

Conhecimento especializado de professores de Física Mobilizados em Episódio de Lançamentos de Foguetes

Specialized knowlwdge of Physics teachers mobilized in rocket launch episodes

Conocimiento especializado de profesores de Física movilizado em episódios de lanzamiento de cohetes

Recebido: 24/11/2020 | Revisado: 03/12/2020 | Aceito: 07/12/2020 | Publicado: 10/12/2020

Claudia Kelly de Oliveira Magalhães

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3714-1264>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Brasil

E-mail: ckelly_arthur@hotmail.com

Leandro Carbo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5514-7040>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Brasil

E-mail: leandro.carbo@svc.ifmt.edu.br

Jeferson Gomes Moriel Junior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1526-8002>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Brasil

E-mail: jeferson.moriel@cba.ifmt.edu.br

Geison Jader Mello

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0991-2327>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Brasil

E-mail: geison.mello@cba.ifmt.edu.br

Resumo

O conhecimento do professor vem sendo foco de muitas pesquisas científicas. Neste contexto, conhecer aquilo que se vai ensinar faz parte do conhecimento pedagógico e o conhecimento de conteúdo. Nesse cenário, tem havido um movimento de especialização do conhecimento docente, que se distancia do foco generalista e enfatizam as peculiaridades existentes no ensino das diferentes disciplinas, entre elas o ensino de Física. O ensino de Física é marcado por intensa formulação matemática e pela abstração conceitual de certos conteúdos, que acabam correlacionando com as limitações de conhecimento especializado do professor para ensinar. Nos últimos anos, os Foguetes artesanais ganharam destaque na disciplina de Física,

suas abordagens contextuais e práticas levam o ensino de Física para além das formulações matemáticas. Nesse contexto, nosso objetivo é caracterizar o conhecimento especializado mobilizado por professores de Física em um relato de episódio de Lançamentos de Foguetes utilizando o modelo teórico da Física Conhecimento Especializado de Professores de Física (PTSK) por meio de uma metodologia descritivo-analítico. Com isso, os resultados sugerem que as práticas docentes devem interpor-se entre os conhecimentos pedagógicos e os conhecimentos do conteúdo, caracterizados pelos conhecimentos especializados de professores de Física mobilizados durante o episódio de Lançamentos de Foguetes.

Palavra-chave: Conhecimento especializado de professor; PTSK; Ensino de física; Lançamento de foguetes.

Abstract

The teacher's knowledge has been the focus of many scientific researches. In this context, knowing what you are going to teach is part of pedagogical knowledge and content knowledge. In this scenario, there has been a movement of specialization of teaching knowledge, which distances itself from the generalist focus and emphasizes the peculiarities that exist in the teaching of different subjects, including the teaching of Physics. Physics teaching is marked by intense mathematical formulation and the conceptual abstraction of certain contents, which end up correlating with the limitations of the teacher's specialized knowledge to teach. In recent years, artisanal rockets have gained prominence in the discipline of Physics, their contextual and practical approaches take the teaching of Physics beyond mathematical formulations. In this context, our goal is to characterize the specialized knowledge mobilized by physics teachers in an episode report of Rocket Launchings using the theoretical model of Physics Specialized Knowledge of Physics Teachers (PTSK) through a descriptive-analytical methodology. Thus, the results suggest that teaching practices should interpose between pedagogical knowledge and content knowledge, characterized by the specialized knowledge of physics teachers mobilized during the Rocket Launch episode.

Keyword: Teacher specialized knowledge; PTSK; Teaching physics; Rocket launch.

Resumen

El conocimiento del maestro ha sido el foco de muchas investigaciones científicas. En este contexto, saber lo que vas a enseñar es parte del conocimiento pedagógico y del conocimiento de los contenidos. En este escenario, se ha producido un movimiento de especialización de la enseñanza del conocimiento, que se aleja del enfoque generalista y enfatiza las peculiaridades que existen en la enseñanza de diferentes materias, incluida la enseñanza de la Física. La enseñanza de la física está marcada por una intensa formulación matemática y la abstracción conceptual de ciertos contenidos, que terminan por correlacionarse con las limitaciones del conocimiento especializado del docente para enseñar. En los últimos años, los cohetes artesanales han ganado protagonismo en la disciplina de la Física, sus enfoques contextuales y prácticos llevan la enseñanza de la Física más allá de las formulaciones matemáticas. En este contexto, nuestro objetivo es caracterizar el conocimiento especializado movilizado por los profesores de física en un informe de episodio de Lanzamientos de cohetes utilizando el modelo teórico de Física Conocimiento Especializado de Profesores de Física (PTSK) a través de una metodología descriptivo-analítica. Así, los resultados sugieren que las prácticas docentes deben interponerse entre el conocimiento pedagógico y el conocimiento de contenido, caracterizado por el conocimiento especializado de los profesores de física movilizados durante el episodio de Lanzamiento de Cohetes.

Palabra clave: Conocimiento especializado del profesor; PTSK; Enseñanza de la física; Lanzamiento de cohetes.

1. Introdução

O conhecimento pedagógico do professor é desenvolvido ao longo de sua formação docente e no exercício de sua profissão. Nesse contexto, a prática docente é caracterizada pelo conhecimento pedagógico do professor de Shulman (1986). Nos últimos anos houve um crescente movimento de especialização do conhecimento docente que envolve o conhecimento didático do conteúdo e o conhecimento do conteúdo (Moriel Jr & Wielewski, 2017). As referências literárias mencionam os modelos teóricos surgidos nos últimos anos como, por exemplo, o Conhecimento Especializado de Professores de Matemática-MTSK, Carrillo 2014, Conhecimento Especializado de Professores de Biologia-BTSK, Luís 2015 e Conhecimento Especializado de Professores de Química – CTSK, Soares, 2019 e por fim o Conhecimento Especializado de Professores de Física-PTSK, Lima, 2018.

Segundo o Indicador de Adequação da Formação Docente, a disciplina de Física tem hoje um dos piores índices de formação de professores. Cerca de 45,80% dos professores que atuam lecionando a disciplina de Física no ensino médio atendem aos requisitos necessários para ministrar a disciplina, ou seja, têm formação superior em Licenciatura em Física. Observa-se ainda que mais de 54,20% dos professores da disciplina não possuem formação superior na área de Física (Brasil, 2019). Esses dados impactam diretamente no Ensino de Física e na compreensão dos conteúdos gerais da disciplina, que, por sua vez, acabam deixando lacunas na aprendizagem dos alunos. Tem-se como exemplo o baixo desempenho dos estudantes brasileiros no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), no qual o desempenho dos estudantes brasileiros na avaliação de ciências foi de 404 pontos, sendo a média internacional 493 (OCDE, 2018). Tais lacunas incluem as questões relativas aos lançamentos de foguetes. É sob este enfoque investigativo do ensino de Física e lançamentos de foguetes, que a problemática está questionando de quais conhecimentos especializados são mobilizados pelo professor de Física para ensinar lançamento de foguetes? A justificativa da pesquisa se baseia no fato das referências apontarem que o conhecimento especializado permite ao professor aperfeiçoar seus conhecimentos para ensinar, o que é importante para a área da Física uma vez que o conhecimento especializado propicia um nível de aprofundamento, organização e estruturação superior ao domínio da matéria a ensinar (Carrillo Yanez; González; Navarro, 2015).

Neste contexto, o modelo teórico da Física surge na perspectiva de dimensionar os conhecimentos especializados dos professores mobilizados para ensinar a temática de lançamentos de foguetes. O PTKS é dividido em dois domínios: o Conhecimento Didático do Conteúdo (PCK), subdividido em três subdomínios, (i) Conhecimento do Ensino da Física (KPT), conhecimento de estratégias metodológicas de ensino da Física; (ii) Conhecimento das Características da Aprendizagem da Física (KFLP), o conhecimento da forma como os alunos aprendem Física por meio utilização de aulas práticas como elemento facilitador; e (iii) Conhecimento dos parâmetros de aprendizagem da Física (KPLS), como o currículo, complementos ao currículo, estudos das ações de professores. O outro domínio é o do Conhecimento da Física (PK), também é subdividido em três subdomínios, sendo eles (i) Conhecimento da Prática da Física (KPP), engloba o conhecimento da pesquisa científica na Física Pura e Aplicada, com foco na geração de novos conhecimentos; (ii) Conhecimento da Estrutura da Física (KSP), engloba o conhecimento de conceitos unificadores, que estão presentes em diversas áreas da Física; (iii) Conhecimento dos Tópicos da Física (KOT), tem

como foco central o conhecimento fundamentado e aprofundado dos conteúdos da Física de maneira isolada.

Apenas o subdomínio do Conhecimento dos Tópicos da Física-KOT tem suas categorias descritas na literatura (Lima, 2018) e são apresentadas a seguir:

- *Leis, Fenômenos e Conceitos* abrangem conhecimentos relativos ao aporte teórico da Física, seus conceitos básicos.
- *Linguagem Matemática* na esfera da Física a Matemática tem um papel muito mais significativo do que um mero ferramental para resolução de problemas, ela estrutura o pensamento físico.
- *Registros e Representações* estão inclusos o uso do vocabulário apropriado para descrição dos conceitos e Fenômenos Físicos e a adequada notação das leis e Grandezas Física.
- *Modelos* referem-se ao conhecimento necessário para fazer simplificações coerentes de sistemas físicos reais de modo a viabilizar seu estudo, inclusive em atividades experimentais.
- *Experimentação* engloba o planejamento do experimento em função do comportamento esperado dos fenômenos envolvidos e dos fatores que o influenciam.
- *Aplicações* abordam os conhecimentos de aplicações e usos do conhecimento físico.

Os resultados desse trabalho poderão contribuir para descrição das demais categorias dos subdomínios do modelo da Física.

2. Metodologia

O nosso estudo é classificado como uma pesquisa de abordagem qualitativa (Bogdan & Biklen, 1982; Minayo, 2006; Pereira 2018) de natureza descritiva sobre conhecimento especializado de professores de Física para ensinar Lançamentos de Foguetes a partir da prática real do ensino.

Quanto ao contexto e fonte de dados, trata-se de uma aula lúdica que abrangesse a prática docente e que não fosse tão somente focada na prática experimental de Lançamentos de Foguetes. Tendo como fonte de dados uma produção escrita em forma de relato de experiência docente, classificados como Professional and Pedagogical Experience Repertoire

- PaP-Er (sigla sugerida na publicação original). Dessa maneira os critérios de seleção foram definidos a partir dos requisitos de Loughran et al. (2001), a saber: ser um relato de prática de ensino de Física, estar inseridos em um cenário propício para o ensino da Física e permitir a reconstrução do episódio de ensino.

O uso de PaP-eR como fonte de dados tem sido adotado por estudos similares (Goes, 2014; Lima, 2018; Soares, 2019; Marques; Moriel Jr, 2019). Por limitações de espaço, neste artigo optamos por explorar apenas uma das setes produções PaP-eR que compuseram o corpus de análise da dissertação

A obtenção dos dados se deu a partir de leituras sucessivas do PaP-eR selecionado e da extração de trechos que se configurassem como episódios a serem analisados. Para a análise de dados, opinou-se pela técnica da análise de conteúdo (Krippendorff, 1990), em paralelo com as informações obtidas nos episódios e a descrição de domínios, subdomínios, categorias, segundo o modelo teórico da Física-PTSK. Desta maneira, os trechos selecionados foram classificados segundo as evidências de conhecimentos especializados do professor que ele usou para ensinar Lançamento de Foguetes.

No Quadro 1 este disposto o instrumento de análise abordado durante a pesquisa. O instrumento de análise MTSK de Moriel Jr & Alencar, 2019 elaborado para originalmente para a educação matemática e o adaptamos para caracterizar e descrever os conhecimentos especializados de Física segundo o PTSK. Para a identificação dos conhecimentos, usou-se a sequência alfanumérica, composta por um algarismo em letras e números, para identificação do PaP-eRs selecionado, em seguida pelo número de página, seguido pela letra “L” em maiúsculo, que refere-se ao número de linha onde foi identificado o conhecimento. Para o sequenciamento de linhas usou-se uma traço fazendo referência às linhas em sequência.

Quadro 1. Instrumento de análise MTSK.

TRECHO DO ARTIGO	ANÁLISE DO PESQUISADOR		
Evidência	Conhecimento	associado a...	que consiste em...
[Trecho do episódio-linha ou página, artigo, ano]	[subdomínio]	[categoria]	[síntese do conhecimento]
<i>Exemplo: “eu utilizo a resolução de problemas para ensinar derivada” (Artigo, Ano, página)</i>	do ensino de Matemática (KMT)	Estratégias de ensino	<i>Uma abordagem da resolução de problemas para ensinar derivadas.</i>

Fonte: Moriel Jr & Alencar (2019).

3 Resultado e Discussão

O Relatório da Experiência Profissional Pedagógica, PaP-eRs propicia documentar a prática real dos professores, no qual um episódio de ensino é reconstruído de maneira detalhada sobre a prática de ensino de um conteúdo específico. Nesse contexto o PaP-eRs deve ilustrar ao pesquisador informações que possam descrever evidências do conhecimento dos professores e permita que sejam reconhecidos os aspectos da pedagogia, do conteúdo e do contexto (Loughran et al., 2001).

As análises realizadas procederam por meio de artigos científicos publicados em periódicos, dissertações ou teses que apresentem as características necessárias de um PaP-eRs. De acordo de Lima (2018), as publicações científicas que se enquadram no formato de PaP-eRs, devem apresentar as seguintes características:

1. Ser baseado na prática real de ensino de Física;
2. Reconstruir o episódio de ensino;
3. Conter descrições detalhadas das situações vivenciadas durante o ensino do conteúdo;
4. Parte dos textos selecionados deve abordar o aspecto experimental do ensino de Física.

No Quadro 2 abordamos o PaP-eRsPO1, qual identificamos conhecimentos especializados de professores para ensinar Física, relata uma atividade prática descrita como: *Mostra Brasileira de Foguetes e o Uso de Mapas Mentais como Ferramenta Avaliativa: Estudo sobre o Ensino de Física em Cursos Integrados do IFMT-Campos de Alta Floresta*, tem como objetivo propiciar a fixação do conteúdo da Física abordados na temática de Lançamentos de Foguetes.

Quadro 2. Análise dos Conhecimentos Especializados de Professores PaP-eRs PO1.

Manifestação do Sujeito		Análise do Pesquisador	
Trecho	Conhecimento...	Associado a...	Que consiste em...
Trecho do episódio (Artigo, ano, linha ou página)	[subdomínio]	[categoria]	[Síntese do conhecimento]
PO1. p.42 L.25- 26 Ao final das oficinas de foguetes, ocorreram os lançamentos demonstrativos, realizados pelos monitores.	do Ensino de Física - KPT	Recurso didático	Na abordagem usada pelo docente “atividade demonstrativa” de lançamento de foguetes.

<p>PO1. p.43 L. 31-32 Durante as oficinas, foi possível identificar a presença de uma aprendizagem colaborativa entre os alunos, tal como descrita por Rezende (2014). Esse tipo de atividade exige do professor uma postura menos autoritária (postura habitual) e faz com que ele se aproxime mais dos alunos envolvidos no processo de ensino/aprendizagem. A relação de colaboração ultrapassa a relação aluno/aluno, permitindo trocas de experiência entre todos os envolvidos, na busca de uma construção coletiva do conhecimento.</p>	<p>das características da Aprendizagem de Física-KFLP</p>	<p>Benefícios das atividades experimentais</p>	<p>Interação entre os alunos para construir o conhecimento proporcionado pela oficina de foguetes durante os lançamentos.</p>
<p>PO1. p.45 L.1-2 Após a realização das duas oficinas, os alunos produziram seus primeiros mapas mentais utilizando a expressão “foguetes de garrafa PET” como ativador central.</p>	<p>das características de Aprendizagem de Física-KFLP</p>	<p>Benefícios das atividades experimentais</p>	<p>A utilização dos mapas mentais pelos alunos como estratégias mentais para compreensão dos conteúdos de físicas utilizados para os foguetes.</p>
	<p>do Ensino de Física-KPT</p>	<p>Estratégia de ensino</p>	<p>Na estratégia abordada pelo docente “mapas mentais”, como experimentos mentais.</p>
<p>PO1. p. 45 L.1-3 Após as apresentações dos mapas mentais, iniciou-se a etapa de planejamento das aulas sobre dois temas específicos do conteúdo de Física do primeiro ano do Ensino Médio: as leis de Newton e o lançamento oblíquo.</p>	<p>dos Parâmetros de Aprendizagem de Física- KPLS</p>	<p>Conteúdo da Física ensinado na etapa escolar</p>	<p>Nos conteúdos que devem ser ensinados e aprendidos pelo aluno em cada etapa escolar, nesse caso o 1º ano do ensino médio.</p>
<p>P01.p.45 L.8-9 As aulas iniciaram-se com a apresentação do vídeo “Ciência do absurdo – parte 1 apresentando casos em que as leis de Newton, ao serem ignoradas, resultaram em situações típica de “vídeo cassetadas”.</p>	<p>do Ensino de Física-KPT</p>	<p>Recursos didáticos</p>	<p>Recurso didático áudio visual específico para o ensino de Física. Que consiste na demonstração das leis de Newton de uma maneira mais cotidiana e rotineira ao aluno.</p>

<p>PO1. p.46 L.9-10 Esses conceitos foram identificados e extraídos dos mapas mentais apresentados antes da realização da Mostra de Foguetes. Para cada um dos dois temas trabalhados (as leis de Newton e o lançamento oblíquo), foram apresentados organizadores prévios (vídeos e textos), com a finalidade de demonstrar a relação entre os novos conhecimentos e os conhecimentos prévios dos alunos.</p>	<p>do Ensino de Física- KPT</p>	<p>Estratégia de ensino</p>	<p>Uma abordagem de ensino “mapas mentais” que envolveram os conteúdos de física “leis de Newton e o Lançamento oblíquo” na realização da Mostra de Foguetes.</p>
<p>P01. p.46 L.1-2 As aulas sobre as leis de Newton buscaram relacionar o movimento do foguete às variáveis externas que contribuíam para esse movimento ou atrapalhavam necessário já dominar os conceitos de aceleração e de MUV.</p>	<p>do Ensino de Física-KPT</p>	<p>Estratégia de Ensino</p>	<p>Na abordagem docente que utilizou de vídeos para exemplificar o conteúdo estudado.</p> <p>Uma abordagem de recurso didático, usando uma atividade experimental em função do conteúdo de física que foi estudado.</p>
<p>PO1. p.46 L.9-11 Na altura do visionamento, os alunos apresentaram hipóteses de explicações científicas para incidentes semelhantes que eles mesmos já haviam vivenciado</p>	<p>dos Parâmetros de Aprendizagem de Física-KPLS</p>	<p>Conteúdo que aluno deve aprender antes do ensino de determinado tópico</p>	<p>Nível conceitual prévio e anterior que os alunos precisariam ter aprendido para prosseguir na construção do conhecimento. Este conteúdo por sua vez faz parte do sequenciamento de conteúdo do 1 ano do ensino médio, que abrange aceleração e o movimento uniformemente variado.</p>
<p>PO1. p.47 L.16-19 As situações-problema propostas pela UEPS sobre as leis de Newton questionavam os alunos sobre o voo dos seus foguetes, sobre a inércia e sobre quais forças haviam atuado no lançamento e no voo.. Além disso, indagava sobre a existência uma força típica do par ação-reação.</p>	<p>das características de Aprendizagem de Física-KFLP</p>	<p>Impacto das atividades experimentais no ensino aprendizagem</p>	<p>Um nível de interação do aluno com o conteúdo que foi apresentado a ele. Assim ele consegue já transpor o conceito antes empírico, agora de uma maneira mais científica.</p> <p>Conexões feitas pelos professores entre as diversas áreas da física para auxiliar na compreensão dos alunos, questionando seus conceitos associados aos foguetes. As conexões estabelecidas emergem da similaridade de pensamentos entre os conceitos de áreas</p>

			distintas da física. Partindo da mecânica clássica newtoniana, até a gravidade e o empuxo presentes no objeto de estudo.
PO1 p.47 L.5-7 As aulas sobre o lançamento oblíquo tinham como objetivo os seguintes aspectos: levar o aluno a entender como esse lançamento ocorre, relacionando-o a situações práticas (como o lançamento de foguetes de garrafa PET); visualizar o fenômeno; e compreender que o movimento depende de um referencial e que os movimentos que compõem o lançamento oblíquo são independentes.	do Ensino de Física- KPT	Atividades experimentais	Atividade experimental organizada em grupo em função do conteúdo de física ministrado. Este, por sua vez, se correlaciona com o conteúdo de lançamento oblíquo.
PO1.p.47 L.3-6 As aulas se iniciaram com a apresentação do vídeo “O lançamento do satélite brasileiro” com o intuito de estimular os estudantes a refletirem sobre o sistema de lançamento de satélites, a construção de bases de lançamento, os tipos de lançamentos e o combustível utilizado.	do Ensino de Física- KPT	Recurso didático	Uma abordagem de ensino utilizando o “recurso áudio visual”, em função do conteúdo de física.
PO1.p.48 L 3-5 Esses primeiros mapas mentais serviram para descobrir quais conteúdos já eram familiares aos alunos e também para verificar as relações entre a parte experimental e a teórica e as expectativas dos alunos para a competição.	dos Parâmetros de Aprendizagem de Física- KPLS	Conceitos que se espera que o aluno conheça em determinada etapa escolar	Uma abordagem de ensino que envolvem “Estratégias Mentais”, com a intenção de avaliar os conhecimentos adquiridos pelos alunos durante as atividades experimentais e teóricas que envolveram a construção e lançamentos de foguetes.
PO1. p.59 L3-6 Os alunos receberam a tarefa de construir mapas mentais, tendo como ativador central a expressão “foguetes de garrafa PET”. A elaboração dos mapas foi designada como atividade extraclasse, e os alunos tiveram uma semana.	do Ensino de Física- KPT	Estratégia de Ensino	Na estratégia de ensino “experimentos mentais” abordando os mapas mentais.

<p>PO1. p.60 L.4-8 Quando iniciamos a interpretação desses primeiros mapas, tornou-se evidente que os alunos estavam preocupados em destacar como as suas bases e os seus protótipos foram produzidos. Eles fazem constar os materiais, os formatos e as dimensões de seus protótipos. Outro destaque, ainda mais reiterado do que a descrição da construção, foi para as tentativas de explicar qual seria o “combustível” do foguete.</p>	<p>das características da Aprendizagem de Física-KFLP</p>	<p>Benefícios das atividades experimentais</p>	<p>Na maneira de como os alunos interagem com as atividades experimentais.</p>
<p>PO1. p.60 L.1-5 A descrição da reação química necessária para o lançamento foi citada em 40 mapas mentais (75,4%), sendo que três equipes fizeram isso de forma muito clara durante suas apresentações. Eles mostraram que o foguete não tinha combustível, pois não estava presente o processo de combustão no lançamento (reação entre um combustível e o oxigênio do ar, com produção de gás carbônico e energia) – tratava-se, portanto, de outra reação química.</p>	<p>das características da Aprendizagem de Física-KFLP</p>	<p>Impacto de atividades experimentais no processo de aprendizagem do aluno</p>	<p>A utilização do experimento impactou a aprendizagem dos alunos, os quais conseguiram relacionar o combustível usado com a reação química causada pela produção de gás carbônico. .</p>
<p>PO1. p.61 L.26-28 Os conceitos de Física apareceram em 16 mapas mentais. O conceito de pressão apareceu em todos os trabalhos que faziam menção a conceitos da disciplina. Alguns outros conceitos abordados foram velocidade, aerodinâmica, força, deslocamento, gravidade, ação e reação, lançamento, movimentos e energia.</p>	<p>da Estrutura da Física-KSP</p>	<p>Similaridade de pensamentos entre temas de diferentes áreas de abrangência da Física</p>	<p>Conexões feitas pelos professores entre as diversas áreas da física para auxiliar na compreensão dos alunos, questionando seus conceitos associados aos foguetes. As conexões estabelecidas emergem da similaridade de pensamentos entre os conceitos de áreas distintas da física. Partindo da termodinâmica, energia, pressão até as relações da mecânica básica.</p>
<p>PO1. p.61 L.30 Já o conceito de pressão não havia sido estudado em sala, e os alunos relacionaram-no</p>	<p>das características da Aprendizagem de Física-KFLP</p>	<p>Interesse dos alunos em tópicos da Física</p>	<p>Conexões feitas pelos alunos em estratégias mentais, os quais eles conseguem transcender um conteúdo ainda não mencionado e que está sequenciada a próxima etapa escolar.</p>

	dos Parâmetros da Aprendizagem de Física- KPLS	Conceitos que se espera que o aluno conheça em determinada etapa escolar	O conteúdo somente será visto no 2º ano do ensino médio, que envolve a termodinâmica energia e pressão.
PO1. p.62 L.1-3 Foi possível notar também uma grande liberdade na elaboração dos mapas mentais de muitos grupos. Destacamos aqui o lado criativo dessas produções, que fizeram uso de muitas cores e desenhos, nos mais diversos tipos de papel, do sulfite à cartolina.	das características da Aprendizagem de Física- KFLP	Interesse dos alunos em tópicos da Física	No interesse do aluno por um determinado conteúdo, demonstrado toda a criatividade e interesse.
PO1. p.62 L.1-3 Ao todo, 27 produções foram digitais e 26 foram manuais. Nas produções digitais, houve grupos que utilizaram programas específicos (ou programas de mapas conceituais) em seus trabalhos, tais como o Bubble.us, o Freemind, o Xmind e o Coggle. Outros grupos usaram programas mais comuns, como Microsoft Word, o PowerPoint e o Paint. Mesmo em se tratando de mapas mentais produzidos digitalmente, a maioria deles também possuía figuras para relacionar os conceitos apresentados.	das características da Aprendizagem de Física- KFLP	Impacto do uso de linguagem de programação no processo de aprendizagem do aluno	O aluno que representa a elaboração de mapas mentais, utilizando programa de computador, tem uma descrição formal e precisa dessa resolução, apurando seu entendimento sobre a estrutura lógica de toda uma classe de problemas semelhantes ao que ele está tratando.
PO1. p.69 L.4-6 O processo de construção da base de lançamento foi descrito em 37 mapas mentais (69,8%), com detalhamentos sobre o processo de vedação e de utilização da válvula de segurança e sobre a importância dela	da Estrutura da Física- KPP		No conhecimento do professor sobre a Física teórica, relacionando com a prática.
PO1. p.69 L.6-9 Os trabalhos ressaltaram o ângulo de lançamento em 45° como sendo a melhor angulação para a obtenção do maior alcance possível. A construção do foguete e as alterações necessárias para uma melhor aerodinâmica foram detalhadas por 36 equipes (67,9%).	das características da Aprendizagem de Física- KFLP	Benefícios das atividades experimentais	No conhecimento proporcionado pela oficina de foguetes durante os lançamentos.
	da Estrutura da Física- KPS	Similaridade de pensamentos entre temas de diferentes áreas de abrangência da Física	Nas conexões entre as áreas da Física, com é o caso da aerodinâmica envolvidas na construção dos foguetes.

<p>PO1. p.70 L.6-8 As leis de Newton ganharam maior destaque nos novos mapas mentais, seguidas do conceito de lançamento oblíquo – as leis e o conceito foram diretamente relacionados aos lançamentos de foguetes de garrafa PET nas aulas de Física.</p>	<p>do Ensino de Física-KPT</p>	<p>Estratégia de Ensino</p>	<p>Abordagem de ensino, os mapas mentais forma usados como estratégia de ensino em função dos conteúdos de física, que foram relacionados com os lançamentos.</p>
<p>PO1. p.70 L.6-8 Outro conceito que ganhou destaque nos mapas mentais foi o de movimento uniformemente variado, seguido dos conceitos de aerodinâmica, pressão e velocidade, que já haviam se destacado nos mapas mentais antes da Mostra de Foguetes.</p>	<p>do Ensino de Física-KPT</p>	<p>Estratégia de Ensino</p>	<p>Abordagem de ensino, os mapas mentais forma usados como estratégia de ensino em função dos conteúdos de física, que foram relacionados com os lançamentos.</p>
<p>PO1. p.79 L.1-3 A UEPS sobre as leis de Newton foi elaborada para que os alunos fossem descrevendo as três leis em questão e relacionando conceitos como os de força, aceleração, massa e peso com a experiência dos foguetes de garrafa PET.</p>	<p>do Ensino de Física-KPT</p>	<p>Estratégia de Ensino</p>	<p>Estrategia de ensino abordado pelo docente em função do conteúdo a ser estudo, como é o caso das Leis de Newton.</p>
<p>PO1. p.79 L.1-3 A UEPS sobre o lançamento oblíquo foi elaborada para que os alunos relacionassem o melhor ângulo para o lançamento do seu foguete com o ângulo que possibilita um maior alcance em um lançamento oblíquo. Os alunos relacionavam as equações do MU e do MUV aos movimentos nos eixos X e Y, utilizando a decomposição vetorial.</p>	<p>do Ensino de Física-KPT</p>	<p>Estratégia de Ensino</p>	<p>Estrategia de ensino abordado pelo docente em função do conteúdo a ser estudo, como é o caso do lançamento oblíquo.</p>
<p>PO1. p.86 L.1-5 Quanto à ordem dos conteúdos apresentados na ementa da disciplina, houve uma inversão: abordamos primeiro os conceitos de dinâmica, relacionados às leis de Newton, e, depois disso, os conceitos de cinemática. Essa inversão está diretamente ligada ao fato de que o manual adotado na instituição apresenta os conceitos na ordem oposta, mas nada impede que o professor inverta essa organização.</p>	<p>dos Parâmetros da Aprendizagem de Física-KPLS</p>	<p>Conteúdo da Física ensinado em determinada etapa escolar</p>	<p>No conhecimento dos parâmetros da Aprendizagem da Física, trazendo como referência o conteúdo esperado que o aluno aprenda nos primeiros anos. No caso de física os conteúdos são as de mecânica clássica newtoniana.</p>

<p>PO1. p.87 L.1-5 A eficiência na utilização dos mapas mentais vai além das descobertas de subsunções. A ferramenta foi extremamente útil para se traçar uma evolução na aprendizagem dos conceitos relacionados às leis de Newton e ao lançamento oblíquo, uma vez que foi possível realizar comparações dos mapas produzidos e das apresentações realizadas no início e no final do semestre.</p>	<p>do Ensino de Física-KPT</p>	<p>Estratégia de ensino</p>	<p>Estratégia de ensino abordada pelo docente “mapas mentais” com a função de contribuir com os conceitos de leis de Newton e lançamento oblíquo.</p>
<p>PO1. p.86-87 L.1-4 A categorização dos termos presentes nesses trabalhos permitiu a percepção de que as relações entre os conceitos necessários para o lançamento de um foguete de garrafa PET ultrapassam os conteúdos de Física, envolvendo as reações químicas, a preocupação ambiental e a aprendizagem relacionada a interações sociais e à colaboração.</p>	<p>do Ensino de Física-KPT</p>	<p>Atividades experimentais: sua preparação, a escolha do tipo de atividade, a seleção de conteúdos e sua viabilidade quanto a tempo de realização e recursos necessários.</p>	<p>Na escolha da atividade experimental pelo docente em função do conteúdo a ser abordado na Física.</p>
	<p>da Prática da Física-KPP</p>		<p>O professor conhece da teoria da Física e posteriormente as técnicas que envolvem a prática de lançamento de foguetes.</p>
	<p>da Estrutura da Física-KSP</p>	<p>Associação de tópicos sem similaridades de pensamento.</p>	<p>No uso de conexões que auxiliam a compreensão do conteúdo, que envolveu as reações químicas, a preocupação ambiental e relação de interações sociais.</p>

Fonte: Silva, D. L. M (2018) Autores.

Os conhecimentos especializados de professores de Física identificados nesse PaP-eRs, foram distribuídos segundo os domínios e subdomínios do modelo PTKS da seguinte maneira:

- Há um predomínio de conhecimentos do Domínio Pedagógico do Conteúdo-PCK com vinte e nove conhecimentos identificados e distribuídos nos seguintes subdomínios: (i) subdomínio do Conhecimento do Ensino de Física-KPT, com quinze; (ii) subdomínio das Características da Aprendizagem de Física-KFLP nove evidências; (iii) subdomínio dos Conhecimento dos Parâmetros da Aprendizagem de Física –KPLS, com cinco.
- Em relação ao domínio de Física – PK, os conhecimentos identificados contavam com seis conhecimentos, distribuídos em dois subdomínios; (i) subdomínio do Conhecimento da Prática da Física-KPP, com três evidências

de conhecimentos; (ii) subdomínio do Conhecimento da Estrutura da Física, com três índicos desses conhecimentos, estes por sua vez ligados às conexões que abrangem as diversas áreas da Física em relação ao conteúdo ministrado pelo docente.

Em relação às estratégias de ensino abordadas pelo docente, pode-se concluir que o mesmo inicia a inclusão da temática a partir do interesse dos alunos com a ciência e a própria relação com o tema.

Com o intuito de organizar a temática de lançamento de foguetes, o docente organizou as oficinas que promoveram a construção de foguetes e bases de lançamentos, que culminou nos lançamentos dos protótipos construídos.

Nesse contexto, quando as atividades experimentais estiveram presentes no contexto didático metodológico, contribuindo para o ensino das ciências, em geral. Em particular, os professores de Física revelam uma preocupação maior com o uso dessa metodologia porque os alunos, em geral, não gostam da disciplina, mas gostam de realizar experimentos no laboratório. E a motivação é um dos pilares de sustentação da eficiência do processo ensino-aprendizagem e as atividades experimentais desempenham essa função muito bem. De acordo com Araújo e Adib,

[...] de modo convergente a esse âmbito de preocupações, o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente (Araújo & Adib, 2003, p. 02).

Durante as oficinas pode-se notar uma ação colaborativa dos professores de (Física e Química) com os alunos. A troca de conhecimento produzida entre eles favorece a interdisciplinaridade contribuindo para atividade experimental.

Na busca por sanar as abstrações conceituais causadas pelas Leis de Newton, o docente se lança em abordar recursos didáticos para auxiliar na definição correta das Leis, o docente utilizou-se de recursos didáticos áudios/visuais com a intenção de correlacionar os eventos cotidianos com as leis de Newton (vídeos das cassetadas).

Outro aspecto evidenciado durante análise do PaP-eRs foi a interação promovida pelo docente aos alunos através do uso de recursos virtuais (programas) que promoveram a

interação da informática com a Física, tendo em vista que o uso dessa tecnologia contribui para as práticas pedagógicas docentes.

O uso dessa tecnologia para disciplina de Física, juntamente com a introdução dos equipamentos (hardware) e a utilização de programas (softwares) representam possibilidades de complementação dos conteúdos e explorações experimentais a partir de animações e simulações na aprendizagem dos fenômenos físicos.

A entrada do uso da informática no ensino da Física possibilitou um avanço na aprendizagem, tornando as aulas mais aponta para a abertura de novas possibilidades com a finalidade de propiciar oportunidades instigantes aos alunos. No entanto, se de um lado as oportunidades os motivam para o desenvolvimento do interesse da participação e do envolvimento nas atividades propostas, por outro lado, aumentam as condições para a aprendizagem das Ciências, em especial da disciplina da Física.

O balanço da utilização do computador no ensino revela-se inegavelmente positivo não apenas por ele ser um instrumento que é hoje imprescindível a um ensino ativo, baseado na descoberta progressiva do conhecimento pelo aluno e na maior autonomia da sua aprendizagem, mas também porque, levantando novas questões e ressuscitando algumas questões antigas, relançou a discussão em torno de assuntos cruciais como as relações professor-aluno, aluno-aluno e o desenvolvimento das capacidades do professor e do aluno (Fiolhais & Trindade, 2003, p. 270).

Todas as estratégias de ensino abordadas pelo docente favoreceram a autonomia dos alunos em muitos aspectos entre eles destaco:

- 1º: Aos nomes dados as equipes durante as oficinas de foguetes, muitos foram os nomes relacionados a veículos espaciais, como foi o caso da Apollo 11, Apollo 45, entre outros.
- 2º: A motivação dos alunos durante a construção das bases de lançamentos e a elaboração do projeto para os protótipos.
- 3º: A conexão feita pelo aluno quando a eles foram incentivados a fazerem os seus mapas mentais utilizando palavra-chave *Foguetes de Garrafa Pet*, com temáticas ainda não vista e nem estudadas por eles, como foi caso da temática de Pressão, mas que os alunos relacionaram em função do combustível usado para lançar.

O uso dos Mapas Mentais proporcionou a verificação dos conhecimentos prévios desses alunos, que por sua vez está inserido no KFLP, com o intuito de dimensionar o que os alunos sabiam sobre a temática de foguetes. As conexões promovidas pelo docente desde o momento das escolhas das abordagens de ensino culminaram na elaboração dos mapas mentais pelos alunos.

4 Considerações Finais

Com os resultados alcançados nesse trabalho, foi possível caracterizar o conhecimento especializado de professores de Física mobilizado em um episódio de Lançamentos de Foguetes.

Desta maneira foi possível compreender que esses conhecimentos fundamentam o conhecimento especializado do professor de Física mobilizou durante a aula, nesse sentido compreende-se que o conhecimento pedagógico utilizado como estratégias de ensino fortalece as práticas docentes. Tais práticas de ensino além de fortalecer as tomadas de decisões do docente contribuem para aprendizagem do aluno na perspectiva de autonomia da construção do conhecimento dos mesmos, oportunizando associação da atividade experimental, assim como o uso de novas tecnologias no ensino de Física.

Em relação ao conhecimento de parâmetros curriculares identificados no PaP-eRs foi possível notar a sequência didática estabelecida pelo docente com os conteúdos a serem estudadas pelos estudantes durante a etapa do primeiro ano do ensino médio. Ainda nesse contexto de sequencia didática notou-se que um conhecimento puxa o outro e que é necessário que os estudantes tenham conhecimentos de outros conteúdos do ensino de Física, como foi o caso do movimento uniformemente variado e aceleração. Porém não podemos deixar de mencionar que devido à temática abordada os alunos também conseguiram correlacionar conteúdos que não haviam sido estudados ainda, como foi o caso da pressão.

Com a caracterização dos conhecimentos identificados e elucidados em formatos de resultados permite concluir que o conhecimento especializado ocorre entre os subdomínios, e que estes são mobilizados em aula na perspectiva de promover o ensino-aprendizado do ensino de Física.

Com os resultados alcançados no trabalho e na perspectiva de contribuir para quem possa interessar a pesquisa: i) aos pesquisadores que investigam sobre o conhecimento especializado de professor para ensinar; ii) contribuições para o modelo teórico da Física-PTSK, na perspectiva de novas categorias; iii) professores da educação básica de ensino em

específicos aos professores que lecionam a disciplina e que anseiam em trabalhar a temática abordada. Por fim, acreditamos que possamos contribuir para a temática a fim de não esgotar sobre o assunto e na perspectiva de aulas que fogem do tradicional.

Agradecimentos

A CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa e ao Grupo de Pesquisa Conhecimento Especializado de Professores – TSK /IFMT pelas valiosas contribuições.

Referências

Araújo, M, S. T. & Abib M. L. V. dos S. (2003). Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. São Paulo, 25(2), 176-194.

Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.

Brasil. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP (Comp.). *Censo escolar da educação básica 2016: Notas estatísticas*. Brasília, (2019). 29.

Carrillo Yanez, J., Climent, N., Montes, M., Contreras, L. C., Floresmedrano, E., Escudero, Ávila, D., Vasco, D., Rojas, N., Flores L, P., Aguilar – Gonzalez, Á., Ribeiro, M. & Munhoz & Catalán, M. C. (2018). The mathematics teacher’s specialised knowledge (MTSK) model. *Research in Mathematics Education*, Taylor & Francis, London, 1-18.

Fiolhais, C., & Trindade, J. (1999). “Física para todos: concepções erradas em Mecânica e estratégias computacionais”. In Silva, A. P. da. (Eds.), *A Física no Ensino na Arte e na Engenharia*, (pp. 195-202) Instituto Politécnico de Tomar, Tomar

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

Krippendorff, K. (1990). Metodología de análisis de contenido. Teoría y Práctica, Ediciones Paidós, Barcelona.

Lima, S. S. (2018). Conhecimento Especializado de Professores de Física: Uma proposta de Modelo Teórico. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ensino). Programa de Pós-graduação em Ensino, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias do Estado de Mato Grosso, Cuiabá.

Lima, S. S., Costa L. D., Soares, S. T. C., Silva, V. P., Moriel Jr. G. & Mello, G. J. (2017) Análise de PaP-eRs como primeira aproximação metodológica para configurar o modelo de conhecimento especializado de professores de física (PTSK). In: Congresso Internacional de Formação e Desenvolvimento Profissional Docente – Residência Docente: Paradigma de Integração Teoria-Prática, (3), 1-5.

Luís, M. (2015). Conhecimento Especializado de Professores de Biologia. Tese (Doutorado). Univesidad de Huelva, Espanha (Documento Inédito).

Loughran, J., Milroy, P., Berry, A., Gunstone, R. & Mulhll, P. (2001). Documenting science teachers' pedagogical content knowledge through PaP-eRs. *Research in Science Education*, 31(2), 289-307.

Marques, M. (2020). Conhecimento Especializado de Professores De Biologia: análise de relatos de prática do Ensino Médio. 2020. 110 p. Dissertação de Mestrado em Ensino - Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), Cuiabá.

Mataruco, S. M. C., & Leiria, F. T; O Papel das Atividades Experimentais no Processo de Ensino-Aprendizagem em Física. *EDUCERE*; ISSN 2176-1396

Moriel, Jr. G. & Wielewski, G. D. (2017). Base de Conhecimento de Professores de Matemática: do Genérico ao Especializado. *Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas*, 18(2), 126-133.

Moriel, Jr, G., & Alencar, A. P. (2019). Conhecimento especializado para ensinar Cálculo: um panorama da produção do COBENGE 2012-2017. *Brazilian Journal of Development*, 5(7), 7687-7702.

Organização para a Cooperação e Desenvolvimento econômico (OCDE) (Brasil). (2018). Secretaria Brasileira. Programme for International Student Assessment (PISA) Results from PISA 2015: Contry note. Brasília: OCDE, 1262018. 7. Recuperado de <http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/pisa_2015_brazil_prt.pdf>.

Pereira, A. S., et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Recuperado de https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

Soares, S. T. C. (2019). 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.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Education Researcher*. Feb. 4-14.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Claudia Kelly de Oliveira Magalhães – 40%

Leandro Carbo - 20%

Jeferson Gomes Moriel Junior – 20%

Geison Jader Mello – 20%