p. 22).

Conhece funções orgânicas da estrutura química do ácido ascórbico que consiste em identificar os grupos funcionais éster, enol e álcool na estrutura química do ácido ascórbico.

a02.c29.KoT

(p. 22).

Conhecimento da estrutura química da vitamina C, que consiste na representação da figura 2 (a).

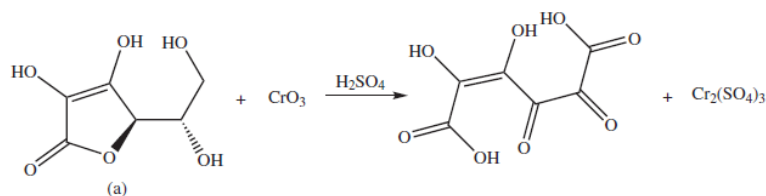
a02.c30.KoT

Figura 2: Reação de identificação do álcool – Teste de Jones.

(p. 22).

Conhecimento da reação química ácido ascórbico, que consiste na representação da figura 2.

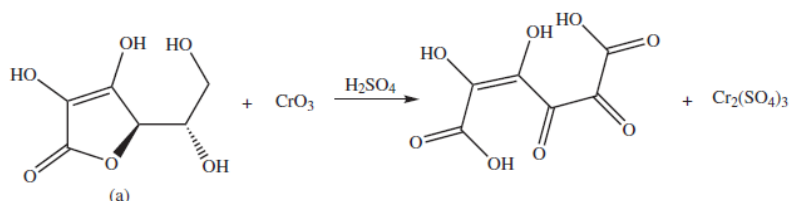
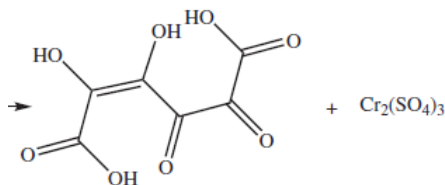
a02.c31.KoT

Figura 2: Reação de identificação do álcool – Teste de Jones.

(p. 22).

Conhecimento da reação química de ácido ascórbico de identificação do álcool, que consiste na reação com CrO_3 e H_2SO_4 , resultando os produtos:

**a02.c32.KoT**

A identificação dos alcoóis é feita com o reagente de Jones, uma solução de ácido crômico e ácido sulfúrico. (p. 22).

Conhece a composição do reagente de Jones que consiste em uma solução de ácido crômico e ácido sulfúrico.

a02.c33.KoT

O teste de Jones baseia-se na oxidação de alcoóis primários e secundários em ácidos carboxílicos e cetonas, respectivamente, formando um precipitado verde de sulfato crômico ($\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$) (SOARES et al., 1988). (p. 22).

Conhece a reação química com reagente de Jones que consiste na formação de um precipitado verde de sulfato crômico.

a02.c34.KoT

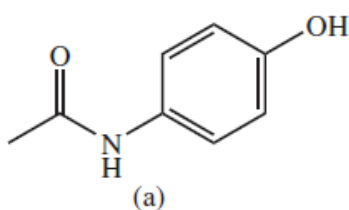
Exaustão, hemorragias nasais e bucais, dores musculares e perda de dentes são alguns dos sintomas do escorbuto, que é uma doença antiga e foi detectada mediante estudos de restos mortais da era Neolítica, causada por uma anomalia no colágeno, proteína principal na constituição dos ossos, dentes e tendões. Uma das principais causas dessa anomalia é a carência de vitamina C (LE COUTEUR; BURRESON, 2006), necessária para a formação da fibra do colágeno. (p. 23).

Conhece uma condição necessária para formação da fibra do colágeno que consiste na presença de vitamina C, um conhecimento de bioquímica.

a02.c35.KoT

Os fenóis são compostos derivados dos hidrocarbonetos aromáticos pela substituição de um ou mais átomos de hidrogênio por igual número de hidroxilas (BRAIBANTE et al., 2010). (p. 23).

Conhecimento de conceito de fenóis que consiste na substituição de um ou mais átomos de hidrogênio por igual número de hidroxilas.

a02.c36.KoT

(p. 3)

Conhecimento da estrutura química do paracetamol que consiste na representação da figura 3(a).

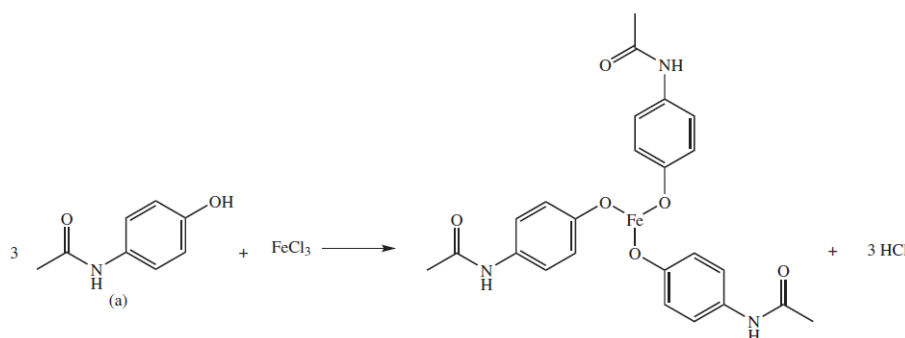
a02.c37.KoT

Figura 3: Reação de identificação do fenol.

(p. 3)

Conhecimento da reação química, que consiste na representação da figura 3.

a02.c38.KoT

O paracetamol (Figura 3, estrutura-a) é o princípio ativo encontrado em fármacos com propriedades analgésicas (...) Na sua fórmula estrutural, encontramos duas funções orgânicas: amida e fenol. (p. 23).

Conhece a funções orgânicas presentes na fórmula estrutural do paracetamol que consiste em amida e fenol.

a02.c39.KoT

Os fenóis, ao reagirem com cloreto férrico (FeCl_3), formam complexos coloridos, sendo esta uma das reações que identificam esses compostos (Figura 3). A coloração do complexo formado varia do azul ao vermelho, dependendo do solvente. Essa reação pode ocorrer em água, metanol ou diclorometano. (p. 23).

Conhece a reação química entre fenóis e cloreto férrico, que consiste na representação na figura 3.

a02.c40.KoT

Os fenóis, ao reagirem com cloreto férrico (FeCl_3), formam complexos coloridos, sendo esta uma das reações que identificam esses compostos (Figura 3). A coloração do complexo formado varia do azul ao vermelho, dependendo do solvente. Essa reação pode ocorrer em água, metanol ou diclorometano. (p. 23).

Conhece os solventes que possibilitam a reação entre fenóis com cloreto férrico que consiste em água, metanol ou diclorometano.

a02.c41.KoT

Os fenóis, ao reagirem com cloreto férrico (FeCl_3), formam complexos coloridos, sendo esta uma das reações que identificam esses compostos (Figura 3). A coloração do complexo formado varia do azul ao vermelho, dependendo do solvente. Essa reação pode ocorrer em água, metanol ou diclorometano. (p. 23).

Conhece as implicações na escolha do solvente para reação dos fenóis com cloreto férrico que consiste na diferença de cores, variando do azul ao vermelho.

a02.c42.KoT

Os ácidos carboxílicos se caracterizam pela presença do grupo carbóxi ou carboxila, um grupo funcional formado por uma unidade hidroxila ligada ao carbono carboxílico (VOLLHARDT; SCHORE, 2004). (p. 23).

Conhece ácido carboxílico que consiste na presença do grupo carbóxi ou carboxila, um grupo funcional formado por uma unidade hidroxila ligada ao carbono carboxílico.

a02.c43.KoT

O ácido acetil salicílico é o princípio ativo de um grande número de analgésicos que não causam dependência química, sendo o primeiro fármaco de produção industrial sintetizado a partir do conhecimento popular do uso de chá feito por meio de cascas do salgueiro (VIEGAS Jr. et al., 2006). (p. 23).

Conhece a primeira produção industrial do ácido acetil salicílico que consiste na fonte de extração.

a02.c44.KoT

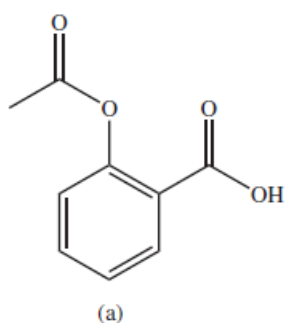
O ácido acetil salicílico é o princípio ativo de um grande número de analgésicos que não causam dependência química, sendo o primeiro fármaco de produção industrial sintetizado a partir do conhecimento popular do uso de chá feito por meio de cascas do salgueiro (VIEGAS Jr. et al., 2006). (p. 23).

Conhecimento popular que consiste no ácido acetil salicílico primeiro fármaco de produção industrial sintetizado a partir do conhecimento popular do uso de chá feito por meio de cascas do salgueiro.

a02.c45.KoT

O ácido acetil salicílico é o princípio ativo de um grande número de analgésicos que não causam dependência química, sendo o primeiro fármaco de produção industrial sintetizado a partir do conhecimento popular do uso de chá feito por meio de cascas do salgueiro (VIEGAS Jr. et al., 2006). Esse ácido é comumente conhecido como aspirina, nome genérico na maioria dos países, mas marca registrada em outros (ATKINS, 2002). (p. 23).

Conhece o princípio ativo da aspirina que consiste no ácido acetil salicílico.

a02.c46.KoT

(p. 23)

Conhece a estrutura do ácido acetil salicílico que consiste na figura 4(a).

a02.c47.KoT

Uma das maneiras de identificar os ácidos carboxílicos é mediante a reação com o bicarbonato de sódio (Figura 4). Nessa reação, ocorre a formação de sal, água e o desprendimento de gás carbônico. Esse último permite a visualização da ocorrência da reação. (p. 23).

Conhece a reação de identificação do ácido carboxílico que consiste na visualização do desprendimento de gás carbônico.

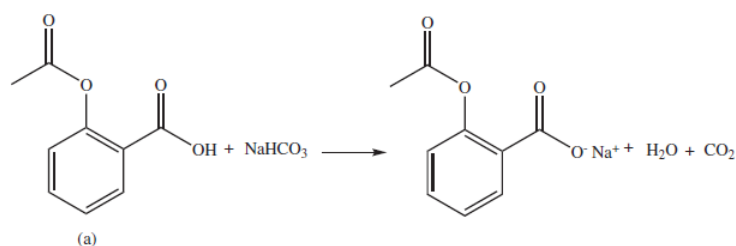
a02.c48.KoT

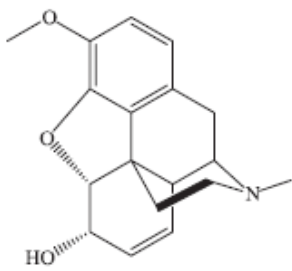
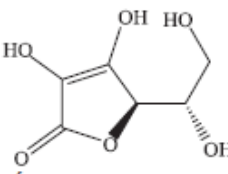
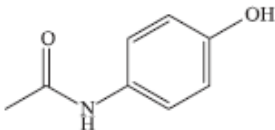
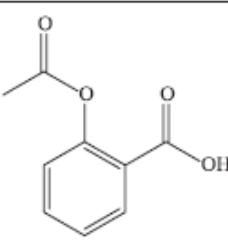
Figura 4: Reação de identificação do ácido carboxílico.

(p. 23)

Conhece a reação de identificação do ácido carboxílico, que consiste na representação da figura 4.

a02.c49.KSC

Quadro 1: Principais funções orgânicas presentes nos medicamentos abordados.

Medicamento	Estrutura química do princípio ativo	Funções orgânicas
Codaten®	 Codeína	Alceno, álcool, éter e amina
Energil C®	 Ácido ascórbico	Álcool, enol e éster
Tylenol®	 Paracetamol	Fenol e amida
Aspirina®	 Ácido acetilsalicílico	Ácido carboxílico e éster

(p. 24)

Conhece a ligação entre a estrutura química do princípio ativo, as funções orgânicas e os medicamentos que consiste na representação no quadro 1.

a02.c50.KoT

Para a realização deste experimento, foram utilizados os seguintes materiais e reagentes: 4 placas de Petri, 4 conta-gotas, pipeta de 5 mL, permanganato de potássio 1 M, reagente de Jones, cloreto férrico 3%, bicarbonato de sódio 1 M; e os seguintes medicamentos: Codaten®, Energil C®, Tylenol® e Aspirina®. Foram dispostas as 4 placas de Petri para a adição das soluções, conforme Quadro 2. (p. 24).

Conhecimento laboratorial que consiste no roteiro experimental.

a02.c51.KoT

(...) atividade experimental de identificação de grupos funcionais, utilizando medicamentos como reagentes (...) 3ª Etapa- Atividade experimental: As abordagens experimentais auxiliam na construção do conhecimento científico, pois a organização do conhecimento ocorre preferencialmente nos entremeios da investigação. A atividade experimental apresentada neste trabalho foi desenvolvida com graduandos do curso de Química Licenciatura, no espaço Ciência Viva – UFSM, e teve por objetivo propor uma maneira diferenciada, da que é desenvolvida pelos professores e proposta pelos livros didáticos, na abordagem do conteúdo de grupos funcionais por intermédio da utilização da temática medicamentos. Essa atividade experimental utiliza-os como amostras reais para a identificação dos grupos funcionais presentes nas estruturas químicas dos seus princípios ativos. (p. 22 e p. 24).

Conhecimento de atividade experimental de identificação de grupos funcionais, utilizando medicamentos como reagentes que consiste na descrição feita no trecho "3ª etapa - Atividade Experimental" do item metodologia desenvolvida do artigo.

a02.c52.KCT

(...) atividade experimental de identificação de grupos funcionais, utilizando medicamentos como reagentes, (...) 3ª Etapa- Atividade experimental: As abordagens experimentais auxiliam na construção do conhecimento científico, pois a organização do conhecimento ocorre preferencialmente nos entremeios da investigação. A atividade experimental apresentada neste trabalho foi desenvolvida com graduandos do curso de Química Licenciatura, no espaço Ciência Viva – UFSM, e teve por objetivo propor uma maneira diferenciada, da que é desenvolvida pelos professores e proposta pelos livros didáticos, na abordagem do conteúdo de grupos funcionais por intermédio da utilização da temática medicamentos. Essa atividade experimental utiliza-os como amostras reais para a identificação dos grupos funcionais presentes nas estruturas químicas dos seus princípios ativos. (p. 22 e p. 24).

Conhecimento de estratégia de ensino que consist2e na atividade experimental de identificação de grupos funcionais, utilizando medicamentos como reagentes que consiste na descrição feita no trecho "3ª etapa - Atividade Experimental" do item metodologia desenvolvida do artigo.

a02.c53.KoT

Quadro 2: Procedimento experimental.

	Reagente 1	Reagente 2	Observação
Identificação de alceno	2 mL de Codaten®	5 gotas de permanganato de potássio 1 M	Alteração da cor púrpura para marrom
Identificação de álcool	Solução aquosa de Energil C®	5 gotas do reagente de Jones	A solução apresentou coloração azul
Identificação de fenol	2 mL de Tylenol®	5 gotas de cloreto férrico 3%	A solução apresentou coloração avermelhada
Identificação de ácido carboxílico	Solução aquosa de Aspirina®	5 gotas de bicarbonato de sódio	Observou-se o desprendimento de gás

(p. 25)

Conhecimento laboratorial que consiste no procedimento experimental representado no quadro 2 e resultados esperados.

a02.c54.KoT

Os responsáveis por seus efeitos são moléculas orgânicas chamadas de princípios ativos, que possuem em sua estrutura química vários grupos funcionais. (p. 25).

Conhecimento do conceito de princípio ativo que consiste em moléculas orgânicas que possuem em sua estrutura química vários grupos funcionais.