

CARACTERIZAÇÃO DO CONHECIMENTO ESPECIALIZADO DE PROFESSORES DE FÍSICA

Stela Silva Lima¹; Luzinete Duarte Costa²; Mirian Silva dos Anjos Pereira³; Geison Jader Mello⁴

¹Instituto Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá, stela.lima@cba.ifmt.edu.br; ²Instituto Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá, luzinete_biolu@hotmail.com; ³Instituto Federal de Mato Grosso, miryan_anjos@hotmail.com;

⁴Instituto Federal de Mato Grosso, Campus Cuiabá, geison.mello@cba.ifmt.edu.br

1 Introdução

Os dados do censo escolar brasileiro de 2016 evidenciam a falta de formação profissional adequada dos professores da disciplina de Física nas escolas de nível médio brasileiras. Apenas 41,40% dos docentes tem formação superior na área da disciplina e na área pedagógica sendo que dos professores atuantes nas escolas mais de 55% não tem formação na área de física (BRASIL, 2017).

Este cenário aponta para a falta de profissionalização no exercício da docência, que entre outros fatores, está relacionada a pouca sistematização dos conhecimentos necessários para o exercício do magistério (FERNANDEZ, 2015), uma vez que a apropriação de conhecimentos específicos aos docentes é uma condição necessária para distinção profissional (ROLDÃO, 2007). Nesta perspectiva os conhecimentos necessários aos professores para ensinar tem sido foco de diversas pesquisas nas últimas décadas (SHULMAN, 1986; HALIM; MEERAH, 2002; CARRILLO et al, 2014). As pesquisas visam identificar os conhecimentos de professores e desenvolver ferramentas diagnósticas e de aprimoramento (LOUGHRAN et al, 2001; BALL; THAMES; PHELPS, 2008).

A disciplina da matemática é a que mais desenvolveu modelos específicos nos quais percebe-se o percurso evolutivo do conhecimento generalista para o especializado (MORIEL JUNIOR; WIELEWSKI, 2017). Dentre estes o modelo do Conhecimento Especializado de Professores de Matemática, MTSK¹, publicado em 2014 por Carrillo et al. destaca-se por ser focado especificamente no conhecimento de caráter especializado dos professores e por superar lacunas conceituais de modelos que o precederam (MORIEL JUNIOR, 2014).

O modelo MTSK apresenta dois domínios sendo cada um deles dividido em três subdomínios que são todos focados na matemática e estão caracterizados no Quadro 1. No centro do modelo têm-se as crenças, *beliefs*, dos professores sobre a matemática e sobre o ensino e aprendizagem da matemática que permeiam todos os subdomínios e dão sentido às ações dos docentes.

¹ Sigla em inglês para: *Mathematics Teacher's Specialized Knowledge*. Todas as siglas deste modelo foram definidas em inglês por seus autores.

Quadro 1 – Subdomínios do MTSK

Conhecimento Matemático (MK²)
Conhecimento dos Tópicos (KoT³): foca o conhecimento dos tópicos da matemática isoladamente, dos procedimentos, definições, propriedades, aplicações e fenômenos em que objetos matemáticos tem origem.
Conhecimento da Estrutura da Matemática (KSM⁴): refere-se às conexões inter-conceituais entre tópicos de diferentes áreas da matemática assim como as relações entre tópicos elementares e avançados, prévios e futuros.
Conhecimento da Prática da Matemática (KPM⁵): sobre modos de produzir matemática, elementos que estruturam uma demonstração e estratégias para argumentar, generalizar e explorar matematicamente.
Conhecimento Didático do Conteúdo (PCK⁶)
Conhecimento do Ensino de Matemática (KMT⁷): inclui teorias (formais e pessoais), estratégias e atividades de ensino, como as tendências em educação de matemática, explicações instrucionais, os diversos modos e recursos para apresentar um conteúdo.
Conhecimento das Características da Aprendizagem de Matemática (KFLM⁸): sobre como os alunos aprendem os conteúdos matemáticos, sua forma de interagir com os conteúdos (como estratégias comuns de resolução de problemas), as características do processo de compreensão, erros comuns, dificuldades e a linguagem comumente usada por eles ao lidar com o conteúdo. Também estão incluídas teorias (formais e pessoais) sobre o desenvolvimento cognitivo dos alunos em relação à matemática.
Conhecimento das Normas da Aprendizagem de Matemática (KMLS⁹): refere-se às especificações curriculares, normas mínimas, formas de avaliação para progressão do aluno e objetivos de desempenho de organismos externos. Também são parte o conhecimento de resultados de pesquisas na área de educação matemática e opiniões de professores experientes sobre o sucesso no ensino.

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

Na disciplina da física não há um modelo específico para identificação dos conhecimentos especializados necessários para o professor de física, sendo as investigações conduzidas com base em modelos de características generalistas (HALIM; MEERAH, 2002; ETKINA, 2010). Neste contexto propõem-se avaliar a adoção do MTSK como base conceitual para estabelecer-se o modelo do Conhecimento Especializado de Professores de Física, PTSK¹⁰. Esta pesquisa busca responder a pergunta: Em que extensão é possível modelar os conhecimentos especializados dos professores de física alterando-se a área de conhecimento de Matemática para Física no MTSK?

O estudo justifica-se, pois a condução de pesquisas para identificação dos conhecimentos dos professores de física que tenham como ferramenta analítica modelos genéricos como o modelo do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, PCK (SHULMAN, 1986) não levará a identificação de conhecimentos especializados de modo tão preciso como seria possível se fosse adotado um modelo focado nas características específicas da disciplina, conforme ocorre na matemática com a aplicação

² Sigla em inglês para: *Mathematical Knowledge*.

³ Sigla em inglês para: *Knowledge of Topics*.

⁴ Sigla em inglês para: *Knowledge of the Structure of Mathematics*.

⁵ Sigla em inglês para: *Knowledge of Practices in Mathematics*.

⁶ Sigla em inglês para: *Pedagogical Content Knowledge*.

⁷ Sigla em inglês para: *Knowledge of Mathematics Teaching*.

⁸ Sigla em inglês para: *Knowledge of Features of Learning Mathematics*.

⁹ Sigla em inglês para: *Knowledge of Mathematics Learning Standards*.

¹⁰ Sigla em inglês para: *Physics Teacher's Specialized Knowledge*. Optou-se por manter a padronização da nomenclatura do modelo na língua inglesa conforme feito pelos autores do MTSK.

do MTSK (CARRILLO et al. 2014).

O objetivo da presente pesquisa é analisar a adequação dos domínios, subdomínios e categorias do modelo MTSK para modelagem dos Conhecimentos Especializados de Professores de Física, de modo a ter-se no término da pesquisa uma definição inicial do modelo PTSK baseada nas similaridades e discrepâncias identificadas durante as análises conduzidas.

Assim acredita-se que futuras pesquisas poderão avançar a partir de um modelo conceitualmente mais elaborado e melhor delimitado, focado estritamente no conhecimento especializado necessário para o ensino da física. O que permitirá a caracterização destes conhecimentos e sua aplicação para o planejamento de eficaz de cursos de formação inicial e continuada. A melhoria na qualificação dos professores permitirá a melhoria da qualidade do ensino de física, o que contribuirá para melhor aprendizagem da disciplina (LUTTENEGER; MORRISON, 2015).

2 Metodologia

Esta é uma pesquisa de abordagem qualitativa (BAUER; GASKELL, 2002), de caráter exploratório (GIL, 2008) na qual se propõem a aplicação do método Hipotético-Dedutivo segundo Popper (LAKATOS, 2003) para analisar a extensão na qual é viável, ou não, da transposição direta do MTSK para o PTSK. A pesquisa será desenvolvida em três fases, sendo elas:

Fase 1: Definição do modelo do Conhecimento Especializado de Professores de Física, PTSK, baseado no MTSK por transposição direta.

Fase 2: Uso do PTSK inicial como ferramenta analítica para caracterização do conhecimento mobilizado pelos professores nos episódios de ensino analisados nos Relatório da Experiência Profissional Pedagógica, PaP-eRs¹¹, selecionados.

Fase 3: Proposição de PTSK baseado nas constatações da fase 2 da pesquisa.

3 Resultados e Discussão

A pesquisa encontra-se atualmente na fase 2, já foi estabelecido o PTSK por transposição direta e os episódios de ensino para identificação dos conhecimentos estão em processo inicial de análise.

Ao estabelecer-se o PTSK-Fase_01 os títulos e siglas foram mantidos em inglês e com os termos originais do modelo MTSK. Na definição da estrutura da disciplina adotou-se como referência, por seu caráter nacional, o programa da Olimpíada Brasileira de Física das Escolas Públicas. Porém, assim como no MTSK os tópicos propostos são representativos da realidade brasileira e podem variar de acordo com o currículo escolar de cada país.

¹¹ Sigla em inglês para: *Professional and Pedagogical experience Repertoire*.

Neste momento opta-se por não publicar o PTSK-Fase_01 por entender que se trata de uma versão preliminar sujeita a ainda a grandes variações no decorrer da pesquisa. A base conceitual para a descrição teórica do PTSK apoiou-se em dois aspectos: (a) A base conceitual do modelo foi fundamentada nas publicações dos autores do MTSK e seu grupo de pesquisa, desta forma as descrições dos domínios, subdomínios e categorias do PTSK-Fase_01 baseiam-se nas descrições do MTSK; e (b) Os aspectos específicos da disciplina da física foram lastreados nos Parâmetros Curriculares Nacionais, PCN's, pesquisas sobre produção acadêmica de ensino-aprendizagem da disciplina da física e sobre os livros didáticos de física.

Na definição do PTSK-Fase_01 observa-se alguns pontos que poderão vir a representar divergências entre os modelos das duas disciplinas, como o enquadramento do aspecto experimental do ensino da física. Porém para não incorrer-se em conclusões precipitadas, sem o embasamento necessário, as análises sobre este aspecto só poderão ser realizadas ao término da fase 2 da pesquisa.

Concluída a fase 1 fez-se a seleção dos episódios de ensino, PaP-eRs. Estes foram analisados para identificação dos conhecimentos mobilizados pelos professores. Tem-se no Quadro 2 alguns exemplos destes. Na identificação dos conhecimentos nota-se a necessidade de rigor metodológico para que indícios de conhecimentos não sejam tratados como se fossem evidências destes. Como exemplo tem-se o Trecho_01_P05 no qual o professor menciona os conceitos de “corrente contínua”, “corrente alternada” e “diferença de potencial eficaz” sem, no entanto esclarecê-los em seu texto, o que caracteriza indícios de conhecimentos. Já no Trecho_01_P06 o professor além de mencionar o conceito “corrente elétrica” ele o descreve, o que evidencia seu conhecimento.

Como exemplo de outros conhecimentos tem-se o Trecho_02_P06 no qual o professor usa uma conexão entre mecânica clássica e eletricidade valendo-se da similaridade entre os pensamentos envolvidos. Já no Trecho_01_P07 é identifica-se que a professora conhece a estratégia de ensino por demonstração do experimento de modo fundamento pela citação feita.

Quadro 2 – Descrição dos conhecimentos identificados e respectivos trechos dos PaP-eRs

Trecho_01_P05: o professor menciona conceitos dando indícios de conhecimento	Relato sucinto das principais atividades: ... – Medição de corrente contínua e alternada, diferença de potencial eficaz. (BRUSCATO; MORS, 2014, p. 5)
Trecho_01_P06: o professor conceitua corrente elétrica evidenciando seu conhecimento	A corrente elétrica são os elétrons em movimento. ... Dentro da estrutura de um fio de cobre os muitos elétrons livres constituem o denominado mar de elétrons. Dentro deste mar, os elétrons livres apresentam movimento aleatório. Porém, quando existe uma diferença de potencial entre as extremidades deste fio haverá um fluxo de elétrons, a corrente elétrica. Quanto maior o fluxo dos elétrons, maior será a corrente elétrica. (BRUSCATO, 2011, p. 112)

<p>Trecho_02_P06: o professor usa uma conexão entre a mecânica clássica e a eletricidade (similaridade de pensamentos).</p>	<p>Em um circuito elétrico submetido a uma diferença de potencial, há o deslocamento de elétrons, ou seja, uma corrente elétrica. A força elétrica está movimentando os elétrons e, portanto, está sendo realizado um trabalho para deslocar estes elétrons. Em um paralelo com a mecânica, onde, quanto maior for a rapidez para executar um trabalho, maior será a potência mecânica, temos que, na eletricidade, quanto maior a rapidez com que é realizado o trabalho para movimentar os elétrons, maior será a potência elétrica</p> <p style="text-align: right;">(BRUSCATO, 2011, p.115)</p>
<p>Trecho_01_P07: a professora evidencia conhecimento da estratégia de ensino por demonstração do experimento ao embasar sua posição em referência de autores reconhecidos em pesquisas de ensino de física.</p>	<p><u>Em termos pedagógicos, destaca-se que a realização desse experimento na versão com sensores pode ser apenas demonstrativa</u>, assim como na versão dos termômetros permite ser realizada em pequenos grupos de trabalho. <u>Em termos da validade de atividades demonstrativas, cujas críticas se fazem presentes na literatura, ressalta-se o mencionado por Gaspar e Monteiro (2005), no sentido de que esse tipo de atividade tem a potencialidade de despertar o interesse pela Física e de funcionar como um elemento desencadeador de interações sociais que podem servir como âncora para a construção do conhecimento por parte dos estudantes.</u> Nessa perspectiva, considerando a possível complexidade de um arranjo envolvendo sensores, especialmente em turmas maiores, infere-se a possibilidade de que ela seja realizada de forma demonstrativa.</p> <p style="text-align: right;">(ROSA et al, 2016, p. 12)</p>

4 Conclusões

A transposição do modelo MTSK para o PTSK mantendo-se sua base conceitual mostra-se viável até o presente momento da pesquisa, porém os resultados iniciais da indicam que haverá diferenças entre os modelos em função da natureza de cada disciplina, fato que reforça a necessidade do modelo de conhecimentos adotado seja focado nas características da física.

O uso dos PaP-eRs como primeira aproximação metodológica para identificação dos conhecimentos mobilizados pelos professores em episódios de ensino da física mostrou-se adequada aos objetivos da pesquisa e permitirá que o modelo PTSK seja lastreado em bases abrangentes de conhecimentos o que tende a minimizar as possíveis lacunas em sua proposta.

Ao término da fase 3 da pesquisa ter-se-á o PTSK estabelecido de modo amplo e muito aproximado da realidade. Desta forma este modelo poderá ser usado como ferramenta analítica na identificação de conhecimentos de professores para o ensino de tópicos específicos da física. O banco de dados gerado poderá contribuir para o planejamento de atividades diagnósticas e formativas de professores e licenciandos e principalmente tem potencial para auxiliar no planejamento dos cursos de formação inicial e continuada dos profissionais de ensino de física.

Com a apropriação do conhecimento especializado de professores de física pelos profissionais espera-se contribuir para valorização profissional do docente, para maiores investimentos em uma melhor formação inicial e continuada e conseqüentemente com a melhoria no processo de ensino aprendizagem em nossas escolas.

5 Referências Bibliográficas.

- BALL, D. L.; THAMES, M. H.; PHELPS, G. Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special? **Journal of teacher education**, v. 59, n. 5, p. 389-407, 2008.
- BAUER, M.W.; GASKELL, G. (org.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som – um manual prático**. 2ª Ed. Petrópolis: Vozes, 2002, p. 64-89.
- BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Comp.). **Censo escolar da educação básica 2016: Notas estatísticas**. Brasília, 2017. 29 p.
- BRUSCATO, G. C. **O ensino de física através das atividades práticas realizadas na instalação, operação e manutenção de uma estação radioamadora**. 2011. 177 p. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-graduação em Ensino de Física) Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- BRUSCATO, G. C.; MORS, P. M. Ensinando física através do radioamadorismo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 1, p. 1506-1-1506-8, mar. 2014.
- CARRILLO, J.; AVILA, D. I. E.; MORA, D. V.; MEDRANO, E. F. **Un marco teórico para el conocimiento especializado del profesor de matemáticas**, Universidad de Huelva Publicaciones, 2014.
- ETKINA, E. Pedagogical content knowledge and preparation of high school physics teachers. **Physical Review Special Topics: Physics Education Research**, New Brunswick, v. 6, n. 2, p.1-26, 31 ago. 2010. American Physical Society.
- FERNANDEZ, C. Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) de professores de ciências. **Revista Ensaio**, v. 17, n. 2, p.500-528, maio-ago 2015.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- HALIM, L.; MEERAH, S. M. Science Trainee Teachers' Pedagogical Content Knowledge and its Influence on Physics Teaching. **Research In Science & Technological Education**, v. 20, n. 2, p.215-225, dez. 2002. Informa UK Limited.
- LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**, 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- LOUGHRAN, J.; MILROY, P.; BERRY, A.; GUNSTONE, R.; MULHALL, P. Documenting science teachers' pedagogical content knowledge through PaPeRs. **Research in Science Education**, v. 31, n. 2, p. 289-307, 2001.
- LUTTENEGGER, K. C. MORRISON, A. D. Measuring Pedagogical Content Knowledge Using Multiple Points of Data. In: **The Qualitative Report**, 2015, v. 20, n. 6, How to Article 1, 804-816
- MORIEL JUNIOR, Jeferson Gomes. **Conhecimento especializado para ensinar divisão de frações**. 2014. 162 p. Tese de doutorado (Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática – PPGECM/REAMEC) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2014.
- MORIEL JUNIOR, J. G.; WIELEWSKI, G. D. Base de conhecimento de professores de matemática: do genérico ao especializado. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 18, n. 2, p. 126-133, 2017.
- ROLDÃO, M. C. Função docente: natureza e construção do conhecimento profissional. **Revista Brasileira de Educação**, volume 12, número 34, jan/abr., 2007.
- ROSA, C. T. W.; TRENTIN, M. A.; ROSA, A. B.; GIACOMELLI, A. C.. Experimento de condução térmica com e sem uso de sensores e Arduino⁺. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 292-305, abr. 2016.
- SHULMAN, L. S. Those who understand: Knowledge growth in teaching. **Education Researcher**. Feb. 1986: 4-14.