

Conhecimento tecnológico e pedagógico de matemática revelado por professores quando relatam suas práticas¹

Technological pedagogical mathematics knowledge of revealed by teachers when reporting their practices

Maria Ivete Basniak²
Everton José Goldoni Estevam³

Resumo

Este artigo investiga os níveis de desenvolvimento do Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo – TPACK de professores de Matemática – *Mathematics* TPACK. A recolha de dados abrange duas etapas: i) questionários respondidos por quinze professores de Matemática da Educação Básica; ii) grupo focal realizado com outros cinco professores de Matemática, no contexto de grupo de estudos. Os resultados da análise qualitativa, de cunho interpretativo, destas etapas de investigação, revelam discrepâncias entre os níveis de *Mathematics* TPACK apresentados pelos professores, quando explicitam motivos para utilização das tecnologias e quando relatam suas práticas. Elas são assentes, especialmente, na confusão quanto ao conceito de tecnologia, no infundado encantamento por ela e na (in)compreensão de aspectos didáticos e pedagógicos inerentes à integração da tecnologia no ensino de Matemática. O estudo sugere, deste modo, que os processos formativos problematizem e esclareçam *por que, para quê e como* determinada tecnologia pode colaborar para a aprendizagem matemática.

Palavras chave: Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo; Ensino de Matemática; Tecnologia; Prática Pedagógica.

Abstract

This article investigates the development levels of the Technological Pedagogical Content Knowledge - TPACK of Mathematics teachers - *Mathematics* TPACK. Data collection covers two stages: i) questionnaires answered by fifteen Mathematics teachers of Basic Education; ii) focus group performed with five other Mathematics teachers in the context of the study group. Results of a quantitative analysis with interpretative approach reveals discrepancies among the levels of *Mathematics* TPACK presented by the teachers, when they explicit their reasons to use technologies and when report their practices. They are seated mainly in the confusion about the technology concept, in the unfounded enchantment by it and on the (un)comprehension of didactic and pedagogical aspects inherent to the integration of technology to the Mathematics teaching. The study suggests, thereunto, that training processes problematize and clarify *why, what for and how* a particular technology can collaborate to students' mathematical learning.

¹ Este estudo integra o projeto de pesquisa *Análise de tarefas como prática para (re)significação de conhecimentos profissionais de professores de matemática*, financiado pela *Fundação Araucária* e os estudos realizados pelo *GETIEM*.

² Universidade Estadual do Paraná | basniak2000@yahoo.com.br

³ Universidade Estadual do Paraná | evertonjgestevam@gmail.com

Keywords: Technological Pedagogical Content Knowledge; Mathematics Teaching; Technology; Pedagogical Practice.

Introdução

Em estudo anterior (BASNIAK, ESTEVAM, SILVA, 2017), alicerçado em debates teóricos relacionados às diferentes concepções de tecnologia e de Matemática, verificamos que o uso que se faz da tecnologia está intimamente relacionado à concepção que se tem da Matemática e da tecnologia. As práticas relatadas pelos professores refletem uma visão tecnicista da Matemática, que se associa ao uso da tecnologia restrito à técnica, em detrimento de reflexões pedagógicas críticas. Assim, a integração das tecnologias implica uma ressignificação das concepções dos professores acerca da Matemática e do ensino de matemática.

Partindo desta análise, neste trabalho recorreremos aos níveis de desenvolvimento do Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo – TPACK, com foco na dimensão de ensino, e investigamos os níveis de desenvolvimento do *Mathematics TPACK*⁴ revelados por esses profissionais, quando relatam suas práticas. Para tanto, associamos estudos teóricos, os mesmos questionários respondidos pelos professores da Educação Básica e um grupo focal realizado com outros cinco professores participantes de um grupo de estudos.

Assim, inicialmente discutimos o TPACK situado particularmente no campo da Matemática, bem como elementos relacionados ao ensino, que permitem estudar e compreender os níveis de desenvolvimento do *Mathematics TPACK* dos professores. Na sequência, apresentamos os aspectos contextuais e teórico-metodológicos relacionados às duas etapas da pesquisa, alicerçados em questionários e um grupo focal. Com base nestes pressupostos, apresentamos os resultados de cada uma das etapas da pesquisa, cuja conjugação das análises suporta as conclusões e considerações sistematizadas na última seção.

Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo na área de Matemática - *Mathematics TPACK* na dimensão do ensino

O conhecimento necessário aos professores para ensinar *com* e *sobre* tecnologia em suas áreas disciplinares e no nível escolar em que atuam foi definido por pesquisadores, a partir das ideias de Shulman, como Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (*Technological Pedagogical Content Knowledge - TPACK*) (MISHRA; KOEHLER, 2006; KOEHLER; MISHRA, 2009; NIESS et al., 2009; PALIS, 2010; CIBOTTO; OLIVEIRA, 2017). A estrutura TPACK para/do conhecimento do professor envolve uma interação complexa entre três *corpora* de conhecimento: conteúdo, pedagogia e tecnologia. Esta última, articulando teoria e prática, produz conhecimentos flexíveis que permitem a integração da

⁴ A expressão em inglês *Mathematics TPACK* refere o Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo em Matemática, e será preservada, neste texto, por ser (re)conhecida e utilizada internacionalmente.

tecnologia às suas práticas pedagógicas (KOEHLER; MISHRA, 2009). Earle (2002, p. 8) destaca que a integração da tecnologia no ensino envolve principalmente reflexões e mudanças na compreensão do conteúdo e de metodologias porque “a integração é definida não pela quantidade ou tipo de tecnologia usada, mas por como e por que ela é usada”. Neste sentido, no campo da Matemática, essa integração implica em pensar e utilizar a tecnologia para explorar relações matemáticas e não para repetir práticas tradicionais por meio de outra tecnologia (MISHRA; KOEHLER, 2006).

Niess et al. (2009) discutem o TPACK na Matemática (*Mathematics TPACK*) após uma análise histórica sobre o uso de tecnologia no ensino. Eles verificam que nos anos de 1970 e 1980, por serem mais divertidos do que lápis e papel, softwares passaram a ser utilizados em exercícios de repetição e prática. Igualmente, calculadoras gráficas adentraram os espaços escolares por favorecerem a visualização. Tal cenário patenteia uma concepção de tecnologia (digital) como ferramenta para apresentação e verificação de ideias previamente desenvolvidas sem tecnologia, e para atividades do tipo repetição e prática.

No período subsequente, final dos anos de 1980 e início dos anos de 1990, ainda que alguns professores buscassem desenvolver estratégias educacionais promitentes para a aprendizagem da Matemática com o uso de calculadoras gráficas, planilhas eletrônicas e softwares de geometria dinâmica, a falta de conhecimento sobre o potencial da tecnologia para o ensino de Matemática restringia sua utilização ao nível anterior - atividades de repetição e prática, apresentações e verificações.

A base do conhecimento descrito como TPACK, em que os professores se envolvem ativamente na orientação da aprendizagem matemática dos alunos com tecnologia emerge, portanto, à medida que o conhecimento da tecnologia se expande e começa a se cruzar com o conhecimento pedagógico e de conteúdo (NIESS et al., 2009). Para o desenvolvimento desses aspectos, especialmente em programas de formação, os autores salientam quatro componentes centrais relacionadas ao *Mathematics TPACK*:

- i. Uma concepção abrangente sobre o que significa ensinar um determinado assunto, como a Matemática, integrando a tecnologia no processo;
- ii. Conhecimento sobre a compreensão, o pensamento e a aprendizagem dos alunos, com a tecnologia, em campos específicos como a Matemática;
- iii. Conhecimento do currículo e de materiais curriculares que integram a tecnologia no ensino e na aprendizagem da Matemática;
- iv. Conhecimento de estratégias de ensino e representações para o ensino e a aprendizagem, com tecnologia, de tópicos matemáticos específicos.

Mishra e Koehler (2006) dissecam a estrutura TPACK em seus componentes de conhecimento, inicialmente a partir do conhecimento de conteúdo (CK), conhecimento pedagógico (PK) e conhecimento pedagógico de conteúdo (PCK). Ao passo que o conhecimento tecnológico (TK) integra-se a estes componentes, surgem outros adicionais: o conhecimento tecnológico de conteúdo (TCK) e o conhecimento pedagógico tecnológico (TPK) são adicionados ao PCK como interseções do conteúdo, do conhecimento pedagógico e da tecnologia. Eles discutem o TCK enquanto a maneira como tecnologia e conteúdo se relacionam reciprocamente, sob o argumento de que “os professores precisam saber não apenas o assunto que ensinam, mas também a maneira pela qual o assunto pode ser influenciado pela aplicação da tecnologia” (MISHRA; KOEHLER, 2006, p. 1028). O TPK, por sua vez, é referido como o “conhecimento sobre a existência, os componentes e as capacidades das várias tecnologias, bem como seus usos nas [diversas] configurações de

ensino e aprendizagem e, inversamente, saber como o ensino pode ser modificado em virtude do uso de tecnologias específicas" (MISHRA; KOEHLER, 2006, p. 1028).

A partir da análise de práticas de diferentes professores, Niess et al. (2009), com base na estrutura proposta por Rogers (1995), identificaram cinco níveis progressivos que revelam o desenvolvimento do conhecimento dos professores para integrar determinada tecnologia no ensino e na aprendizagem de Matemática – *Mathematics TPACK*:

1. Reconhecimento (conhecimento) – em que os professores são capazes de usar a tecnologia e reconhecer seu alinhamento com o conteúdo da Matemática, mas ainda não integram a tecnologia no ensino e na aprendizagem da Matemática.
2. Aceitação (persuasão) – em que os professores formam uma atitude favorável ou desfavorável para o ensino e a aprendizagem da Matemática com uma tecnologia apropriada.
3. Adaptação (decisão) – em que os professores se envolvem em atividades que conduzem a uma escolha para aprovar ou rejeitar o ensino e a aprendizagem da Matemática com uma tecnologia.
4. Exploração (implementação) – em que os professores integram ativamente o ensino e a aprendizagem da Matemática com uma tecnologia apropriada.
5. Avanço (confirmação) – em que os professores avaliam os resultados da decisão de integrar o ensino e a aprendizagem da Matemática a uma tecnologia apropriada (NIESS et al., 2009, p. 9).

Palis (2010) exemplifica esses níveis do *Mathematics TPACK* a partir de cinco dimensões⁵: currículo, avaliação, ensino, aprendizagem e acesso. Considerando os objetivos do presente trabalho, interessa-nos particularmente a dimensão do Ensino. Os aspectos discutidos pela pesquisadora nessa dimensão do TPACK e que revelam os níveis de conhecimento dos professores estão, deste modo, sintetizados no Quadro 1.

Quadro 1 – Níveis do *Mathematics TPACK* e indicadores na dimensão do Ensino

Nível	Indicadores
Conhecimento (C)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ crença de que tecnologia precisa ser ensinada e isso rouba tempo do ensino; ▪ não utilização da tecnologia para desenvolver conceitos matemáticos; ▪ alunos usam tecnologia por conta própria; ▪ utilização da tecnologia para reforço ou atividades de rotina.
Persuasão (P)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ utilização da tecnologia como dever de casa; ▪ poucas exigências em termos de conhecimentos da tecnologia; ▪ tarefas com tecnologia alheias às tarefas desenvolvidas em sala de aula; ▪ uso da tecnologia de forma dirigida.
Decisão (D)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ uso da tecnologia para melhorar ou reforçar ideias matemáticas ensinadas

⁵ Palis (2010) utiliza temas para referir o aqui trataremos por dimensões. Nossa opção se justifica por compreendermos que dimensão expressa, de forma mais adequada, nossa intenção de discutir determinado aspecto, no caso, o *Mathematics TPACK*, sob um enfoque particular.

Nível	Indicadores
	anteriormente; ■ atividades instrucionais rigidamente comandadas pelo professor, embora incorporem tecnologia, mas buscam manter o controle sobre o andamento da aula; ■ o professor começa a permitir exploração aos alunos, em parte das aulas, por meio da adaptação de abordagens instrucionais.
Implementação (I)	■ as atividades para o aprendizado de matemática propostas pelo professor exigem alto nível de raciocínio e fazem uso da tecnologia <i>como uma ferramenta de construção de conhecimentos</i> ; ■ o professor compartilha com seus pares aulas já testadas, baseadas em tecnologia, ideias matemáticas e sucessos; ■ proposição de atividades matemáticas exploratórias com tecnologia, nas quais o professor tem papel de guia e não de condutor da exploração; ■ exploração de várias estratégias instrucionais (incluindo estratégias dedutivas e indutivas) para engajar os alunos em raciocínios matemáticos; ■ incorporação de uma variedade de tecnologias em diversos tópicos matemáticos.
Confirmação (F)	■ o professor aceita a tecnologia como ferramenta de ensino e de aprendizagem matemática, facilitando a compreensão de conceitos e processos matemáticos; ■ adaptação de várias estratégias instrucionais (incluindo estratégias dedutivas e indutivas) para engajar os alunos em raciocínios matemáticos; ■ o professor medeia tarefas com suporte tecnológico, em que os alunos mantêm a atenção e a autonomia no aprendizado de Matemática.

Fonte: Adaptado de Palis (2010).

Dessa forma, o Quadro 1, ao mesmo tempo em que orienta a estruturação de programas de formação e desenvolvimento profissional de professores direcionados à integração da tecnologia às suas práticas pedagógicas, constitui lentes consistentes para avaliar o nível do TPACK dos professores, objetivo central deste trabalho.

Aspectos contextuais e metodológicos

A presente pesquisa consistiu em duas etapas: uma envolvendo questionários (etapa 1) e outra alicerçada em um grupo focal (etapa 2).

A etapa 1 abrangeu, desta forma, a análise de duas questões (Quadro 2) respondidas por quinze professores de Matemática da Educação Básica, do interior do estado do Paraná, Brasil. O questionário respondido compunha-se de onze questões, que abarcavam aspectos mais amplos relacionados ao ensino de Matemática e as tecnologias no ensino de Matemática. As respostas aos questionários ocorreram de maneiras distintas: inicialmente, os questionários foram enviados impressos pelo técnico da área de Matemática do Núcleo Regional de Educação (NRE) local a aproximadamente 100 (cem) professores da Educação Básica, das 45 (quarenta e cinco) escolas dos nove municípios que pertencem ao NRE, dos quais apenas quatro retornaram respondidos. Assim, o técnico do NRE reenviou o questionário por meio de correio eletrônico para os professores, quando outros cinco retornaram respondidos. Os outros seis questionários foram respondidos, também por meio eletrônico, por professores que cursavam uma disciplina de Mestrado ministrada por uma das autoras do trabalho.

Quadro 2 - Questões que compõem os dados analisados na etapa 1 da pesquisa

1. O que te leva a utilizar (ou não) Tecnologias Digitais em suas aulas? (Esta questão continha uma observação que indicava que o professor não necessitava responder a(s) questão(ões) seguintes, caso não utilizasse Tecnologias Digitais).
2. Você utiliza Tecnologias Digitais em suas aulas para ensinar novos conteúdos? Em caso afirmativo, descreva uma situação em que você utilizou Tecnologias Digitais com este objetivo.

As análises dessa etapa da pesquisa, de natureza qualitativa e cunho interpretativo, são assentes, portanto, nas respostas escritas dos 15 (quinze) professores, os quais são identificados pela letra "P" seguida de um número que refere à ordem de acesso do(s) pesquisador(es) às respostas.

O encaminhamento das análises ocorreu a partir dos indicadores e níveis do *Mathematics TPACK*, estruturados no Quadro 1 da seção teórica, para cada uma das duas questões do Quadro 2. Cada resposta dos professores foi cuidadosamente analisada na busca por indícios dos indicadores do Quadro 1, relacionados à dimensão de Ensino do *Mathematics TPACK* (PALIS, 2010). Com base nos indícios identificados, as respostas foram agrupadas nos cinco níveis de *Mathematics TPACK* propostos por Niess et al. (2009). Finalmente, foi realizada a análise grupal das respostas, na busca por elementos amplos e consistentes relacionados ao(s) nível(is) do *Mathematics TPACK* dos professores investigados.

A etapa 2 da pesquisa, por sua vez, teve o intuito de buscar elementos complementares que pudessem agregar consistência às hipóteses levantadas na etapa 1, relacionados ao *Mathematics TPACK* dos professores. Para tanto, realizamos um grupo focal com outros cinco professores, participantes de um grupo de estudos conduzido por um dos autores deste trabalho, desde o ano de 2013, os quais são identificados pelos pseudônimos: Lúcia, Cristina, José, Luis e Marcos. Segundo Gatti (2005), o grupo focal caracteriza-se por um trabalho realizado com grupos de participantes com características comuns definidas a partir do objetivo do trabalho. Elas consistiram em: i) ser professor de Matemática atuante da Educação Básica; e ii) ter desenvolvido alguma prática utilizando tecnologias.

Para Gatti (2005), a pesquisa com grupos focais possibilita compreender uma mesma questão sob diferentes perspectivas, e estudar processos de constituição da realidade por certos grupos sociais, compreendendo "práticas cotidianas, ações e reações a fatos e eventos, comportamentos e atitudes" (GATTI, 2005, p.11). Ainda de acordo com Gatti (2005), o grupo não deve ter mais do que dez pessoas, porque grupos muito grandes dispersam as discussões e dificultam as anotações. Igualmente, salienta que o grupo deve possuir características homogêneas entre os participantes, mas também heterogêneas, a fim de desencadear discussões decorrentes de opiniões diferentes e/ou divergentes.

Seguindo as orientações de Gatti (2005) quanto à organização do grupo focal, a reunião grupal foi realizada por um período de uma hora e quarenta minutos, em que os participantes sentaram-se em torno de uma mesa que possibilitava que se olhassem nos olhos, juntamente com o moderador do grupo (segundo autor). O anotador (primeira autora) ficou em outra mesa, sem participar das discussões. Optou-se apenas pela gravação em áudio da reunião porque, considerando as dimensões reduzidas do local de sua realização, o registro em vídeo poderia inibir ações e expressões dos participantes.

O desenvolvimento do trabalho foi orientado por um roteiro, cujas ideias centrais provocavam elocuições a respeito de: i) aspectos gerais sobre o uso de tecnologia; ii)

experiências formativas envolvendo tecnologia para o ensino de Matemática; iii) experiências didáticas envolvendo o uso de tecnologias no ensino de Matemática; iv) interferências da tecnologia no ensino de Matemática; e v) conhecimentos necessários à utilização de tecnologia para ensinar Matemática. A reunião grupal foi iniciada com o moderador fazendo uma breve apresentação e explicitando a motivação à reunião, já que as discussões anteriores no grupo caminharam para o uso da tecnologia no ensino de Matemática. Foi salientado que todas as opiniões eram de interesse e, portanto, não caberia juízo de valor sobre o que seria certo ou errado. Além disso, alguns minutos foram despendidos para anotações que julgassem pertinentes sobre o tema às discussões posteriores.

Níveis de *Mathematics TPACK* a partir da etapa 1

A primeira questão analisada solicitava que os professores explicitassem aspectos que justificavam, influenciavam, conduziam ou lhes provocavam a utilizar (ou não) tecnologias em suas aulas de Matemática. A partir das análises realizadas de acordo com a descrição da seção anterior, os indicativos foram situados e agrupados no Quadro 3.

Quadro 3 - Indicadores de níveis de *Mathematics TPACK* presentes nas respostas dos professores sobre o que lhes levava a utilizar (ou não) tecnologias digitais

Nível de TPACK	Respostas
Conhecimento (C)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gosto muito de utilizar as tecnologias; porém, o que me impede de utilizar mais é a <i>precariedade</i> de tais tecnologias e da internet em minha escola e a <i>falta de conhecimento</i> para utilizar alguns aparelhos (P1).
Persuasão (P)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ O que leva a utilizar é para fazer uso de <i>novas ferramentas</i> para o ensino e um jeito de <i>atrair</i> os alunos para o conteúdo abordado. O que leva a não utilização, <i>falta de capacitações, estrutura</i> física adequada e de suporte técnico nos laboratórios (P2); ▪ Para <i>diferenciar</i> as metodologias e o ensino, tornando as aulas de Matemática mais <i>atraentes</i> (P3); ▪ Utilizo as tecnologias digitais em sala de aula sempre que possível, com o intuito de levar a <i>modernidade</i> para as aulas, tirando o peso de uma aula tradicional, bem como para <i>chamar a atenção</i> dos alunos e, de certa forma, <i>interagir</i> melhor com o contexto tecnológico que eles estão inseridos. Além disso, facilitar o <i>entendimento</i> e o trabalho em sala de aula (P8); ▪ Praticidade (P11); ▪ As aulas tornam-se mais <i>atrativas e interessantes</i> (P12).
Decisão (D)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Para maior <i>entendimento</i> do conteúdo <i>já trabalhado</i> de forma tradicional, onde as aulas se tornam mais lúdicas e práticas. No meu ponto de vista, essas tecnologias também ajudam o professor a se <i>aprofundar</i> em conteúdos que não ficam muito claros ao serem representados em sala, como áreas de figuras (P4); ▪ Um recurso <i>mais fácil</i> de explicar determinado conteúdo (P6); ▪ Buscando <i>abordagem diferenciada</i> de assuntos matemáticos, visando a maior <i>clareza e aprendizagem</i> dos alunos em aulas com ferramentas de apoio de alguns meios tecnológicos (P7); ▪ Utilizo sempre que necessário, quando a abordagem de algum conteúdo <i>exige</i> a utilização de tecnologias digitais; também para <i>aprimorar</i> algum conceito, para que os alunos possam <i>visualizar</i> melhor algo que não seja

Nível de TPACK	Respostas
	<p>possível através de desenhos e imagens de livros (P9);</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A necessidade para <i>estimular</i> o conhecimento e a aprendizagem (P13).
Implementação (I)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Penso que usar tecnologias digitais favorece o <i>aprendizado</i>, contribuindo para uma postura mais <i>participativa</i> do aluno no processo de ensino-aprendizagem (P5); ▪ Utilizo, sempre que possível, porque acredito ser uma ferramenta capaz de proporcionar uma <i>nova forma</i> de aprendizagem. Pode <i>agilizar</i> o acesso à determinada informação, pesquisas, simulações, entre outros (P10).
Confirmação (F)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilizo em situações que auxiliam na <i>compreensão</i> dos conceitos matemáticos, fazendo com que o conteúdo seja mais <i>interessante</i> e <i>significativo</i> (P14).

Embora inicie sua escrita referindo que gosta muito de utilizar tecnologia, P1 ampara a impossibilidade de utilizá-la na falta de equipamentos que permitam o uso, e em seu desconhecimento sobre o funcionamento de determinados recursos. Sua resposta sugere, deste modo, que P1 não utiliza tecnologia para desenvolver conceitos matemáticos, ainda que seus alunos possam fazer uso dela por conta própria (o que pode justificar seu *gosto* pela tecnologia). A resposta evidencia igualmente a reificação da compreensão do conceito de tecnologia pelo professor, assente exclusivamente em computadores e internet. Salienta-se, ainda, a crença sobre a necessidade de elevado conhecimento sobre esses recursos como condição para seu uso sem, no entanto, qualquer referência ou relação com o conhecimento pedagógico e/ou matemático demandado a sua adequada utilização.

As respostas de outros cinco professores, por sua vez, situam-lhes no nível de persuasão do *Mathematics TPACK* porque, ao mesmo tempo em que referem condicionantes estruturais (P2), revelam justificativas que esteiam o uso das tecnologias essencialmente na motivação para os alunos participarem das tarefas (P2, P3, P8 e P12). Neste sentido, sugerem dificuldade para reconhecer o potencial pedagógico da tecnologia, bem como para relacioná-la à aprendizagem e à compreensão da matemática. Indicam, assim, que as (possíveis) tarefas desenvolvidas com os alunos não guardam relação ou função pedagógica associada àquilo que se desenvolve na sala de aula porque, ainda que P8 refira a *facilitação do entendimento* como uma de suas justificativas, não apresenta elementos (complementares) que esclareçam sua compreensão acerca do significado desta expressão. Por outro lado, ele salienta a *modernidade* como um aspecto fundante. Do mesmo modo, P3 refere a possibilidade de diferenciar metodologias de ensino como justificativa para o uso da tecnologia. Contudo, associa essa diferenciação exclusivamente a *tornar a matemática mais atraente*, em detrimento de aspectos pedagógicos relacionados à aprendizagem de Matemática. Por fim, P11 refere um aspecto essencialmente técnico, a praticidade, para justificar o uso da tecnologia, o qual pode estar relacionado à utilização de forma dirigida, como exercício e prática ou exemplos ilustrativos, por exemplo.

As respostas de P4, P6, P7, P9 e P13, por outro lado, evidenciam possibilidades para o uso de recursos tecnológicos assentes no favorecimento de explicações, por parte do professor (P4 e P6), e da compreensão de matemática pelos alunos (P7, P9 e P13). Contudo, estes argumentos limitam o uso da tecnologia à melhoria ou ao reforço de ideias matemáticas ensinadas anteriormente (explicitamente em P4), sem referir a possibilidade de aprender algo com a exploração de tecnologias. Apesar disso, e pouco esclarecidos e sustentados, salientam-se indícios, em todas as respostas dos professores, de possibilidades

de explorações pelos alunos, em parte das aulas, por meio da adaptação de abordagens instrucionais.

Dois professores revelam que compreendem a tecnologia como potencial para que o aluno participe de forma ativa de seu aprendizado (P5), possibilitando novas abordagens (P10). Sugerem, assim, a exploração de tarefas que exigem alto nível de raciocínio, as quais recorrem à tecnologia como ferramenta para a construção de conhecimentos pelos alunos.

Apenas P14 evidencia indícios de nível de confirmação do *Mathematics TPACK*, quando apresenta elementos que revelam uma concepção da tecnologia como ferramenta de ensino e de aprendizagem matemática que promove a compreensão de conceitos e processos matemáticos de maneira interessante e significativa para o aluno.

As respostas à segunda pergunta do questionário, por sua vez, ao mesmo tempo em que possibilitavam a explicitação de aspectos complementares e esclarecedores das justificativas apresentadas na questão 1, poderiam evidenciar inconsistências entre a compreensão dos professores sobre tecnologia e a(s) prática(s) de ensino de Matemática desenvolvidas à luz dessa compreensão. As respostas dos professores, a partir de indicadores organizados de acordo com a descrição da seção teórica, estão apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Indicadores de níveis de *Mathematics TPACK* presentes na descrição de situações em que os professores utilizam tecnologias digitais para ensinar

Nível de TPACK	Respostas
Conhecimento (C)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Às vezes. Dependendo, utilizo para <i>introduzir</i> ou <i>finalizar</i> algum conteúdo. Em alguns casos fica mais fácil e rápida a compreensão dos alunos (P6); ▪ Sim. Ao dar a <i>introdução</i> de um novo conteúdo já utilizei vídeos, imagens e a própria calculadora, <i>antes</i> de demonstrar a <i>teoria</i>. Por exemplo, antes de ensinar o plano cartesiano para uma turma de 8º ano, os alunos jogaram on-line batalha naval (jogo gratuito disponível na internet), jogo que se aproxima do conteúdo plano cartesiano por tratar de localização (P8); ▪ Sim, já utilizei para <i>introduzir</i> o conteúdo de multiplicação de matrizes no segundo ano do Ensino Médio, colocando um vídeo que problematizava a questão <i>antes</i> de aplicar a <i>teoria</i> (P9); ▪ Não em todas as aulas, mas sempre que possível, sim. Já utilizei o ábaco e o material dourado on-line para <i>introduzir</i> o conteúdo de operações básicas da Matemática com alunos do 6º ano e sala de apoio à aprendizagem (P10); ▪ Sim. Pesquisa de dados no site do IBGE, sobre dados estatísticos de pessoas e sua autodeclaração em relação à cor da pele (P11); ▪ Não, utilizo mais para <i>fixar</i> conteúdos (P12); ▪ Sim, <i>apresentação</i> do conteúdo em forma de slides, textos, figuras, imagens, gráficos, etc., também os <i>cálculos</i> na calculadora (P13); ▪ Sim, <i>aperfeiçoar</i> meus conteúdos, desde a história da matemática e, principalmente, a parte de geometria (P15).
Persuasão (P)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ -
Decisão (D)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sim. Para o ensino de função exponencial, levei os alunos no laboratório de informática para conhecer e jogar Torre de Hanói, e a partir dele <i>entender</i> o conceito desta função (P5); ▪ Para o estudo das funções trigonométricas e ângulos, utilizando software para <i>análise</i> gráfica e animação para <i>veracidade</i> dos cálculos realizados durante a aula, como forma de <i>fortalecer</i> e <i>auxiliar</i> no entendimento do assunto onde, em um primeiro momento, trabalhou-se com geoplano

Nível de TPACK	Respostas
	circular; em seguida, realizados cálculos e resolução de exercícios durante a aula. Então, para fechamento, em um segundo momento, foi utilizado o software no laboratório de informática do colégio (P7).
Implementação (I)	▪ -
Confirmação (F)	▪ -

As respostas dos oito professores, situados no nível de conhecimento do *Mathematics TPACK*, denotam que não utilizam tecnologia para desenvolver conceitos e/ou procedimentos matemáticos, mas essencialmente para ilustração (P6, P8, P9, P10, P13 e P15), reforço (P12) ou atividades de rotina (P11). Sobressaem especialmente relatos de utilização da tecnologia para introduzir conteúdos (P6, P10), antecedente à teoria (P8, P9), ou depois da explicação do conteúdo, para fixação (P6, P12).

As respostas de P5 e P7, no que lhes concerne, revelam indicadores de que utilizam tecnologia para melhorar ou reforçar ideias matemáticas ensinadas anteriormente (P7), ou para provocar, inicialmente, o reconhecimento de aspectos particulares relacionados a conceitos e procedimentos matemáticos a serem trabalhados futuramente (P5). Neste sentido, as práticas relatadas, ao mesmo tempo em que sugerem o potencial da tecnologia para aprimorar ideias matemáticas já antes trabalhadas, sinalizam indícios de admissão da tecnologia como possibilidade de exploração dos conteúdos de matemática pelos alunos, com vistas a sua significação.

Cabe salientar que três professores (P1, P2 e P3) não responderam a esta questão, e duas respostas (P4 e P14) não forneceram elementos relacionados ao nível de *Mathematics TPACK*. Contudo, é perceptível a discrepância entre níveis de *Mathematics TPACK* revelados nas respostas dos professores, quando referem os motivos que os conduzem a utilizar (ou não) tecnologias digitais nas aulas de Matemática (Quadro 3), e aqueles evidenciados nas práticas relatadas (Quadro 4). A exceção são os professores P5 e P7. O Quadro 5 confronta, deste modo, os níveis *TPACK* de ensino da primeira questão com a descrição da tarefa que utilizam para ensinar, identificando disparidade entre as respostas dos professores às questões 1 e 2.

Quadro 5 – Níveis de *Mathematics TPACK* revelados pelos professores quando explicitam motivos para utilização das tecnologias digitais e quando relatam suas práticas de ensino de Matemática

Nível de <i>Mathematics TPACK</i>	Motivos de utilização	Prática(s) de utilização
Conhecimento (C)	P1	P6, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P15
Persuasão (P)	P2, P3, P8, P11, P12	
Decisão (D)	P4, P6, P7, P9, P13	P5, P7
Implementação (I)	P5, P10	
Confirmação (F)	P14	
Sem resposta/sem identificação	P15	P1, P2, P3, P4, P14

Observando o Quadro 5, verificamos que as respostas dos professores à primeira questão apresentam indicadores de todos os níveis do *Mathematics TPACK*, sugerindo uma

distribuição diversa entre seus conhecimentos. Contudo, os indicadores identificados nas respostas à segunda questão concentram-se, especialmente, no nível do Conhecimento, com outros dois no nível da Decisão. Esta incompatibilidade, associada aos elementos discutidos nas análises anteriores, aventa que, ainda que os professores conheçam recursos tecnológicos e possibilidades pedagógicas oportunizadas pelas (diversas) tecnologias, as práticas realizadas em sala de aula não integram essas tecnologias ao ensino de Matemática. Acreditamos que este cenário aparentemente contraditório está associado a dois fatores:

i) a incorporação, por parte do professor, do discurso daqueles que detém o poder sobre o que se espera das práticas em sala de aula, tendo em conta os diversos condicionantes e forças que influenciam esta expectativa, o qual dissemina que as tecnologias (especialmente as digitais) significam recursos essenciais a esses contextos. Contudo, sua experiência, tanto formativa quanto profissional, seus conhecimentos e, especialmente, suas crenças não corroboram essa compreensão. Dessa forma, o professor reproduz o discurso considerado adequado na resposta à primeira questão, mas ainda apresenta resistência e dificuldades à integração de recursos tecnológicos em suas aulas;

ii) o encantamento com o poder de sedução das tecnologias, reificado em suas respostas, que destacam a relevância indubitável dos recursos tecnológicos, em especial, dos computadores para o ensino de Matemática, sem que haja discussões e reflexões consistentes sobre o conceito de tecnologia e sobre as possibilidades pedagógicas de seu uso em sala de aula. Isto implica, por exemplo, na crença de que passar um vídeo, levar os alunos para jogar on-line ou usar calculadoras para aligeirar cálculos constituem práticas características da inovação no ensino de Matemática, que promovem aprendizagem matemática com significado.

Alguns aspectos sobressaem, relacionados a esses fatores e merecem destaque, especialmente de dois professores, cujas respostas à segunda questão não possibilitaram qualquer análise (P4 e P14).

P14, cuja resposta à primeira questão revelou indicadores relacionados ao nível de Confirmação do *Mathematics TPACK*, apresenta uma resposta evasiva à segunda questão, na seguinte conformidade: "Utilizo o *software* GeoGebra nos computadores do laboratório de informática. Uma situação em que faço uso está relacionada com as funções (função afim, quadrática, exponencial)" (P14). Se considerarmos os motivos salientados na resposta à primeira questão, eles referem o auxílio da tecnologia para a compreensão dos conceitos matemáticos, com vistas a tornar o conteúdo mais interessante e significativo para o aluno. Contudo, a resposta supramencionada não faz qualquer menção a esses aspectos, os quais poderiam/deveriam esclarecer, por exemplo, como o *software* GeoGebra colabora para a compreensão das diferentes funções referidas, ou torna esse(s) conceito(s) significativo(s) e interessante(s) para o aluno.

Igualmente, a resposta de P4 à primeira questão, situada no nível de Decisão relacionado ao *Mathematics TPACK*, refere o maior entendimento e a possibilidade de aprofundar discussões relacionadas a conteúdos matemáticos complexos como motivos que o conduzem a utilizar tecnologias digitais nas aulas de Matemática. Contudo, este mesmo professor apresenta a seguinte resposta à segunda questão: "Sim. Quando se aborda a geometria fractal como o triângulo de Sierpinski, os flocos de neve de Kock, entre outros, uso programas como o GeoGebra e o Xaos, softwares livres presentes em todas as máquinas dos colégios do Estado do Paraná" (P4). O excerto não esclarece em nada a

forma de abordagem dos conteúdos mencionados que revelaria o papel do software para o entendimento ou aprofundamento das questões relacionadas à Geometria Fractal. Esta resposta caracteriza-se, deste modo, muito mais como uma *propaganda* de que os colégios possuem os softwares GeoGebra e Xaos do que como demonstração de inovações pedagógicas assentes na integração da tecnologia ao ensino e à aprendizagem de Matemática.

Revisitando nossas hipóteses na etapa 2

As análises sobre as respostas dos professores aos questionários destacam alguns excertos de suas enunciações, e consideram os elementos que orientaram o roteiro que subsidiou a seção de grupo focal em referência às hipóteses elaboradas anteriormente. Para fins organizacionais, a discussão será ancorada nas duas hipóteses iniciais.

No que diz respeito à primeira, analisamos quatro aspectos proeminentes no grupo focal e que denotam elementos importantes relacionados à prática dos professores: experiência formativa; experiência profissional; conhecimentos e crenças; resistências e dificuldades. Em relação ao primeiro, os professores relatam que, embora sejam consultados pela Secretaria de Educação quanto às formações que gostariam de participar, quando ofertadas, elas não atendem às expectativas, como relatado pela professora Cristina: “Quando é na formação em ação, na formação continuada, eles fazem uma espécie de consulta prévia e depois fecham, de novo engessando para que a gente não possa escolher”. Outra crítica tecida pelos professores refere o fato de as formações priorizarem a dimensão instrumental, sem discussões pedagógicas sobre o que é abordado:

- José:** [...] O que poderia ser diferente é como dar aulas. Quando a gente entra na sala, a gente tem um discurso em uma turma e outro discurso em outra, porque já consideramos as respostas que são dadas na primeira. E a mesma coisa foi na informática. Fui pensando uma coisa e os alunos deram outra resposta, que me fez pensar diferente. Que faltou alguma coisinha aqui, ou algo tem que ser diferente.
- Lúcia:** Mas se for ver, as nossas formações não têm nada relacionado a isso.
- Cristina:** Eles estão pegando recortes das produções das formações do governo anterior, que eles tanto criticam.
- Grupo:** [concorda]
- Moderador:** Mas vocês não estão tendo as formações específicas?
- Cristina:** Sim, a formação em ação, temos. A última foi do quê, mesmo? Ah... sobre o QR Code.
[...]
- Lúcia:** Você tem um problema lançado e aproxima o aplicativo do QR Code, ele lê e dá a resposta.
- Cristina:** [...] É como se você fizesse um dominó. Dava na mesma, porque ele só vai juntando as peças em uma resposta.
- Lúcia:** Ele só resolve.

O excerto revela a decepção dos professores quanto à formação substancialmente técnica que recebem/receberam, em que o aplicativo que desenvolveram possui a única finalidade de resolver questões, sem uma discussão ampliada sobre o papel da tecnologia.

Relacionado ao segundo aspecto, o professor José destaca que a falta ou o sucateamento dos equipamentos dificulta a realização de práticas envolvendo a tecnologia: “Que nem lá em minha escola, a moça que cuida do laboratório me disse que às vezes funciona um, às vezes funcionam 4, no máximo funcionam 10”. Contudo, na continuidade das discussões, os professores referem como motivos para a utilização da tecnologia a motivação e a possibilidade de ilustrar representações matemáticas. Para além disso, parecem dissociar o potencial da tecnologia do ensino da teoria matemática, conforme sugere o professor José: “[...] o trabalho ocorre de maneira mais agradável entre os alunos quando se trabalha com a tecnologia. Eles se interessam mais para aprender, têm outra visão do que a parte só do caderno de teoria. [...] Não que a gente deixe de lado a teoria, mas às vezes a gente leva a mesma questão para o GeoGebra e eles conseguem visualizar de forma diferente, porque a gente consegue fazer construções mais rápidas do que as do caderno, que são mais lentas e... acho que não tem como fugir”.

O excerto sugere dificuldade dos professores para reconhecer que, em uma aula com o GeoGebra, por exemplo, o conteúdo matemático pode ser discutido e compreendido pelo aluno com tanto ou mais embasamento teórico do que *no caderno*. O aspecto fundamental incide na abordagem que o professor utiliza em relação ao conteúdo e ao software, corroborando um nível de Conhecimento do TPACK dos professores, mas que não avança para níveis superiores.

Este aspecto está intimamente relacionado aos conhecimentos e crenças dos professores quanto à tecnologia, bem como às justificativas e aos esclarecimentos para resistências e dificuldades para que a integrem em suas práticas. Os professores transparecem o *medo* que sentem em utilizar recursos que não estão acostumados, assim como para trabalhar com colegas que consideram ter mais conhecimento sobre esses recursos, como o professor Marcos, recém-formado. Neste sentido, os professores revelam a crença que considera o conhecimento do recurso como suficiente para ensinar matemática a seus alunos. Os fundamentos para esta crença são evidenciados quando discorrem sobre os modos como encaminham a utilização de recursos tecnológicos em suas práticas e admitem que, basicamente, transpõem aquilo antes ensinado com lápis e papel para o computador, por exemplo.

Cristina: [...] Você começa a pegar aquilo que você faz na mão para transpor para o computador, para o *tablet*, seja lá o que for. Eu não sei se eu conseguiria, por exemplo, ensinar adição, para o aluno entender o processo do “vai um”. Por exemplo, empresta um, eu não sei o que eu faria com o computador, mesmo que fosse com uma calculadora para ensinar uma coisa básica dessa, entende? Não é tão básica, porque tem todo um fundo pedagógico, didático para dar conta. Mas eu ficaria com medo, eu começaria aos poucos, iria testando. Eu não conseguiria ir 100% em laboratório de informática.

José: Por isso que a formação é importante.

Cristina: Se hoje tivesse uma varinha de condão, com tudo funcionando bonitinho [em termos de equipamentos e infraestrutura]. Por exemplo, estamos trabalhando com potência; eu não conseguiria produzir todo esse movimento de estudar. Teria que ser gradual, como a gente foi aprendendo gradualmente a ensinar com giz. Porque o ensinar, com os dias, a gente também teve uma experiência de perceber que precisa de um desenho, de uma malha quadriculada, de coisas assim.

José: E teve uma formação.

- Cristina:** E você sofreu. Hoje a gente tem um grupo para discutir. Eu não sabia que existia isso [se referindo ao grupo]. A gente morre de medo dele [apontando para Marcos, professor recém-formado que participa pela primeira vez do grupo], porque ele tem muito mais conhecimento dessa parte da tecnologia.
[...]
- Cristina:** O nosso grande medo, aqui, é o conhecimento técnico que eles têm, técnico de formação. Eu sou bem franca em dizer: ele sabe muito mais do que eu. Isso, nessa parte, não tem nem como fazer comparação.

O movimento de iniciar a utilização de um novo recurso no ensino, ao invés de priorizar as contribuições que ele pode oferecer para a problematização e compreensão de determinado conceito, procedimento ou ideia matemática, busca encontrar formas de os recursos lhes permitirem ensinar da mesma maneira como o fazem sem essa tecnologia. Desta forma, justifica-se o medo dos professores em relação àqueles que têm mais domínio do recurso, denotando um conhecimento que, apesar de referir superficialmente dimensões didáticas, alicerça-se na admissão de que a condição fundamental para a utilização de determinado recurso tecnológico é assente no domínio do conhecimento técnico. As dificuldades explicitadas pela professora Cristina, associadas a outros episódios semelhantes, também emergentes no grupo focal, sugerem, contudo, outra faceta que pode explicar a atitude e as crenças dos professores: sempre que provocados a explicitar com detalhes fundamentos conceituais e procedimentais de conteúdos matemáticos, como os algoritmos da adição e da subtração ou o operador potência, referidos pela professora, os professores esquivavam-se, apresentando informações superficiais e pouco esclarecedoras. Neste sentido, inferimos que a dificuldade atribuída à utilização de recursos tecnológicos, associada à falta de formação e infraestrutura, pode ser uma maneira de mascarar suas fragilidades de conhecimento matemático, bem como de seu conhecimento didático e pedagógico.

Outrossim, os professores referem dificuldades dos alunos para lidar com esses recursos como forma de justificar sua resistência em utilizá-los em suas aulas, como refere Cristina, nos excertos a seguir:

- José:** Mas eu acho que as tecnologias tornam as aulas mais dinâmicas. Nas aulas, os alunos chamam, perguntam, surgem dúvidas. A gente reclama que eles não fazem questão, mas lá eles fazem.
- Cristina:** Eu não sei se eles fazem questionamentos mais matemáticos ou técnicos.
- Moderador:** As questões que você fala, José, são de matemática ou técnicas?
- José:** As duas.
[Retomada a discussão mais tarde, o professor recém-formado participa]
- Marcos:** Quando a gente trabalhou no nono ano, lá no Colégio X [no decurso das atividades do PIBID, quando Marcos era aluno-bolsista e Cristina a professora-supervisora], eles faziam questionamentos matemáticos.
- Cristina:** Eu não lembro.
- Marcos:** Nos estágios também, em que trabalhamos com a tecnologia para ensinar frações, muitas vezes eles chamavam fazendo questionamentos sobre o conteúdo matemático.
- José:** Acho que a tecnologia aproxima um pouco mais, porque muitas vezes eles [os alunos] não fazem ideia daquilo que nós [professores] estamos falando lá na

frente. Então, a tecnologia pode dar um subsídio maior para eles questionarem a matemática.

Cristina: Eu acho que eu estou misturando as coisas. Eu já esqueci muita coisa.

Apesar de José e Marcos relatarem contribuições da tecnologia para aprendizagem de Matemática, Cristina mostra-se resistente em reconhecer esse potencial e, ao se deparar com o apontamento de Marcos referindo uma experiência comum vivenciada pelos dois, recorre ao esquecimento para justificar sua atitude. Apesar de as elocuições de José e Marcos referirem aspectos do nível de Implementação do TPACK, suas considerações referentes aos papéis que a tecnologia pode desempenhar, no ensino de Matemática, remetem novamente ao nível do Conhecimento, conforme segue.

Moderador: Ok, sabemos que temos problemas em todos os lugares, a estrutura física, de pessoal, mas se a gente for pensar independente disso, que funções ou que papéis a tecnologia, o computador, mas não só o computador, pode desempenhar nesses processos de ensinar matemática?

Grupo: [silencia]

Moderador: Em outras palavras, para quê serve a tecnologia?

Lúcia: Ela não dá conta sozinha.

José: Eu acho que ela ajuda em algumas coisas, por exemplo, quando trabalho com tecnologia, ela facilita e agiliza a representação de algumas coisas.

Cristina: Ainda que seja demonstrativo.

José: Sim, ainda que demonstrativo, facilita as representações.

A percepção sobre o papel da tecnologia restrita a facilitar representações e agilizar processos, ao mesmo tempo em que revela dificuldade dos professores para vislumbrar potenciais diversos de recursos tecnológicos em face às demandas inerentes a conceitos e procedimentos matemáticos distintos, sugere uma crença ingênua de que a recorrência a ilustrações construídas e acessadas por meio de um software, por exemplo, significa a integração de tecnologia no ensino de Matemática. Quando questionados sobre como encaminhariam uma aula, se dispusessem de toda a infraestrutura necessária, por exemplo, um professor remete a uma atividade, cuja discussão conduz à percepção de que, possivelmente, o problema não esteja apenas na falta de recursos.

Moderador: Se a gente pudesse ter acesso a qualquer tecnologia, com a infraestrutura adequada, com técnico para auxiliar, enfim, com todas as condições que julgamos necessárias, que aula vocês conseguem vislumbrar?

Luís: A primeira coisa que eu ia fazer é dar um tema e “vamos pesquisar”.

Moderador: Um tema na matemática?

Luís: Sim, um tema matemático.

Moderador: Mas que tecnologia você teria ou necessitaria para fazer isso?

Luís: Para pesquisa, precisaria de um computador com acesso à internet no terminal.

Moderador: E haveria algum tema específico?

Luís: Ah, por exemplo, pirâmides. Faz parte da geometria, tem bastantes ilustrações e também dá para construir facilmente no GeoGebra. Então, a partir da pesquisa, poderia desenvolver todo o trabalho envolvendo polígonos e sólidos geométricos.

Dependendo da turma, você pode aprofundar outro aspecto. Normalmente, os mais novinhos aceitam melhor um trabalho de pesquisa.

[...]

José: Eu vejo que, mesmo assim, seria difícil. Porque tudo que a gente falou, não conseguimos evoluir. [...]

Lúcia: Talvez nós começássemos achando que estava tudo maravilhoso e, de repente, concluiríamos: nós vamos para o caderno que está "louco de bom"! No começo poderia ser lindo, mas depois, quando começássemos a nos deparar com essas dificuldades, que são nossas também, vai para o caderno.

Desta forma, os diálogos apresentados nesta seção confirmam, também, nossa segunda hipótese, alicerçada no encantamento e na conseqüente crença dos professores, que reconhece a relevância dos recursos tecnológicos para o ensino de Matemática sem discussões e reflexões sobre o conceito de tecnologia, que é reificada em recursos tecnológicos, e sobre possibilidades pedagógicas de seu uso em sala de aula. Isso os leva a considerar que a formação ideal sobre tecnologias para o ensino de Matemática deveria partir de um passo a passo para o professor seguir em sala de aula, como explicitado no diálogo que segue.

Moderador: Como seria a formação ideal?

José: Eu acho que teria que ser meio mastigadinho: a aula, determinado conteúdo, esse aqui.

Luis: Por exemplo, números e álgebra.

José: Que a gente pudesse daí, talvez, adaptar.

Lúcia: Pegando um conteúdo estruturante, como que seria trabalhar, daí a gente modificaria.

José: Mas você tem, assim, uma diretriz. Eu ensinava isso assim, mas daí agora eu posso ensinar assim. Mas você tem a diretriz. E isso daqui, eu posso tirar, isso eu posso acrescentar. Agora eu tenho algo para eu mexer.

Cristina: Sim, porque se você não tem, qual é o conteúdo que vocês fariam. [...] O de fração, quando foi construído aquele material lá [no PIBID, quando Cristina atuava como professora-supervisora], nossa eu vi que eu não sabia fração. [...] fração que parece simples, mas que é uma construção muito profunda, e isso seria uma forma.

Os aspectos da formação referidos pelos professores validam duas questões relacionadas às nossas hipóteses: i) os professores acreditam que a formação, com vistas à integração da tecnologia, deve envolver a apresentação de modelos a serem reproduzidos ou adaptados nas suas práticas, sem perceber, contudo, que esse é o modelo das formações que têm recebido e que criticam por considerarem inadequado; ii) as dificuldades que têm de reconhecer e explorar o potencial dos diferentes recursos tecnológicos para ensinar matemática podem decorrer de fragilidades no conhecimento matemático e pedagógico de Matemática, cuja natureza técnica predominante encaminha uma utilização técnica desses recursos refletida na reprodução dos modelos didático-pedagógicos presentes nas práticas tradicionais de ensino.

Neste sentido, as elocuições emergentes no grupo focal evidenciam reproduções de discursos que reconhecem o potencial da tecnologia para o ensino e a aprendizagem de

matemática, mas, em contrapartida, revelam dificuldades e equívocos relacionados às implicações e potenciais pedagógicos associados à integração da tecnologia ao ensino de Matemática. De igual maneira, explicita o encantamento com a tecnologia desconectada da realidade da sala de aula e dos alunos, bem como de seu potencial pedagógico. Por conseguinte, os diálogos dos professores apontam diversas contradições alicerçadas, especialmente, no reconhecimento pedagógico da tecnologia, gerando demandas específicas, por exemplo, de ações de formação, mas cujo desdobramento em sala de aula não revela intencionalidade e clareza pedagógica acerca do uso desse recurso. Isto porque, de modo geral, as práticas dos professores incluem recursos tecnológicos para agilizar procedimentos, estimular o engajamento dos alunos ou favorecer a visualização.

A concluir

A articulação entre as análises realizadas revela a inadequação de estudos sobre níveis do *Mathematics TPACK* alicerçados exclusivamente no discurso do professor a respeito de suas crenças e concepções. Isto porque, embora por vezes os professores assumam um discurso que sugere níveis desenvolvidos de *Mathematics TPACK*, as práticas adotadas não se alinham a ele, e apontam diversas contradições e equívocos. Desta forma, este estudo sublinha a importância de situar a prática, seja pela observação ou pelo relato, como foco para análise dos níveis de *Mathematics TPACK*, porque é na prática que os conhecimentos sobre matemática, pedagogia e tecnologia se articulam e interagem, nos termos apontados por Koehler e Mishra (2009).

As respostas dos professores às duas questões discutidas na etapa 1 da pesquisa revelam certa confusão quanto ao conceito de tecnologia e sobre as possibilidades que esta oferece ao ensino de Matemática. Em geral, os professores parecem compreender as tecnologias como *coisas* que precisam ser empregadas nas aulas, seja por estarem presentes nas escolas ou para justificar a impossibilidade de uso, em virtude de sua indisponibilidade nos espaços escolares em que atuam. Da mesma forma, as respostas dos professores denotam certo encantamento pela tecnologia, como se, por si só, ela fosse capaz de mudar a dinâmica da sala de aula, motivando a aprendizagem dos alunos para a Matemática e possibilitando a aprendizagem dos conteúdos com mais significado. Neste sentido, destaca-se a necessidade de formações que ultrapassem a instrumentação dos professores para o uso de recursos tecnológicos e que, em um primeiro momento, discuta o conceito de tecnologia como uma construção humana, para além do objeto, a qual abarca o processo de desenvolvimento e acumulação de saberes ao longo dos tempos. Desta forma, discussões relacionadas ao histórico da tecnologia, que salientam os aspectos anteriormente citados, podem contribuir para a desconstrução do conceito reificado da tecnologia e, assim, possibilitar superar a lógica reprodutivista. Igualmente, para além da abordagem do recurso, é fundamental que a formação discuta aspectos didáticos e pedagógicos relacionados ao ensino de Matemática com esses recursos, de forma a problematizar e oferecer meios para que os professores compreendam o papel da tecnologia no processo de elaboração de conhecimento, para além de aspectos motivacionais.

Alçamos, deste modo, a necessidade de problematizar teoria e prática, tendo como foco a matemática, a pedagogia e a tecnologia (nas suas diversidades), bem como a desconstrução de crenças inconsistentes, espetaculosas e infundadas de que apenas um

desses elementos, sem a interferência do professor, por exemplo, pode trazer resultados positivos na aprendizagem dos conteúdos de Matemática. Em outras palavras, o processo formativo com vistas à integração da tecnologia, nos termos destacados por Earle (2002), precisa mudar seu foco da atividade de ensino para a dimensão mais complexa do ensino-aprendizagem, cuja amplitude incide nos componentes de base do *Mathematics TPACK* salientados por Niess et al. (2009). Assim, as ações formativas devem priorizar aspectos didáticos e pedagógicos que esclareçam, para além do funcionamento de softwares e recursos tecnológicos, por que, para quê e como determinada tecnologia pode colaborar com a aprendizagem dos alunos. Nomeadamente, o estudo sugere que o desenvolvimento do *Mathematics TPACK* implica a priorização do conhecimento pedagógico de Matemática, em detrimento do conhecimento matemático específico ou do conhecimento tecnológico, tendo como horizonte a integração consciente, justificada e, portanto, intencional da tecnologia a partir de uma dimensão pedagógica. Para tanto, é fundamental o reconhecimento da importância do planejamento e do estabelecimento de objetivos claros, coerentes e tangíveis a essa ação.

Igualmente, especialmente, os resultados da etapa 2 revelam que as ações formativas também devem considerar a natureza intersubjetiva do conhecimento profissional do professor, ancorado em suas experiências formativas e profissionais. É fundamental a promoção de espaços de discussão e reflexão alicerçados na confiança, no respeito e na solidariedade, em que os professores possam reconhecer e lidar com suas limitações e vulnerabilidades. Deste modo, possibilitará esclarecer quais são as dificuldades e demandas decorrentes da integração intencional e sustentada da tecnologia no ensino, bem como aquelas oriundas da fragilidade ou limitação de conhecimentos profissionais de outra natureza.

Referências

- BASNIAK, M. I.; ESTEVAM, E. J. G.; SILVA, S. C. R. Ensino de matemática e tecnologia: concepções reveladas por professores quando relatam suas práticas. *Libro de Actas do VIII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática - CIBEM*. Madrid, 2017, p. 361-370.
- CIBOTTO, R. A. G.; OLIVEIRA, R. M. M. A. TPACK – conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo: uma revisão teórica. *Imagens da Educação*, v. 7, n. 2, p. 11-23, 2017.
- EARLE, R.S. The integration of instructional technology into public education: Promises and challenges. *ET Magazine*, v. 42, n. 1, p. 5-13, 2002.
- GATTI, B. A. *Grupo focal na pesquisa qualitativa em ciências sociais e humanas*. Brasília: Líber Livro Editora, 2005.
- KOEHLER, M. J.; MISHRA, P. What is technological pedagogical content knowledge?. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, v. 9, n. 1, p. 60-70, 2009.
- MISHRA, P.; KOELHLER, M. J. Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, v. 6, p. 1017– 1054, 2006.
- NISS, M. L.; RONAU, R. N.; SHAFER, K. G., DRISKELL, S. O.; HARPER S. R.; JOHNSTON, C.; BROWNING, C.; ÖZGÜN-KOCA, S. A.; KERSAINT, G. Mathematics teacher TPACK standards and development model. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, v. 9, n. 1, p. 4-24, 2009.
- PALIS, G. L R. O conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo do professor de Matemática. *Educação Matemática Pesquisa*, v. 12, n. 3, p. 432-451, 2010.
- ROGERS, E. M. *Diffusion of innovations*. New York: Free Press, 1995.