

O desenvolvimento do conhecimento pedagógico e tecnológico do conteúdo no ensino de matemática: experiência formativa com os futuros professores dos anos iniciais

The development of pedagogical and technological content knowledge in mathematics teaching: training experience with future teachers of the early years

Marcelo Máximo Purificação^{1*}, Nélia Maria Pontes Amado²

RESUMO

Este texto resulta do projeto de pesquisa desenvolvido no âmbito do doutoramento em Ensino realizado na Universidade do Vale Taquari – UNIVATES, cujo objetivo foi identificar de que forma futuros professores dos anos iniciais (pedagogos) desenvolveram conhecimento sobre o uso da tecnologia para o ensino da Matemática, no contexto de um Curso de Extensão de formação inicial. Reconhecemos a importância de promover a integração das tecnologias, em particular no processo de ensino e aprendizagem, pois observa-se a ausência de uma resposta formativa na formação inicial do futuro pedagogo que lhe permita obter o conhecimento necessário para uma integração eficaz da tecnologia no ensino e na aprendizagem da Matemática. O referencial teórico utilizado pautou-se nas concepções do desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo (*Pedagogical Content Knowledge* – TCK) a partir do modelo de Schulman (1986), seguido do modelo teórico para o conhecimento do professor que propõe integrar três domínios desse conhecimento: o conteúdo, a pedagogia e a tecnologia – TPACK, de Mishra e Koehler (2006). A partir do Curso de Formação, constatou-se que os futuros professores desenvolveram seus planos de aula de Matemática, integrando corretamente às diretrizes do modelo TPACK, incorporando conhecimentos de conteúdos tecnológico e pedagógico no processo de ensino.

Palavras-chave: Formação inicial de professores; Uso pedagógico das TICs; TPACK.

ABSTRACT

This This text is the result of a research project developed within the scope of the Doctorate in Teaching carried out at the Universidade do Vale Taquari – UNIVATES. The objective of which was to identify how future teachers of the early years (pedagogues) developed knowledge about the use of technology for the teaching of Mathematics, in the context of an Extension Course of initial training. We recognize the importance of promoting the integration of technologies, particularly in the teaching and learning process, as there is a lack of a formative response in the initial training of the future pedagogue that allows him to obtain the necessary knowledge for an effective integration of technology in the teaching and learning of mathematics. The theoretical framework used was based on the conceptions of the development of pedagogical content knowledge (*Pedagogical Content Knowledge* - TCK) from the model of Schulman

¹ Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior (FIMES/UNIFIMES)

*E-mail: maximo@unifimes.edu.br

² Universidade do Algarve/Portugal.

E-mail: namado@ualg.br

(1986), followed by the theoretical model for teacher knowledge that proposes to integrate three domains of this knowledge: content, pedagogy and technology – TPACK, by Mishra and Koehler (2006). From the Training Course, it was found that future teachers developed their Mathematics lesson plans, correctly integrating the guidelines of the TPACK model, incorporating knowledge of technological and pedagogical content in the teaching process.

Keywords: Initial teacher education; Pedagogical use of ICTs; TPACK.

INTRODUÇÃO

O contexto social nos últimos anos, especialmente desde 2020, tem sido atravessado por um boom na utilização das tecnologias, em vários ambientes. No entanto, o princípio básico para uma boa implementação requer a qualificação dos profissionais que atuam nesses contextos, com conhecimentos que lhes permitam utilizar esses recursos de forma eficaz. Na educação, essa qualificação implica atualizar ou buscar conhecimentos, para que sejam adquiridas competências a fim de utilizar pedagogicamente esses recursos, atendendo, assim, às especificidades do contexto educacional (LÓPEZ, 2013). Nessa linha, “esse cenário tecnológico, que atravessa o contexto educacional, exige uma nova cultura profissional e uma nova formação docente para fornecer pressupostos teóricos-metodológicos aos futuros professores de Matemática dos anos iniciais” (CIBOTTO, 2015, p. 27).

Uma análise dos estudos que visam à utilização das tecnologias no ensino e na aprendizagem, no Brasil e a nível internacional, mostra que estes envolvem particularmente licenciados na área da Matemática, Química, Física, Geografia, Letras, entre outros, sendo escassos no que se refere à utilização das tecnologias pelos professores que atuam nos primeiros anos de escolaridade – os pedagogos. Ao se restringir essa busca ao conhecimento matemático, dificilmente se encontram pesquisas.

A fim de amenizar a situação supracitada, refiro como perspectiva os estudos desenvolvidos no século XX orientados por Schulman (1996), centrados no saber profissional dos professores, nos quais o autor aponta uma relação dicotômica no tratamento de conteúdos e saberes pedagógicos. Somando-se a essa perspectiva, as concepções teóricas de Mishra e Koehler (2006), que observam vários tipos de conhecimentos essenciais para o professor aumentar um clima de aprendizagem permeado pelas TICs.

Diante do exposto, importa notar que este estudo busca conhecer se a utilização pedagógica das TICs, por meio do modelo TPACK, na formação inicial de professores nos anos iniciais do ensino de Matemática, pode ser vista como uma possibilidade de potencial inovador e quais as consequências dessa aplicabilidade para o processo de desenvolvimento de alunos em formação, no Curso de Pedagogia. Neste estudo, optou-se por uma metodologia qualitativa de natureza interpretativa, no intuito de elaborar e implementar uma ação de extensão, na modalidade de Curso de Formação, voltado para o uso pedagógico das TIC no desenvolvimento do conhecimento matemático de alunos do Curso de Pedagogia do Centro Universitário de Mineiros – Unifimes, articulando o Conhecimento Tecnológico, Pedagógico e de Conteúdo. Participaram dessa formação 18 alunos do Curso de Pedagogia. A escolha desse grupo teve um propósito bem definido: o fato de terem iniciado suas vivências e práticas pedagógicas no ensino de Matemática na Educação Infantil e nos anos iniciais do Ensino Fundamental I, por meio do Estágio supervisionado.

Mishra e Koehler (2006) argumentam que dentro da educação tem havido uma tendência de olhar mais para a tecnologia do que para a forma como ela é utilizada, apontando que a integração da tecnologia nos processos educacionais por si só não é suficiente, para ir além dos processos educacionais e da articulação entre pedagogia e conteúdo (Shulman, 1986), esses autores acrescentam que os professores devem saber como integrar a tecnologia em seu ensino e utilizá-la de forma eficaz para promover a aprendizagem de seus alunos, destacando que ensinar é uma atividade muito complexa baseada em múltiplos conhecimentos. Esta articulação refere-se à integração simultânea e relacional entre conhecimento de conteúdo e conhecimento pedagógico, definindo, assim, o desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo (Pedagogical Content Knowledge – PCK). Desde então, o modelo de Schulman (1986) vem sendo discutido e adaptado por diversos pesquisadores da área da educação, nomeadamente por Gedds (1993); Grossman (1989-1990); Ponte e Chapman (2006), Gutiérrez-Fallas (2019).

A seguir falamos sobre a formação inicial do pedagogo e as tecnologias, a constituição do TPACK, o curso de formação e apresentamos os resultados finais.

Formação inicial do pedagogo e as tecnologias

A formação inicial do pedagogo no Brasil, em nível de licenciatura, marca o início do processo de desenvolvimento do futuro professor. Neste contexto educacional,

especialmente nos tempos atuais, o professor está superando a visão reprodutiva da educação, em que o foco tem sido a transmissão da informação, passando para uma visão mais ampla que permite o desenvolvimento de ambientes criativos e reflexivos desde o início de seus estudos.

Historicamente, a formação e as atividades dos pedagogos têm se fragmentado, formando profissionais especializados nas mais diversas atividades (supervisor, orientador, inspetor, administrador etc.), conforme Parecer CFE n.º 252/1969, quando foram reformulados os cursos, criando habilitações técnicas (PINHEIRO, 2018). Atualmente, essas especificidades são abordadas de acordo com a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, BNCC, 2018), sendo que, a fim de garantir o desenvolvimento de competências específicas, cada componente do currículo fornece um conjunto de competências que, por sua vez, estão relacionadas a diferentes objetos de conhecimento, como conteúdos, conceitos e processos, os quais se dividem em unidades temáticas (SILVA, 2019).

Pedagogos são profissionais que trabalham com tecnologias educacionais desde a Educação Infantil até a quinta série do Ensino Fundamental. Durante o processo de formação, os pedagogos enfrentam conteúdos e práticas que também os orientam para o exercício de funções administrativas e de gestão educacional. Para o educador García (1999), entre as necessidades fundamentais da formação inicial de pedagogos na atual conjuntura, está a busca de compromisso com uma cultura tecnológica. A tecnologia na formação de educadores continua sendo um obstáculo a ser superado pelas faculdades e universidades que oferecem cursos de formação de professores.

A inserção da tecnologia na formação inicial do pedagogo é um aspecto essencial da prática docente, pois o pedagogo contemporâneo precisa estar preparado para as mais diversas situações que envolvem o processo de ensino e aprendizagem. Assim, ao se analisar o desenho da formação inicial de professores, de que até recentemente participavam de capacitações e treinamentos, para aprenderem a atuar efetivamente em sala de aula, é possível ver que ela foi substituída por uma compreensão da prática e da formação inicial com ênfase na busca por uma base de conhecimento mais consolidada (SANTOS; SANTOS, 2014).

Quando o foco é a formação inicial do pedagogo, há um consenso por parte de alguns teóricos de que há um *déficit* na preparação para utilização das tecnologias educacionais. Uma das justificativas para tal situação é a carência de integração de teoria

com a prática, no que tange ao uso das tecnologias na matriz curricular dos cursos de graduação em Pedagogia, assim como a falta de políticas públicas e de propostas voltadas para essa integração (BELLONI, 2003; KENSKI, 2015).

Percebe-se que o papel do pedagogo é bastante amplo e complexo, exigindo esse conhecimento profissional que vai além do âmbito da sala de aula e que interfere direta ou indiretamente no processo de ensino e aprendizagem. A formação do pedagogo, conforme definida nas diretrizes curriculares específicas, orienta que os aspectos técnicos de gestão, supervisão, organização institucional e outros também estejam entre as competências pedagógicas desejáveis (CARRIJO *et al.*, 2017).

Nessa direção, Masetto (2010) esclarece que é na formação inicial que os futuros professores aprendem a se engajar na pesquisa e no trabalho científico, a realizar pesquisas básicas, a socializar conhecimentos, a desenvolver habilidades e atitudes que lhes permitam analisar e discutir crítica e cientificamente soluções. No entanto, o uso das tecnologias da informação e comunicação tende a propiciar novos caminhos para a formação do pedagogo, pois como recursos didáticos pedagógicos a utilização dessas ferramentas pode contribuir de forma significativa para um olhar tridimensional sobre o ensino da Matemática.

Desse modo, o investimento no desenvolvimento profissional do pedagogo vai além da formação inicial e continuada. Para Huberman (2000), ao exercer uma profissão, vivenciando e superando as primeiras consequências dessa atividade, o pedagogo tende a substituir gradativamente a fase de sobrevivência pelas perspectivas da fase de descoberta, manifestadas em uma estrutura profissional específica. De acordo com o autor, o contato com a realidade escolar pode gerar incertezas diante do ato de ensinar e outros fatores que possam limitar o professor pedagogo no exercício da gestão da sala de aula; no entanto, é a partir desse contato que direcionamentos na formação são tomados, no intuito de melhorar o dia a dia da ação pedagógica do professor.

O início da profissão docente requer diferentes processos de aprendizagem, em diferentes fases com especificidades distintas. Esse momento de tornar-se professor pode ser entendido como um passo importante no desenvolvimento profissional dos professores (CUNHA, 2014). Tornar-se professor implica dizer que a busca pelo fazer pedagógico em sala de aula passa a ser uma constante, configurando na perspectiva do desenvolvimento profissional que ensinar e aprender é um processo longo e variado, rodeado de momentos de incertezas e desenvolvimento, que perpassam toda a vida

profissional. A aprendizagem de um professor repercute no ensinar e no aprender de seus alunos. No caso dos pedagogos, com formação múltipla ou multidisciplinar que os habilita a ensinar todos os componentes do currículo, esse desenvolvimento profissional torna-se muito mais complexo. Um professor é “[...] um profissional da aprendizagem, da gestão das condições de aprendizagem e da regulação interativa em sala de aula” (PERRENOUD, 2001, p. 15-19).

Segundo Cunha (2010, p.70), “os professores iniciantes mobilizam os conhecimentos adquiridos na formação inicial, articulando-os aos conhecimentos produzidos na e pela prática na busca pelo desenvolvimento profissional”. Tais fatos endossam as discussões feitas até aqui, mostrando que o professor iniciante precisa buscar o desenvolvimento de competências e habilidades, para lidar com as demandas de sala de aula e do próprio sistema educacional cada vez mais exigente.

A constituição do TPACK

Atrelando essa reflexão ao uso das tecnologias, dois problemas emergem como latentes nos cursos e programas de formação de professores: O tecnicismo excessivo e a falta de modelos conceituais, em que seja possível atrelar de forma efetiva as tecnologias e os diferentes recursos tecnológicos às práticas desenvolvidas por professores, nos contextos escolares (CABERO ALMENARA, 2014). Percebe-se uma grande carência de práticas nos cursos de formação de professores (GATTI, 2016), e a junção de conhecimentos relacionando aos conteúdos com as tecnologias e seus artefatos se revela como uma necessidade nesses cursos.

Para Nakashima e Piconez (2016, p. 232):

A tecnologia, a pedagogia e os conhecimentos específicos dos conteúdos representam uma articulação dinâmica que pode descrever a ação docente necessária para o planejamento, implementação, avaliação e processo de ensino-aprendizagem, apoiados por tecnologias. Tal dinâmica se fundamenta em reflexões estratégicas cujas orientações remetem a questionamentos relevantes sobre o que saber, quando, como, onde e de que forma podemos usar os conhecimentos específicos dos componentes curriculares, bem como quais as estratégias pedagógico-tecnológicas para incentivar os estudantes a utilizar as tecnologias, como apoio de suas aprendizagens.

Gutiérrez-Fallas (2019), pensando a partir da perspectiva de Shulman (1987), defende que o conhecimento docente provém significativamente da prática, na qual se constituem saberes e conhecimentos (sobre os conteúdos, pedagógicos, de currículo etc), que são construídos pelos aprendizes por meio de estratégias pedagógicas. Ou seja, a

prática é um elemento decisivo no processo de desenvolvimento do conhecimento profissional do professor. Ainda segundo o autor, “o conhecimento do conteúdo refere-se ao conhecimento dos conceitos e procedimentos das disciplinas” (GUTIÉRREZ-FALLAS, 2019, p.21).

Conforme Shulman (1987), é fundamental que os professores possuam conhecimentos mínimos nesses campos centrais, agregando a eles outros conhecimentos bem específicos do fazer docente (do contexto educacional, sobre o aluno e das finalidades dos processos educativos). Na perspectiva desse estudioso anterior, referido por Gutiérrez-Fallas (2019, p. 20): “[...] o conhecimento pedagógico é um conhecimento, muitas vezes genérico, sobre os processos ou métodos de ensino e aprendizagem que envolve objetivos e valores educacionais gerais, gestão de sala de aula, estratégias de ensino, planificação curricular e processos de avaliação de alunos”.

Para Cibotto (2015, p. 57), no modelo proposto por Shulman (1986, 1987), o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (*Pedagogical Content Knowledge - PCK*), como apresentado, é a denominação dada à interseção e à interação da pedagogia com o conhecimento do conteúdo, também percebido como “conhecimento profissional específico dos professores. Representa o conhecimento que os professores utilizam no processo de ensino, o que distinguiria um professor de determinada disciplina de um especialista nessa mesma disciplina (SHULMAN, 1986).

Segundo Shulman (1987, *apud* CIBOTTO, 2015, p. 57), os conhecimentos necessários a um professor devem incluir os seguintes elementos:

- Conhecimento do conteúdo;
- Conhecimento pedagógico geral, com referência especial aos principais princípios e estratégias de gerenciamento de sala de aula e organização que parecem transcender a matérias;
- Conhecimento de currículo, com particular compreensão dos materiais e programas que servem como ‘ferramentas de negócios’ para os professores;
- Conhecimento pedagógico do conteúdo, um amálgama especial entre conteúdo e pedagogia que é exclusivamente da competência de professores, a sua própria forma profissional e especial de compreensão;
- Conhecimentos dos alunos e as suas características;
- Conhecimento dos contextos educacionais, que vão desde trabalhos do grupo em sala de aula até o governo e financiamento das escolas e características socioculturais;
- Conhecimento das finalidades, educacionais, propósitos, valores e suas bases filosóficas e históricas.

Também na perspectiva de Shulman (1986), Mishra e Koehler (2006) elaboraram um modelo teórico-pedagógico para que os professores pudessem ensinar de maneira eficiente, utilizando as TIC a partir de três campos centrais de conhecimentos: o conhecimento tecnológico (CT), conhecimento pedagógico (CP) e o conhecimento do conteúdo (CC).

Colaborando com Shulman (1986), Mizukami (2004), Bell, Thames e Phelps (2008), bem como Crossman (1989, 1990), deram suas contribuições neste campo.

Mizukami (2004) subdividiu o conhecimento de Shulman em duas categorias, nas quais especifica o momento em que o futuro professor aprende e o momento em que ele se prepara para ensinar. Para esse Mizukami (2004), o processo de ensinar vai muito além da compreensão dos conceitos da disciplina, precisando perpassar de forma aprofundada pela essência e pelas origens dos conceitos.

A partir do modelo apresentado por Shulman (1986), Crossman (1989, 1990 *apud* GUTIÉRREZ-FALLAS, 2019, p. 22) desenvolveu componentes basilares do PCK e os apresentou como conhecimento que o professor precisa desenvolver:

Concepção abrangente do que significa ensinar determinado conteúdo. Conhecimento de estratégias e representações para o ensino de tópicos específicos. Conhecimento da compreensão, do pensamento e da aprendizagem dos alunos na área disciplinar. Conhecimento do currículo e materiais curriculares para a aprendizagem.

Na perspectiva apresentada pelos teóricos, o futuro professor passa a ter uma compreensão mais ampla do conteúdo, observando formas e ângulos diferenciados de exercer sua prática, levando em consideração os conhecimentos dos seus alunos, o contexto e as dificuldades presentes, viabilizando nesses cenários o processo de ensino e aprendizagem (MIZUKAMI, 2004; SCHINCARIOL, 2002.; SIEDENTOP, 2002.).

O conhecimento do conteúdo - (CK) “[...] é o conhecimento sobre o assunto a ser ensinado ou aprendido” (MISHRA & KOEHLER, 2006, p. 1026). Na perspectiva de Shulman (1986) está correlacionada com o domínio do conteúdo por parte de quem o ensinará. Esse domínio do conteúdo vai além de simplesmente saber o que está sendo ensinado e, em última análise, ensinar. O conhecimento do conteúdo também interroga os principais conceitos do conteúdo abordado, teorias relacionadas ao assunto, estudos, melhores práticas, a evolução do assunto ao longo do tempo e entre outras questões. O domínio do conteúdo integra o tripé dos conhecimentos necessários que dão base ao TPACK (KOEHLER; MISHRA, 2006).

A partir do que foi proposto por Shulman (1986), Mishra e Koehler (2006) e Cibotto e Oliveira (2017) e de Camargo (2016), percebe-se que o conteúdo é o objeto da educação escolar regular, em que o conhecimento relacionado ao saber que o professor possui de determinado conteúdo e na forma como o professor sistematiza o conhecimento, indo muito além do simples uso de métodos e procedimentos. O conhecimento do conteúdo é o conhecimento real, que se materializa em representações de conhecimento sobre determinado conteúdo em um domínio específico, envolvendo os fatos dele derivados e, em última instância, as atividades pedagógicas utilizadas para ensiná-lo.

O conhecimento pedagógico - (PK) na percepção de Mishra e Koehler (2006, p. 1026-1027), trata-se essencialmente de dominar os processos de ensino e aprendizagem. Esses processos envolvem metas, valores, objetivos e meios educacionais. O conhecimento pedagógico questiona o domínio, de quem vai ensinar, as formas de aprendizagem dos alunos, os domínios gerais e a presença na aula, o plano de aula, o projeto prático-pedagógico, a tabela de tarefas e também os seus objetivos. De acordo com Monsolve (2018, p. 43) o conhecimento pedagógico refere-se ao conhecimento do professor sobre as atividades pedagógicas gerais que poderiam ser usadas, sobre os processos e práticas do método de ensino e como eles se relacionam com o pensamento e os propósitos educacionais.

Mishra e Koehler (2006), nessa direção, estabelecem que o PK: [...] inclui o conhecimento de técnicas ou métodos a serem usados em sala de aula, a natureza do público-alvo e estratégias para avaliar a compreensão do aluno. Um professor com profundo conhecimento pedagógico entende como os alunos adquirem conhecimento, habilidades e desenvolvem hábitos mentais e uma propensão positiva para aprender. Como conhecimento, essas pedagogias requerem uma compreensão das teorias do desenvolvimento cognitivo, social e da aprendizagem e como elas são aplicadas aos alunos em sala de aula.

O conhecimento tecnológico - (TK), são formas de pensar o uso da tecnologia e dos recursos tecnológicos em sala de aula, ferramentas específicas para determinadas demandas e experiência com seu uso prático. Esse conhecimento questiona se há domínio suficiente das tecnologias para aplicá-las como forma de agilizar e facilitar as tarefas de trabalho e vida cotidiana e também para se adaptar às mudanças tecnológicas ao longo do tempo. Para dominar totalmente o conhecimento tecnológico, também é importante ter discernimento para reconhecer quando o uso da tecnologia pode acelerar os resultados ou

retardar o progresso em direção à meta, o que acontece com muita frequência nas atividades em sala de aula, quando o uso das tecnologias não é sistematicamente planejado pelo professor, afirmam Camargo (2016) e Koehler e Mishra, (2009).

Ainda segundo os autores acima citados, o Conhecimento Tecnológico (TK) é o conhecimento de tecnologias padrão, como livros, giz e lousas, e tecnologias mais avançadas, como Internet e vídeo digital. Isso envolve as habilidades necessárias para operar certas tecnologias. Em se tratando de tecnologias digitais, isso inclui conhecimento de sistemas operacionais e hardware, bem como a capacidade de usar conjuntos padrão de ferramentas de software, como processadores de texto, planilhas, navegadores e e-mail. O TK inclui conhecimento sobre como instalar e remover dispositivos, instalar e remover programas, criar e arquivar documentos, tende a se concentrar no aprendizado dessas habilidades. A partir das proposições dos autores, percebe-se que a tecnologia está mudando continuamente, a natureza do conhecimento tecnológico também deve mudar ao longo do tempo (MISHRA & KOEHLER, 2006, p. 1027-1028).

O conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) - visto a partir da perspectiva do que especifica o TPACK, refere-se à capacidade de quem ensina conteúdos específicos, em particular a capacidade de interpretar determinados tópicos de diferentes maneiras, adaptando e moldando o tópico de acordo com os contextos, com o objetivo de facilitar o aprendizado. O conhecimento pedagógico do conteúdo aborda a essência dos processos de ensino e aprendizagem, o currículo e as formas de promover o ensino. (MISHRA e KOEHLER, 2009). É um conhecimento localizado em uma área específica e, portanto, tem contornos que se diferenciam entre as áreas de conteúdo (MONSALVE, 2018). É muito mais do que uma simples consideração isolada de conhecimentos. Em suma, “compreende o conhecimento sobre estratégias de ensino para um conteúdo específico, levando em consideração o conhecimento prévio dos alunos, as diretrizes curriculares e o conteúdo a ser trabalhado” (OLIVEIRA, 2017, p. 67).

O conhecimento pedagógico da tecnologia (TPK) - consiste no “conhecimento da existência de componentes, e na capacidade de várias formas de usar tecnologias no ensino e aprendizagem”. Olhando a partir discursos como o de Camargo (2016) e o de Koehler e Mishra (2009), eles salientam que o TPK requer uma compreensão profunda de como os processos de ensino e aprendizagem mudam e se adaptam, dependendo das tecnologias usadas e também de como elas são usadas. Com o TPK, sugere-se a compreensão dos impactos que o uso das tecnologias tem nos processos de ensino e

aprendizagem, na medida em que ambos estão articulados dentro de estratégias pedagógicas (MISHRA e KOEHLER, 2009).

O conhecimento tecnológico do conteúdo (TCK) – de acordo com Koehler e Mishra (2009), Mazon (2012) e Camargo (2016), é a relação entre tecnologia e conteúdo, em que os professores precisam saber não só o conteúdo que lecionam, mas também como os alunos podem aprender determinado conteúdo de forma mais significativa, utilizando tecnologias diferenciadas adequadas a esse conteúdo. Na perspectiva dos autores, a interseção de Tecnologia e Conteúdo questiona o domínio de como a tecnologia influencia e complementa (ou mesmo altera) o conteúdo e vice-versa. Segundo Koehler & Mishra (2009), é necessário que os professores dominem mais do que o conteúdo, eles também devem entender como o conteúdo muda ao longo do tempo, quais são as formas de representá-lo, como as tecnologias disponíveis podem modificá-lo ou alterar sua representações e quais tecnologias são melhores para determinado conteúdo.

O conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo (TPACK) - é muito mais do que apenas esses três componentes: conteúdo, pedagogia e tecnologia. Para ensinar de forma eficaz com tecnologia, os professores devem desenvolver um conceito abrangente do assunto e compreender o que significa ensinar com tecnologia. Nesse sentido, a principal questão no ensino diz respeito a como o professor mobiliza seus saberes para o desenvolvimento de suas práticas. Teóricos como Cibotto e Oliveira (2017), Mazon (2012) e Camargo (2016), a partir da perspectiva teórica de Koehler e Mishra (2009), apontam que o TPACK é a base do ensino eficaz com o uso da tecnologia e requer a representação de diferentes conceitos usando tecnologias e o uso de técnicas de ensino que, com o auxílio das tecnologias, enriquecem as formas de ensino e aprendizagem de um determinado conteúdo. Equilibrar os três domínios do conhecimento também exige compreender o que pode facilitar ou dificultar o aprendizado do aluno e como diversos recursos tecnológicos podem facilitar processos ou até mesmo reduzir dificuldades.

O curso de Formação

O Curso de Formação (CF) decorreu entre os meses de outubro e dezembro de 2020. É importante salientar que as bases para a preparação deste curso foram estabelecidas a partir do objetivo geral deste estudo. Com base na compreensão da temática, passou-se a planejar como o uso pedagógico das tecnologias se desdobraria no

CF, com ações voltadas para a vivência, priorizando práticas pedagógicas com uso da tecnologia para que o Futuro Professor (FP) possa desenvolver o ensino com uso das tecnologias da informação e da comunicação (TIC) e possa realizar atividades diferenciadas em sala de aula. Antes de planejar em detalhes o CF, base deste estudo, procuramos conhecer as necessidades e expectativas dos, alunos do Curso de Pedagogia em relação ao uso pedagógico da tecnologia, o que aconteceu em 2018, na disciplina de Teoria e Fundamentos da Educação Matemática (TPEM) e, em 2019, na disciplina de Didática Geral (DG).

Objetivos e princípios básicos do Curso de Formação foram:

- melhorar as habilidades matemáticas dos futuros professores dos anos iniciais usando as TIC como suporte;
- implementar a estratégia pedagógica dos futuros professores dos anos iniciais - para o conhecimento tecnológico e conhecimento matemático, levando em consideração o currículo dos anos iniciais;
- integrar conhecimento tecnológico com conhecimento do processo de aprendizagem matemática dos futuros professores dos anos iniciais.

A partir deste primeiro objetivo, temos as tecnologias alinhadas com o ensino de Matemática. As tecnologias são artefatos que podem aprimorar as aulas de Matemática e auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, promovendo aprendizagens mais significativas, tornando as aulas mais criativas e dinâmicas e motivando os alunos para a aprendizagem da Matemática.

O segundo objetivo integra materiais e recursos digitais, contribuindo para atendimento às metas do currículo do ensino de Matemática. Oferece a abordagem de estratégias metodológicas de ensino, planejamento de aulas, desenvolvimento de tarefas e uso de tecnologias. Além disso, também incentiva práticas e ideias inovadoras e o uso de novos dispositivos tecnológicos nas aulas de Matemática, que contribuem para aquisição de novos conhecimentos.

O terceiro objetivo incluiu a compreensão matemática, as estratégias de resolução de problemas, as dificuldades de aprendizagem, o potencial de aprendizagem tecnológica do conteúdo matemático e a tecnologia utilizada pelo aluno.

O foco do Curso de Formação foi fornecer ao pesquisador os meios para atingir os objetivos deste estudo. Naturalmente, procurou-se incluir como tema deste estudo a

experiência do uso pedagógico das TIC na formação de futuros professores para ensinar e aprender os conteúdos matemáticos dos anos iniciais.

Assim como na experiência formativa desenvolvida por Cibotto (2018), mesmo olhando para o uso pedagógico das tecnologias numa perspectiva TPACK, decidimos não conversar com os FP sobre qualquer experiência de aprendizagem, incluindo TPACK. Compartilhamos esse ponto de vista porque queríamos saber se o uso pedagógico das TIC no ensino e na aprendizagem da Matemática seria validado no conceito de aluno.

Na sistematização do Curso de Formação, vimos a necessidade de trabalhar os conteúdos matemáticos dos anos iniciais para que os FPs pudessem vivenciar a prática de identificação e aplicação de tecnologias no processo de ensino, também observando que a natureza desta prática será semelhante ao que se faz, mesmo em outra área, diferente da Matemática. O planejamento do Curso de Formação passou por vários momentos, incluindo a seleção e definição dos conteúdos a serem trabalhados, as discussões teóricas sobre o uso pedagógico das tecnologias e o planejamento das atividades matemáticas práticas para os anos iniciais.

Os objetivos dos módulos foram elencados em quatro eixos centrais: currículo, aprendizagem, ensino e tecnologia. Os objetivos das atividades desenvolvidas nos módulos levaram em consideração as experiências iniciais, experiência de formação e aprendizagem e experiências de produção. O pesquisador foi o responsável pelo registro das informações nos módulos e nas atividades, mas os FP também fizeram registros em seus portfólios. Essa ferramenta também contribuiu para a análise da formação.

Considerações finais

Ao reunir os elementos de PK, CK e TK de forma a integrá-los em uma prática de sala, mudamos esses conhecimentos, pois a tecnologia provoca mudanças no conhecimento pedagógico, que, por sua vez, muda o conhecimento do conteúdo, reverberando também em mudanças no conhecimento tecnológico. Juntas, essas transformações levam à formação de um todo que se manifesta na prática do professor em sala de aula (ANDRADE, 2018). O TPACK, como o conhecimento profissional de um professor necessário para integrar efetivamente a tecnologia no ensino e na aprendizagem da Matemática, respondeu ao problema, aos objetivos e às seguintes indagações:

- Que contributos decorrem deste curso relativamente ao conhecimento dos futuros professores sobre recursos tecnológicos adequados ao ensino da Matemática nos anos iniciais?
- Como é que os futuros professores integraram os recursos apresentados no curso na elaboração de propostas de ensino da Matemática?
- Qual o conhecimento que os futuros professores revelam ter desenvolvido relativamente à forma de utilizar pedagogicamente a tecnologia para o ensino de conteúdos matemáticos?

Para responder às seguintes questões de pesquisa, o TPACK foi examinado a partir de quatro componentes cognitivos (NIESS, 2012a; GUTIÉRREZ-FALLAS, 2019): (i) conhecimentos dos futuros professores sobre os objetivos da integração tecnológica no ensino da Matemática nos anos iniciais; (ii) conhecimentos dos futuros professores sobre o currículo e do material curricular que integra a tecnologia à educação Matemática nos anos iniciais; (iii) conhecimentos dos futuros professores sobre aprendizagem baseada em tecnologia; e (iv) conhecimento dos futuros professores dos anos iniciais de estratégias de ensino de Matemática na integração tecnológica.

A primeira parte do TPACK, ligada a questões de investigação, visa a conhecer o conhecimento dos futuros professores sobre os objetivos da integração tecnológica no ensino da Matemática nos anos iniciais, a partir do Curso de Formação. Ao longo da formação, os resultados mostram a diversidade de saberes dos futuros professores sobre a integração das tecnologias na sala de aula no ensino da Matemática. Aqui estão algumas ideias que surgiram das discussões e que foram consideradas predominantes entre os participantes.

A segunda questão vinculada ao TPACK dos futuros professores refere-se ao conhecimento do currículo quando as tecnologias são integradas, no intuito de saber como os futuros professores integraram os recursos disponibilizados no Curso de Formação na elaboração de propostas ao ensino da Matemática. Segundo Shulman (1986), o conhecimento do conteúdo é considerado o conhecimento básico da prática docente. No centro dessa interação está um diálogo entre o conhecimento informacional e o ensino de conteúdos definidos. Os professores esperam compreender a importância de combinar o conhecimento do ensino com o conteúdo e reconhecer que isso não se limita apenas ao conteúdo e ao ensino. Portanto, reflete uma combinação de conteúdo e currículo para compreender certos aspectos do currículo. Eles entendem que o processo visa a capturar

algumas das características-chave do conhecimento do professor, necessárias para incorporar a tecnologia ao ensino, levando em consideração aspectos locais, complexos e multifacetados do conhecimento (MISHRA; KOEHLER, 2006; KOEHLER; MISHRA, 2008).

Este terceiro tópico, visto a partir dos componentes do TPACK, refere-se ao conhecimento sobre a aprendizagem dos alunos quando se integra à tecnologia, de modo que se pretende identificar: qual o conhecimento que os futuros professores revelam ter desenvolvido relativamente à forma de utilizar pedagogicamente a tecnologia para o ensino de conteúdos matemáticos?

Os futuros professores viram o Curso de Formação como uma oportunidade de ganhar experiência e aplicar a tecnologia ao ensino e à Matemática. Segundo eles, esse espaço permitiu a esses futuros professores refletir sobre suas experiências de aprendizagem, e nesse ponto concordamos com Donald Schön (2000 *apud* NEVES; BITTAR, 2017), ao afirmar que a reflexão é importante na prática do professor, a partir de situações inesperadas que ele encontra durante a ação, e que o conhecimento espontâneo apresentado para enfrentar o imprevisto não é suficiente para resolver o que você está enfrentando e que causou alienação .

Combinar tecnologia e conteúdo, em sala de aula, é um processo contínuo que leva tempo, pois não ocorre imediatamente nem de forma linear. Os professores devem compreender a existência de tecnologias educacionais, reconhecer as diferenças e compreender quais e como essas tecnologias podem ser utilizadas em conteúdos específicos e diversos. Os futuros professores entendem que a integração da tecnologia na educação deve ser vivenciada, podendo criar uma atitude positiva ou negativa a depender da relação pedagógica que se estabelece com essas ferramentas. Nesse viés, Sampaio e Coutinho (2014) salientam que ao aceitar as tecnologias, os professores irão preparar atividades com elas e aplicar aos seus alunos. Ao longo do tempo, esses professores vão realizando diferentes experimentos, avaliando suas decisões e os resultados obtidos e, com isso, aprimorando essa integração ativa da tecnologia no processo de aprendizagem. Compreendo que compartilhar experiências é uma forma de promover novas metodologias de ensino e, portanto, a integração efetiva da tecnologia em sala de aula, com a participação ativa dos alunos.

Os futuros professores salientam para a importância de levar em consideração o conhecimento do aluno, no momento de implementação de práticas educacionais com

tecnologias. Nesse sentido, Palis (2010) fornece evidências de que o uso da tecnologia pode enriquecer a compreensão da Matemática pelos alunos. No entanto, esses resultados são altamente dependentes de como essas tecnologias são usadas com os alunos, e nesse processo o professor tem papel fundamental. Zbiek e Hollebrands (2008), citando Wilson (2008), mencionam que é o professor que distingue entre o sucesso e o fracasso da integração tecnológica, e é a formação docente que precisa conectar os professores às novas tecnologias, pesquisas, planos de estudos e políticas educacionais relacionadas (PALIS, 2010).

À guisa de conclusão, pontua-se que o modelo TPACK, proposto neste trabalho, além de proporcionar uma nova perspectiva de conhecimento aos futuros professores de Matemática dos anos iniciais, tem se mostrado um artefato eficaz para o desenvolvimento do conhecimento matemático de seus futuros alunos, com possibilidade de preenchimento nas lacunas que existem na aprendizagem da Matemática com a tecnologia".

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. J. P. de. **Desenvolvimento e avaliação de um modelo de formação em blended learning baseado na Teoria da Flexibilidade Cognitiva (TFC) para o desenvolvimento do TPACK na formação inicial de professores.** 2018. 457 f. Tese (Doutorado) – Curso de Pós-Graduação em Ciências de Educação Especialidade em Tecnologia Educativa, Universidade do Minho, Minho, 2018.

BALL, D., THAMES, M., & PHELPS, G. **Content knowledge for teaching: what makes it special?** Journal of Teacher Education, 59(5), 389-407, 2008.

BITTAR, M. Unijuí: **expressão do segmento comunitário.** A universidade no Brasil: concepções e modelos. Brasília: Inep, 2006, p. 277-293.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular - BNCC.** Educação é a base. Brasília, DF: MEC/CONSED/UNDIME, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 24 fev. 2020.

CABERO ALMENARA, J. (Dir.) (2014). **Formação de professores em TIC: modelo TPACK.** Editado pela Secretaria de Recursos Audiovisuais e Novas Tecnologias da Universidade de Sevilha, 166 pp, 2014.

CAMARGO, G. **Como o TPACK pode me ajudar a utilizar a tecnologia em sala de aula. Objeto de aprendizagem.** Publicado em 16 nov. de 2016. Disponível em: <http://objetosdeaprendizagem.com.br/como-o-tpack-pode-me-ajudar-a-utilizar-a-tecnologia-na-sala-de-aula/>. Acesso em: 20 de mai de 2021.

CARRIJO, D. R.; LUNDY, M. E.; LINQUIST, B. A. **Rice yields and water use under alternate wetting and drying irrigation:** A meta-analysis. Field Crops Research, v. 203, p. 173- 180, mar. 2017.

CIBOTTO, R. A. G. **O uso pedagógico das Tecnologias da Informação e Comunicação na formação de professores: uma experiência na Licenciatura em Matemática.** 2015. 273 f. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, UFSCar, São Carlos, 2015.

CIBOTTO, R. A. G.; OLIVEIRA, R. M. M. A. **O conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo (TPACK) na formação inicial do professor de matemática.** In: ENCONTRO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 8, 2013, Campo Mourão. Anais... Campo Mourão: UEPR, 2013.

CUNHA, M. I. **Pressupostos do desenvolvimento profissional docente e o assessoramento pedagógico na universidade em exame.** In: CUNHA, M. I. (Org.). Estratégias institucionais para o desenvolvimento profissional docente e as assessorias pedagógicas universitárias: memórias, experiências, desafios e possibilidades. Araraquara: Junqueira&Martins, 2014.

GATTI, B. A. **“Nossas faculdades não sabem formar professores”.** Entrevista concedida a Flávia Yuri Oshima. **Revista Época**, São Paulo, 11 nov. 2016, atualizada em 9 jun. 2017. Disponível em: <https://epoca.oglobo.globo.com/educacao/noticia/2016/11/bernardete-gattinossas-faculdades-nao-sabem-formar-professores.html>. Acesso em: 5 maio 2021.

GIDDENS, Anthony. **Transformações da Intimidade: Sexualidade, Amor e Erotismo nas Sociedades Modernas;** São Paulo: UNESP, 1993.

GROSSMAN, P. (1990). **The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education.** New York: Teachers College Press. 1990

GUTIÉRREZ-FALLAS, L. F. **O conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo (Technological Pedagogical Content Knowledge – TPACK) na formação inicial de professores de Matemática do 3º ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário.** 2019. 365 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/39751>. Acesso em: 13 dez. 2021.

HUBERMAN, M. **O ciclo de vida profissional dos professores.** in: nóvoa, A. (Org.). Vidas de professores. 2. ed. Porto: Porto, 2000. p.31-61.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação.** Campinas, SP: Papirus, 2007.

LÓPEZ BELLO, S. E. **Dos jogos de verdade ao bom professor de matemática: caminhos possíveis para uma constituição moral do docente matemático.** Actas del VII CIBEM. Montevideo, Uruguay, 2013.

MASETTO, Marcos T. **O Professor na Hora da Verdade.** São Paulo: Avercamp, 2010.

MAZON, M. J. S. (2012). **TPACK (Conhecimento Pedagógico de Conteúdo Tecnológico): relação com as diferentes gerações de professores de Matemática.** Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, SP, Brasil. Recuperado em 01 março, 2017, de <http://www.athena.biblioteca.unesp.br/exlibris/>

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological Pedagogical Content Knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, [S. l.], v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006.

MIZUKAMI, M. G. N. Aprendizagem da docência: algumas contribuições de L. S. Shulman. **Educação**, Santa Maria, RS, v. 29, n. 2, p. 33-49, 2004

MONSALVE, R.D.L. **Aplicação do modelo TPACK (Conhecimento Tecnológico, Pedagógico e de Conteúdo) para fortalecer o raciocínio lógico nos processos de ensino de matemática na**

décima primeira série do Colégio Nelson Mandela - Bogotá DC. Dissertação de mestrado apresentada ao Mestrado em Projetos Educacionais Mediados pela TIC. CHÍA, 2018.

NAKASHIMA, Rosária H. Ruiz; PICONEZ, Stela. **Dialogia do Conhecimento Pedagógico dos Recursos Tecnológicos e Demais Saberes Docentes.** *In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA*, 22. , 2016, Uberlândia. **Anais [...]**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2016 . p. 639-648. DOI: <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2016.639>

NISS, M. L. **Teacher knowledge for teaching with technology: A TPACK lens.** *In R. N. Ronau, C. R. Rakes, & M. L. Niess (Eds), Educational technology, teacher knowledge, and classroom impact: A research handbook on frameworks and approaches (pp. 1-15, 2012b).* Hershey, PA: IGI Global.

PALIS, Gilda de la Rocque. **O conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo do professor de Matemática.** Educação matemática em pesquisa. São Paulo, v.12, n. 3, 2010

PERRENOUD, Philippe. et al. **Formando professores profissionais: quais estratégias? Quais competências?** 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.

PINHEIRO, R. C. **Conceitos e modelos de letramento digital: o que escolas de ensino fundamental adotam?** Linguagem em (Dis)curso–LemD, Tubarão, SC, v. 18, n. 3, p. 603-622, set./dez. 2018. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/Linguagem_Discurso/article/view/7059/4114. Acesso em: 05 maio 2020.

PONTE, J. P. & CHAPMAN, O. (2006). **Mathematics teachers' knowledge and practices.** In A. GUTIERREZ & P. Boero (Eds.), Handbook of research on the psychology of mathematics education: Past, present and future (pp. 461-494), 2006. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.

SAMPAIO, P. A. S. R.; COUTINHO, C. P. Ensinar com tecnologia, pedagogia e conteúdo. **Revista Paidéi@**, [S.l.], v. 5, n. 8, 2013. Disponível em: <https://periodicos.unimesvirtual.com.br/index.php/paideia/article/view/304>. Acesso em: 09 dez. 2013.

SANTOS, R. P. C. **A integração das TIC no ensino de Matemática do 1.º CEB – distrito de Aveiro.** 2015. 113 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Educação da Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2015. Disponível em: <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/16348/1/Tese.pdf>. Acesso em: 10 maio 2019.

SANTOS, J. F. **Conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo na prática docente no ensino de ciências biológicas: potencialidades e competências.** Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Licenciatura em Biologia, apresentado ao Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; Cruz das Almas.

SCHINCARIOL, L. M. The types, sources, and perceived relevance of knowledge acquisition, and the enacted effects when teaching unfamiliar and familiar physical education content 2002. 287 f. Tese (Doctor of Philosophy in the Graduate School) - Department of Philosophy, The Ohio State University, Columbus, 2002.

SCHÖN, Donald. A. **Educando o professor reflexivo.** São Paulo: Artmed, 2000.

SHULMAN, Lee S. **Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. Educational Researcher.** v.15, n.2. fev. 1986, pp.4-14.

SIEDENTOP, D. **Content knowledge for Physical Education.** Journal of Teaching in Physical Education, v. 21, n. 4, p. 368-377, 2002a.

SILVA, E. M. **A utilização do livro didático de geografia como uma abordagem de caráter regional.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual da Paraíba, Guarabira, 2019

ZBIEK, R.M. & HOLLEBRANDS, K. **A research informed view of the process of incorporating mathematics technology into classroom practice by in-service and prospective teachers.** In M.K. Heid and G.W. Blume (Ed.s). Research on Technology and the Teaching and Learning of Mathematics: Volume I Research Synthesis, (pg. 287- 344), 2008. National Council of Teachers of Mathematics and Information Age Publishing, Reston, VA

Recebido em: 15/03/2022

Aprovado em: 21/04/2022

Publicado em: 25/04/2022