



TPACK: formação inicial do professor de matemática

Rosefran Adriano Gonçalves **Cibotto**

UNESPAR – Universidade Estadual do Paraná / Campus de Campo Mourão

Brasil

rosefran@gmail.com

Rosa Maria Moraes **Anunciato de Oliveira**

UFSCar – Universidade Federal de São Carlos

Brasil

rosa@ufscar.br

Resumo

A utilização pedagógica das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) contribui potencializando e motivando o ensino de matemática e deve constituir a formação inicial e contínua dos professores. Este estudo tem como objetivo avaliar os resultados, em termos da aprendizagem dos alunos participantes, de uma intervenção pedagógica, numa disciplina de um curso de licenciatura em matemática, envolvendo a seleção e uso de tecnologias para utilização como instrumento didático em sua atuação na Educação Básica. O referencial teórico adotado é o Conhecimento Pedagógico e Tecnológico do Conteúdo – TPACK, que se originou da Base de Conhecimento de Lee Shulman, em especial do Conhecimento Pedagógico de Conteúdo. A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas. Os resultados indicam potencialidades no uso das tecnologias e apontam a necessidade da vivência dos licenciandos no uso das TIC para que estes se sintam à vontade em utilizá-las pedagogicamente ao longo de suas carreiras.

Palavras-chave: tecnologia, TPACK, matemática, didática, pedagogia, formação.

Introdução

No atual sistema de ensino brasileiro são diversas as questões relativas à utilização pedagógica das tecnologias. Algumas passam por amplos e complexos temas como a tendência da mudança da transmissão de instruções realizadas puramente em quadro e giz para uma realidade envolvendo a construção do conhecimento com a contribuição da utilização de

tecnologias digitais como mediadoras deste processo. Consideramos, nesta conjuntura, que o futuro professor carece vivenciar em seu processo formativo o uso pedagógico das tecnologias para ter a possibilidade de incorporá-las em suas aulas. Para esta incorporação das tecnologias no ambiente escolar diversos são os desafios, pois a simples informatização do ambiente escolar não garante benefícios ao processo de ensino e aprendizagem.

Este estudo parte do princípio que a utilização pedagógica das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) contribui potencializando, facilitando e motivando o ensino de matemática e deve fazer parte da formação inicial e contínua dos professores¹. Tem como objetivo principal avaliar os resultados, em termos da aprendizagem dos alunos participantes, de uma intervenção pedagógica, desenhada com base no TPACK, numa disciplina de um curso de licenciatura em matemática.

O referencial teórico adotado se constituiu do uso pedagógico das TIC na formação inicial do professor de matemática. Consideramos as bases de conhecimento de Lee Shulman (1986; 1987) e o *framework*² TPACK (*Tecnological Pedagogical Content Knowledge* ou Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo) de Koehler & Mishra (2005; 2008). Os dados analisados foram produzidos pelos participantes de uma intervenção pedagógica, ao longo do último ano de seu curso de licenciatura em matemática, na qual tiveram a oportunidade de selecionar ferramentas digitais, planejar detalhadamente e reger aulas específicas para o laboratório de informática. Neste estudo, analisamos o processo de seleção e uso pedagógico de ferramentas digitais. Assim, o presente trabalho apresenta a metodologia que utilizamos para a realização desta intervenção pedagógica e seus resultados que contemplam a perspectiva dos licenciandos com relação a seus aprendizados. Os dados foram analisados sob a perspectiva da base de conhecimento de Shulman e do *framework* TPACK.

A seguir apresentaremos como foi realizada a intervenção pedagógica e uma síntese do Conhecimento Pedagógico e Tecnológico do Conteúdo (TPACK). Por fim, mostramos os resultados da intervenção, analisados sob as lentes do TPACK.

A intervenção pedagógica

Realizamos uma intervenção pedagógica em uma instituição pública de ensino superior brasileira. Foram contemplados diversos momentos, incluindo a definição pelos alunos do conteúdo a ser trabalhado, o debate teórico a respeito do uso pedagógico de laboratórios de informática nas escolas, a seleção de tecnologias a serem utilizadas, o planejamento de aulas e microaulas³ práticas.

Inicialmente, propusemos uma discussão sobre qual conteúdo matemático do ensino médio seria escolhido para nortear as discussões sobre a utilização da tecnologia. A turma optou pelo

¹ Este trabalho é um recorte da pesquisa de doutorado do primeiro autor e tem apoio da UNESPAR - Campus de Campo Mourão, da UFSCar e da Fundação Araucária.

² Entendemos por *framework* um conjunto de conceitos relacionados, que explicam um determinado fenômeno. Neste caso a inter-relação entre os conhecimentos de tecnologia, de pedagogia e de conteúdo e as relações transacionais entre esses componentes. Uma possível tradução para a expressão seria “quadro teórico”, no entanto manteremos o termo em inglês por julgar que sua tradução não possui um sentido mais amplo que o original.

³ Microaulas é o termo utilizado na instituição para designar aulas práticas ministradas pelos licenciandos à sua própria turma de estudantes, com horário reduzido, sob a supervisão de um professor.

conteúdo de funções quadráticas. Os alunos foram agrupados em duplas e encarregados de planejar em detalhes como iriam trabalhar o conteúdo de funções quadráticas com o uso pedagógico de ferramentas TIC. Realizamos discussões teóricas com base em artigos científicos com temas relacionados ao uso pedagógico do laboratório de informática para o ensino de matemática.

Em seguida, iniciamos o processo para seleção de quais tecnologias seriam utilizadas. Para isto, os alunos desenvolveram uma pesquisa aberta, porém não exaustiva na internet, buscando mídias envolvendo sites, softwares e vídeos que pudessem ser usados pedagogicamente para o ensino e aprendizagem daquelas funções. Os graduandos obtiveram uma quantidade significativa de resultados apresentando seis sites, dezesseis softwares e sete vídeos.

Para saber quais destas tecnologias eles realmente poderiam utilizar, solicitamos uma pesquisa bibliográfica por meio de um levantamento de documentos oficiais das esferas federal, estadual ou municipal para terem acesso aos editais referentes à infraestrutura existente nos laboratórios de informática das escolas públicas. Em paralelo, observaram as estruturas físicas dos laboratórios de informática de algumas escolas públicas. Isto permitiu a estes futuros professores compreender quais equipamentos existem nos laboratórios das escolas públicas e o que pode ser instalado nos computadores.

A partir desta compreensão sobre quais equipamentos e softwares existentes, ou que poderiam ser instalados nas escolas públicas brasileiras, foi iniciado o processo de seleção de TIC, que consistiu em criar um filtro para determinar quais das tecnologias encontradas, na pesquisa inicial, seriam as mais viáveis para a prática na escola. Para a construção deste filtro, consideramos o resultado da análise documental como sendo um critério técnico. Este critério contemplou a compatibilidade das TIC com o sistema operacional Linux, idiomas e tipo de licença para uso. Outro critério utilizado foi não-técnico, que consistiu na opinião dos licenciandos ao trabalhar com aquela determinada tecnologia, no sentido de considerarem-na útil ou não, seus prós e contras, porque usariam ou não e o que o futuro professor achou de trabalhar com aquela tecnologia. Ponderou-se suas percepções sobre a facilidade de uso e de seu aluno aprender a usar a ferramenta, sua utilidade para o ensino e aprendizagem daquele conteúdo, as limitações pedagógicas, observadas pelo uso na prática de todas as vinte e nove mídias encontradas anteriormente. O objetivo foi classificar as tecnologias com relação às que seriam propícias ou não para o ensino de funções quadráticas, de modo a eliminar as que não satisfizessem os critérios.

Realizamos discussões a respeito de que tipo de vídeo seria pertinente para a utilização em sala de aula ou laboratório de informática, uma vez que existem uma infinidade de vídeos disponíveis na grande rede. Muitos destes podem ser acessados pelo *YouTube* e diversos outros estão disponíveis em páginas *web* voltadas à educação. Neste contexto, o Participante 5 observou: *“esta discussão é muito interessante, pois quando falamos de vídeos, podemos utilizá-los em qualquer contexto para qualquer conteúdo”*.

O Participante 2 complementou que: *“não conhecia este vídeo, tinha visto apenas aulas envolvendo a resolução de exercícios, normalmente de vestibular. Achei muito interessante”*, referindo-se a um dos vídeos pesquisados.

Com relação aos softwares, foram analisados pelos licenciandos os seguintes: AlgoSim, Archim, Casyopée, Crispy Plotter, Function Grapher, GeoGebra, Gnuplot, Grapes, Graph, Graphmatica, KAlgebra, KmPlot, MathGV, NPlot, Parabolas e Winplot. Para isto, eles

executaram cada programa e verificaram as possibilidades de uso pedagógico para o ensino e aprendizagem de funções quadráticas propiciadas por cada software. Por fim, houve ampla discussão dos softwares, embasada nas análises feitas por cada dupla. Os alunos argumentaram sobre o porquê selecionar ou não cada programa e chegaram à conclusão, ainda parcial, sobre usar o GeoGebra, Graph e Winplot e descartar o uso dos demais.

Neste ponto, houve um questionamento sobre trabalharem com três softwares distintos que, em geral, atenderam aos recursos e características esperadas para o ensino de tais funções, pois teriam que aprender e dominar as três ferramentas. Diante disto, o Participante 7 colocou a seguinte questão: *o que os softwares Graph e WinPlot possuem de recursos que justifiquem seu uso. Isto é, o que eles fazem que não é possível fazer no GeoGebra?* Realizamos em seguida uma densa discussão com o intuito de responder à questão proposta pelo aluno, com argumentação dos participantes focadas neste momento nestes três softwares. Com isto, abrimos a possibilidade de reduzir a lista de três softwares para apenas um ou dois. Por fim, após debaterem e defenderem seus argumentos, os participantes chegaram ao consenso de utilizar apenas o GeoGebra. No geral, eles não encontraram funcionalidades substanciais nos demais softwares, que o GeoGebra não possui e que seja viável investirem em seu aprendizado. Contudo, admitem que existam alguns recursos pontuais que são oferecidos apenas pelos demais softwares.

Após os participantes vivenciarem pelo uso, as dificuldades, limitações e possibilidades de todas as mídias encontradas na primeira fase, realizarem diversos debates, refletirem sobre os prós e contras de cada tecnologia estudada, consideraram serem úteis para o ensino e aprendizagem de funções quadráticas, além do GeoGebra, os sites *Comportamento das funções*, *Graph.tk* e *WolframAlpha*. Contudo, estes, por serem sites possuem necessidade de acesso simultâneo à internet por todos os alunos. Outro fator relacionado a estes sites é que possuem menos recursos que os existentes em diversos softwares. Com relação aos vídeos, nenhum dos encontrados na pesquisa inicial seria utilizado.

A segunda etapa da intervenção pedagógica consistiu da realização de planejamento e execução de microaulas com o uso pedagógico de tecnologias para o ensino e aprendizagens de funções quadráticas.

Dividimos a sala em duplas para orientá-las sobre como deveriam realizar o planejamento pedagógico e a elaboração das microaulas; o pesquisador disponibilizou um roteiro indicando o que deveria ser contemplado e de que maneira isto poderia ser feito. Esta orientação consistiu em solicitar às duplas a efetuarem uma descrição das atividades propostas, a serem realizadas no laboratório de informática da escola, e como a dupla abordará a solução e explicação da mesma. Nela, incitamos aos participantes a descreverem passo a passo como seria a aula, inclusive as explicações e as telas das tecnologias utilizadas, a cada momento da aula, com a devida evolução temporal das atividades. Nosso objetivo com este planejamento detalhado foi propiciar aos participantes visualizar a aula, desenvolver a atividade previamente, compreender o conteúdo e como utilizar a tecnologia pedagogicamente para o ensino daquele assunto. Como também, proporcionar aos acadêmicos condições para que, ao chegarem em sala, apliquem aquela microaula, vivenciando na prática como organizar e trabalhar com uma aula em laboratório de informática, utilizando pedagogicamente a TIC para o ensino de um conteúdo.

Em um primeiro momento, o professor pesquisador colocou-se à disposição para dirimir dúvidas e esclarecer como se elabora o planejamento destas aulas. Em um segundo momento, com o intuito de verificar a abrangência do planejamento, conferimos se houve erros e

propusemos as devidas correções, modificações ou aprimoramentos. Após a realização das correções, constatamos alguns problemas na elaboração, os quais foram corrigidos.

Infelizmente nosso tempo para as duplas ministrar as microaulas era escasso devido a limitações impostas pela carga horária da disciplina. Portanto, em termos de planejamento, as duplas realizaram-no sobre funções quadráticas, procurando explorar conceitos e aplicações. No entanto, na microaula deveriam trabalhar apenas com uma parte. Como a sala foi dividida em seis duplas, duas abordaram os coeficientes e o gráfico das funções. As demais se encarregaram de trabalhar com aplicações, possibilitando a elas, trazerem atividades multidisciplinares.

Após concluírem o planejamento, as duplas realizaram duas microaulas por dia, cada qual com uma hora de duração. Elas foram efetuadas em um laboratório de informática da universidade, para que os alunos pudessem vivenciar a realidade de lecionar neste ambiente, mesmo convictos, que a realidade seria distinta da prática na escola, com turmas da Educação Básica, quando comparadas com essas aulas, ministradas à turma de formandos no ensino superior, devido, dentre outros aspectos, ao conhecimento e maturidade da classe.

Nestas diversas aulas, o software contribuiu para um entendimento dos conteúdos abordados de maneira distinta à utilizada com tecnologias tradicionais como lápis e papel. Prezamos pelo uso do software para que os alunos possam aproveitar em algum grau o dinamismo por ele oferecido, alterando valores ou parâmetros e observando os resultados. No encerramento de cada aula demonstramos nossas impressões sobre a mesma, evidenciando os acertos e falhas para que toda a turma pudesse perceber os problemas e cuidar para que não ocorram novamente.

Deste modo, toda a turma participou ministrando as respectivas microaulas e assistindo as dos colegas. Perceberam, por meio destas aulas, maneiras ora mais, ora menos dinâmicas do uso da tecnologia. Os exemplos utilizados foram replicados pela turma, que acompanhou o desenvolvimento das atividades em seus computadores, no laboratório de informática. Ficaram com cópia dos arquivos utilizados para, em caso de interesse, resgatarem e aperfeiçoarem esses exercícios para utilizarem-nos em sala de aula quando sentirem necessidade.

Conhecimento pedagógico e tecnológico do conteúdo (TPACK)

Nesta seção, apresentaremos brevemente o Conhecimento Pedagógico e Tecnológico do Conteúdo – TPACK. Ele originou-se da Base de Conhecimento de Lee Shulman. Apoiado, em especial, no Conhecimento Pedagógico de Conteúdo, ou na literatura internacional, PCK - *Pedagogical Content Knowledge* (Shulman, 1986, 1987). Como expresso por Shulman (1987) esta Base de Conhecimento envolve diversos tipos de conhecimentos. Porém o autor destaca que o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo é a categoria mais importante, pois a interseção de conteúdo e pedagogia é, segundo ele, a chave para o professor transformar o conhecimento do conteúdo que ele possui em formas pedagogicamente adaptadas às capacidades de aprendizagem apresentados por seus alunos.

O conceito do TPACK surgiu em uma articulação inicial elaborada por Pierson (2001), no entanto apenas em 2005 ganhou maior destaque, principalmente pela publicação de Koehler & Mishra (2005). Os autores utilizaram a concepção da Base de Conhecimento de Shulman (1986; 1987), especificamente do Conhecimento Pedagógico de Conteúdo no qual foi explicitamente integrado o componente de Conhecimento Tecnológico. O *framework* TPACK é constituído de três conhecimentos fundamentais: Conhecimento do Conteúdo (CK – *Content Knowledge*),

Conhecimento Pedagógico (PK – *Pedagogical Knowledge*) e Conhecimento Tecnológico (TK – *Technological Knowledge*). De acordo com o modelo, a combinação destes três tipos fundamentais de conhecimento resulta em outros quatro tipos de conhecimento: o Conhecimento Pedagógico de Conteúdo (PCK – *Pedagogical Content Knowledge*), o Conhecimento Pedagógico da Tecnologia (TPK – *Technological Pedagogical Knowledge*), o Conhecimento Tecnológico de Conteúdo (TCK – *Technological Content Knowledge*) e, pela interseção de todos, o Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (TPACK – *Technological Pedagogical Content Knowledge*). O conhecimento do contexto, também faz parte do modelo (Graham, 2011, Mishra & Koehler, 2006, Koehler & Mishra, 2008). Assim, o *framework* TPACK enfatiza as conexões existentes entre tecnologias, abordagens pedagógicas específicas e conteúdos curriculares, conceituando como esta tríade pode interagir uns com os outros para produzir o ensino baseado em tecnologias educacionais (Harris, Mishra & Koehler, 2009).

Explanaremos brevemente a seguir os conhecimentos que formam a base do TPACK.

Conhecimento do conteúdo (CK): “é o conhecimento sobre o assunto a ser ensinado ou aprendido” (Mishra & Koehler, 2006, p. 1026, tradução nossa). Shulman (1986) já havia indicado que nele está incluído o conhecimento de conceitos utilizados na disciplina.

Conhecimento Pedagógico (PK): é um conhecimento genérico originado de diferentes campos como Pedagogia, Didática e Currículo, que se aplica ao aprendizado do aluno. Mishra & Koehler (2006) efetuam assim sua definição “é um profundo conhecimento sobre os processos, práticas e métodos de ensino e aprendizagem e como se envolvem, entre outras coisas, em geral propósitos educacionais, valores e objetivos” (p. 1026).

Conhecimento Tecnológico (TK): Mishra & Koehler (2006) o definem como “conhecimento sobre as tecnologias padrão, como livros, giz e quadro-negro, e tecnologias mais avançadas, como a Internet e vídeo digital. Isto envolve as habilidades necessárias para operar determinadas tecnologias” (p. 1027, tradução nossa). Assim, este conhecimento engloba a utilização de computadores, hardwares periféricos, softwares, vídeos, dentre outros.

Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK): é a denominação dada à interseção e interação da pedagogia com o conhecimento do conteúdo, compatível com o conceito de Shulman (1986) de que o ensino de um conteúdo abrange as formas mais úteis de representação de ideias de uma área específica, os tópicos regularmente ensinados de um determinado assunto, as analogias e ilustrações mais adequadas e a avaliação do aprendizado. Conforme exposto por Mishra & Koehler (2006) “este conhecimento inclui saber quais abordagens de ensino se adequam ao conteúdo, e da mesma forma, sabendo como elementos do conteúdo podem ser organizados para um melhor ensino” (p. 1027, tradução nossa).

Conhecimento Pedagógico da Tecnologia (TPK): é a compreensão de como utilizar determinadas tecnologias para o ensino e aprendizagem, integrando a tecnologia com estratégias pedagógicas gerais. De acordo com Mishra & Koehler (2006), “é o conhecimento da existência de diversos componentes e recursos tecnológicos e, como eles podem ser utilizados no cenário de ensino e aprendizagem” (p. 1028, tradução nossa). Assim, o TPK refere-se à capacidade de utilizar criticamente os recursos tecnológicos em um contexto pedagógico.

Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK): inclui a compreensão da maneira em que a tecnologia e o conteúdo influenciam e restringem um ao outro. Mishra & Koehler (2006) o definem como sendo o conhecimento de como utilizar a tecnologia para o ensino do conteúdo e

“os professores necessitam conhecer não apenas a matéria que eles ensinam, mas também alterar a maneira que o assunto pode ser ensinado por meio da aplicação de tecnologia” (p. 1028, tradução nossa).

Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (TPACK): este não é igual ao conhecimento de seus componentes individuais e suas interseções, pois vai além das múltiplas interações de suas três esferas de conhecimentos. O TPACK engloba o ensino de conteúdos curriculares utilizando técnicas pedagógicas, métodos ou estratégias de ensino, que utilizam adequadamente tecnologias para ensinar o conteúdo de forma diferenciada de acordo com as necessidades de aprendizagem dos alunos. Mishra & Koehler (2006) defendem que o TPACK “precisa considerar todas as três questões não isoladamente, mas dentro das complexas relações no sistema definido pelos três elementos-chave” (p. 1029, tradução nossa). De acordo com a proposta de Mishra & Koehler (2006), o TPACK representa a utilização da tecnologia para apoiar estratégias pedagógicas específicas e construtivas para ensinar o conteúdo.

Destacamos que estes conhecimentos são influenciados por fatores contextuais, como a cultura, status socioeconômico dos alunos e estruturas organizacionais da escola (Harris & Hofer, 2011, Cibotto & Oliveira, 2012). Neste sentido, os pesquisadores Cibotto & Oliveira (2012) destacam “o contexto brasileiro no qual nem toda juventude possui acesso a uma tecnologia de qualidade e muitos dos quais possuem esta possibilidade, utilizam as tecnologias digitais em diversos contextos cotidianos, mas não o fazem da mesma maneira no interior das salas de aula” (p. 10). Conforme o exposto fica evidente a relevância de considerar os fatores contextuais abordados pelo *framework* TPACK de Koehler & Mishra (2008).

Resultados da intervenção pedagógica analisadas sob as lentes do TPACK

A coleta dos dados utilizados como base para esta seção foi realizada por meio das transcrições de entrevistas semiestruturadas a respeito de quais aprendizados os participantes obtiveram relacionados ao uso pedagógico da tecnologia durante a realização da intervenção pedagógica. Identificaremos as falas dos participantes pelo acrônimo “P” seguido de seu número (1 a 12). O segundo número, após o ponto, indica a sequência de extração daquele excerto na entrevista. A análise qualitativa foi organizada de modo a salientar aspectos da aprendizagem dos participantes com relação à seleção de tecnologias e às microaulas. A seguir, tomando como base algumas das unidades de significado apresentamos a análise efetuada sob as lentes do TPACK, que investiga e identifica conhecimentos construídos pelos licenciandos sobre a seleção de tecnologias e de seu uso pedagógico.

Aprendizagens ao selecionar TIC para uso pedagógico no ensino de funções quadráticas

Apresentamos a seguir a análise e resultados das falas extraídas das entrevistas com os participantes da intervenção pedagógica, na qual destacamos os conhecimentos adquiridos pelos mesmos, na perspectiva do *framework* TPACK, durante o processo realizado para a seleção de sites, vídeos e softwares para o uso pedagógico destas tecnologias no ensino e aprendizagem de conteúdos relacionados a funções quadráticas.

No excerto “*eu acho que foi útil, porque pegamos os documentos, e eu não tinha ideia do que poderia utilizar em sala de aula e o tanto de software que foi encontrado, sites e vídeos. Foi bem diferente pra mim*” (E2.1) a Participante 2 considerou que o processo de seleção de tecnologias, utilizado na intervenção, trouxe contribuições para sua formação, pois propiciou acesso a documentos com informações a respeito de infraestrutura de laboratórios de informática nas escolas públicas, às quais não possuía conhecimento. O resultado da pesquisa inicial culminou

em vários softwares, vídeos e sites, em que diversos foram novidade em seu rol de conhecimento.

No extrato “*O processo foi interessante, principalmente para saber que tipo de computador e que tipo de software tem disponíveis nas escolas públicas e particulares, principalmente o que você vai poder trabalhar como professor*” (E8.1) a Participante 8 esboça que considerou o processo de seleção proveitoso para saber que tipo de infraestrutura está disponível nas várias escolas para o trabalho com tecnologias nos laboratórios de informática, informando que aprendeu sobre quais computadores e softwares estão disponíveis nas escolas.

Na fala “*Por exemplo, para trabalhar com matrizes... Qual programa eu vou utilizar? Não sei! Então teria que fazer um levantamento primeiro para saber quais programas dariam conta de resolver o problema*” (E4.7), a participante 4 exemplifica outro conteúdo para o qual faria um levantamento semelhante, com o intuito de encontrar um software para trabalhar com aquele assunto.

O Participante 5 elucida em “*o que eu gostei mesmo foi a parte de experimentar o software, essa parte de utilizar e ver os detalhes de cada um dos softwares. A maneira como foi feita, eu acredito que foi boa, não vejo como fazer diferente, realmente tentou abranger tudo a respeito da escolha de um software para o ensino de funções quadráticas*” (E5.1), ter gostado de realizar a experimentação dos softwares, vivenciando a potencialidade e fragilidade de cada um deles, no que tange seu uso pedagógico para o conteúdo de funções quadráticas. Cabe salientar que alguns dos softwares possuem diversos recursos focados a conteúdos distintos ou, a níveis de escolaridade diferenciados dos que propomos inicialmente, a partir da definição do conteúdo de funções quadráticas. Limitamo-nos a explorar as funcionalidades para este assunto, voltado ao ensino médio e desconsiderando outras possibilidades naquele momento.

Nestes três excertos, diferentes participantes da intervenção pedagógica apresentaram indícios de terem construído o Conhecimento Tecnológico (TK) durante o processo de seleção de TIC. Nos três casos iniciais os licenciandos ressaltam terem adquirido conhecimento a respeito de quais tecnologias são possíveis de serem utilizadas nas escolas públicas brasileiras. Na fala anterior (E5.1), o participante salientou que seus maiores aprendizados ocorreram durante a vivência ao degustarem cada software verificando seus limites e possibilidades para o uso pedagógico no ensino e aprendizagem de conteúdos relacionados ao tema escolhido.

Em “*foi útil para meu aprendizado [...]. Foi importante fazer a pesquisa para vermos o que tinha a respeito [...]. Como não trabalho na escola e nem leciono ainda, é importante fazer essa pesquisa, porque assim quando nós formos para a escola tem que saber qual é o programa que o governo oferece, o que pode ter e o que que pode ser instalado. Nessa parte foi importante*” (E10.1), o processo de seleção de software contribuiu para o aprendizado da Participante 10, que explica ter sido por meio da pesquisa que ela soube quais tecnologias podem ser utilizadas pedagogicamente na escola para o ensino de funções quadráticas.

“*Até então eu tinha pouco contato com esses softwares e esses sites, foi um conhecimento, apesar de achar difícil de mexer nos programas, principalmente os que estavam em inglês ou outro idioma, mas foi bacana a gente ter contato com outros softwares e a gente repensar realmente nossa prática enquanto docente. Então, realmente foi de fundamental importância todo esse processo*” (E12.1). Neste excerto, a Participante 12 relata como foi o processo de seleção de tecnologias realizado pela sua turma, durante a intervenção. Ela expõe suas dificuldades e o que aprendeu ao realizar o estudo teórico sobre a tecnologia disponível na escola, por meio de pesquisas nos documentos oficiais a respeito da infraestrutura dos laboratórios de escolas públicas e dos softwares lá disponíveis. Colocou, por fim, sua percepção a respeito da escola neste sentido. Ela ressalta, em sua

perspectiva, a importância do contato que ela teve com aquela gama de softwares ao vivenciar o uso de todos, um a um.

Neste trecho, “quando for trabalhar com a matéria no software, eu terei que fazer um processo de seleção para escolher o software, para ver qual é o melhor para trabalhar com os alunos, pensando sempre nos alunos, o que vai ser mais fácil para eles, mais compreensível. Usaria a mesma ideia que usamos, pegaria vários para comparar, a parte teórica não precisaria, porque eu já estaria na escola e veria o que tem de estrutura, e daí dos que eu pesquisei (softwares) iria testar para ver qual é o melhor” (E11.3), a Participante 11 confirma que repetirá o processo utilizado na intervenção com o intuito de selecionar outro software para um conteúdo distinto, apenas com a diferença de não buscar documentos que indiquem o que pode existir de infraestrutura na escola. Consideração pertinente pela possibilidade de verificar in loco o que existe no laboratório de informática em questão. Ela realizaria uma seleção de softwares focada no trabalho com os alunos, “pensando sempre nos alunos, o que vai ser mais fácil para eles, mais compreensível”, considerando suas necessidades e o que seria mais propício para eles usarem, em termos de facilidade para que possam compreender. Entendemos que esta inquietação da participante, é vista pelo *framework* TPACK como fazendo parte TPK, em termos de representação da integração tecnológica com estratégias pedagógicas. Conforme relatado por Mishra & Koehler (2006), “isto pode incluir um conhecimento de uma gama de ferramentas existentes para uma determinada tarefa, a capacidade de escolher a ferramenta com base na sua finalidade” (p. 1028, tradução nossa). Este conhecimento de diversos instrumentos tecnológicos para o ensino, enquadra-se no processo realizado na ocasião da escolha das tecnologias para o ensino de funções quadráticas, que por sua vez pode ser replicado para outros conteúdos matemáticos. Isso representa um aprendizado que a participante adquiriu ao efetuar a pesquisa para a seleção dos softwares, tanto que pretende realizar novamente pesquisas como essa para outros conteúdos.

Nas três falas anteriores (E10.1, E12.1 e E11.3) consideramos que as participantes construíram conhecimentos relacionados ao TPK, porém cada qual evidenciando momentos distintos do processo de seleção de tecnologias. No primeiro deles, a referência central relaciona-se à pesquisa documental por ela realizada. No segundo caso, o foco está na vivência que a participante teve durante a prática no uso dos softwares na escolha de qual utilizar para o conteúdo designado. A fala acima, a qual efetuamos uma reflexão mais densa a respeito, esboça que a participante utilizará novamente o mesmo sistema de pesquisa, pensando principalmente no uso que seus alunos poderá fazer da mesma. Ela pretende fazer realizar nova vivência nos softwares por meio da realização de testes para ver qual melhor se encaixa nos requisitos de sua preferência.

“Vimos que não tem apenas o GeoGebra, tem vários outros softwares parecidos que poderiam fazer algumas coisas que o GeoGebra também faz e que a gente poderia utilizar, como o WinPlot que é muito bacana e alguns outros também” (E8.3). A Participante 8 ressalta que outros softwares, dentre eles o Winplot, também possuem funcionalidades úteis para o ensino e aprendizagem do assunto elencado. Embora a sala tenha opinado por trabalhar com o GeoGebra, outros softwares também possuem recursos atraentes a serem utilizados no ensino de funções quadráticas, os quais também permitem a construção de conhecimento aos alunos. A participante aponta que poderia utilizar o Winplot para trabalhar com o mesmo conteúdo, demonstrando preocupação pedagógica e conhecimento tecnológico do conteúdo. A participante contempla em sua fala traços de diversos conhecimentos como o PK, TCK e o TPACK como um todo, pois apresenta aprendizados sobre diversos softwares, preocupada com um conteúdo específico e como aqueles programas podem ser usados para o ensino do assunto trabalhado.

É evidente, na fala da Participante 4 “*se deixarmos apenas no quadro, não dá para mostrar tudo o que tem ali, por exemplo a variação dos coeficientes a , b e c , é algo interessante de se mostrar no software*” (E4.9), a preocupação pedagógica com o uso do software e o aprendizado de seus educandos. Ela ressalta a possibilidade de dinamismo na variação dos coeficientes a , b e c , com o uso do aplicativo. Algo que não é possível trabalhar com tal naturalidade no quadro. Dinamismo este, que permite um entendimento mais fácil por parte dos estudantes, quando comparado à estagnação existente ao trabalhar apenas com giz, quadro, lápis e caderno. O programa possibilita ao aluno alterar os coeficientes observando imediatamente o resultado apresentado graficamente pelo software. Fato que propicia ao aluno melhor compreensão e facilita na construção do conhecimento a respeito daquele conteúdo. Sua fala reflete a preocupação pedagógica (PK) em utilizar um software (TK) para melhorar a compreensão de seus alunos relativa à variação dos coeficientes a , b e c de uma função quadrática (CK). Uma ampla compreensão do exposto remete ao correto uso pedagógico da tecnologia no ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos, conforme estabelecido no TPACK por Mishra & Koehler (2006).

No caso anterior a participante destacou aprendizados e conhecimentos referentes ao TPACK, cada uma contemplando conteúdos distintos, porém destacando a preocupação em usar pedagogicamente as TIC de maneira que não é possível fazer com a mesma naturalidade utilizando apenas mídias não digitais.

Avaliamos que estes excertos supracitados contemplam, em algum grau, distintos conhecimentos conforme o defendido no *framework* TPACK. Fazem menção à seleção de tecnologias para o ensino de um conteúdo. Em geral baseiam-se no apoio de um software, que permite a seus alunos explorarem possibilidades que não são de simples verificação em meios tradicionais.

Aprendizagens ao elaborar e ministrar microaulas com o uso pedagógico da tecnologia

Nesta seção verificaremos as aprendizagens que os licenciandos adquiriram ao planejar, preparar ou ministrar microaulas à sua turma utilizando o GeoGebra, software selecionado pelos estudantes durante o processo de intervenção pedagógica.

A participante 8 apresenta na fala “*a gente mexeu bastante no GeoGebra. A questão do GeoGebra a gente aprendeu bastante coisa nova, deu para aprender bem*” (E8.2) a obtenção de conhecimento específico do uso do software. Como ela não relata o modo de utilização do mesmo, compreendemos que houve apenas aprendizados relacionados ao TK.

“*Para o meu aprendizado serviu, quando eu estava preparando a aula, eu vi a diferença em mim, no antes e no depois, inclusive por ter feito e outras curiosidades enquanto fazia a construção*” (E7.4). O Participante 7 esclarece que teve conhecimentos construídos ao preparar sua aula prática, inclusive utilizando a ferramenta para ir além da proposta de sua aula e compara os dois momentos, antes e após seu estudo, apresentando deste modo consciência da própria aprendizagem. O TK surge do uso do GeoGebra nestas atividades desenvolvidas pelo participante. Além disso ao considerarmos o uso deste instrumento para elaborar uma aula onde a tecnologia é utilizada pedagogicamente para o ensino de um conteúdo temos presente os conhecimentos abrangidos pelo TPACK.

A Participante 2 reflete no extrato “*para o uso do software, esse planejamento, particularmente para mim que planejei a aula, pra mim foi bom*” (E2.5). sobre o planejamento que ela efetuou para

as aulas práticas no laboratório na qual utilizou pedagogicamente o GeoGebra para o ensino das funções quadráticas, conforme delineado pelo TPACK.

No excerto “*O que eu aprendi sobre o GeoGebra durante essas microaulas foi bem gratificante para mim. Apesar de eu conhecer um pouco e ter ouvido falar, eu não sabia mexer, até mesmo para a aula eu tive que aprender a mexer e durante as aulas dos colegas aprendi ainda mais. Para mim foi um grande aprendizado do uso pedagógico do GeoGebra*” (E12.4), a participante 12 realiza um relato sobre o conhecimento que obteve durante o preparo e de sua aula e ao assistir as aulas dos colegas, no qual percebeu como utilizar a ferramenta para o ensino de funções quadráticas conforme estabelecido pelo *framework* TPACK.

Assim, estes excertos apresentam aprendizados relacionados ao *framework* TPACK, posto por Mishra & Koehler (2006), durante a fase da intervenção que se destinou ao ensino de funções quadráticas por meio do uso pedagógico das tecnologias pelos alunos formandos de um curso de licenciatura em Matemática de um curso superior público situado no Brasil.

Considerações finais

Os dados analisados demonstram quais conhecimentos foram adquiridos pelos participantes do processo de intervenção pedagógica que utilizamos como base para permitir a vivência na seleção e uso pedagógico da tecnologia para o ensino. Os excertos de fala escolhidos ilustram as diferentes aprendizagens neste processo.

A análise permitiu evidenciarmos conhecimentos adquiridos pelos futuros professores de matemática de quais tipos de tecnologias são possíveis de serem utilizadas nas escolas públicas brasileiras.

Os participantes perceberam, por meio da vivência ao longo da experimentação, os limites e possibilidades do uso pedagógico de diversas tecnologias para o ensino e aprendizagem do conteúdo relacionado a funções quadráticas. Durante a intervenção pedagógica, ao longo desta vivência, os formandos apresentaram, em diversos momentos, os conhecimentos integrantes do TPACK, como os compreendidos especialmente pelos TK, PK e CK.

Destacamos a preocupação com o uso pedagógico das TIC apresentada pelos participantes conforme delineado pelo *framework* TPACK de Mishra & Koehler (2006), ao verificarem possibilidades no uso de ferramentas tecnológicas, que não são de simples visualização ou naturalidade quando utilizadas mídias tradicionais não computacionais para o ensino e aprendizagem.

O pano de fundo desta intervenção foi constituído do conteúdo de funções quadráticas, contudo, poderia ter sido abordado qualquer outro conteúdo, matemático ou mesmo de outra disciplina, pois focamos na formação de um profissional que tenha a oportunidade de vivenciar um processo completo no qual ele pôde analisar diversas ferramentas e optar pela qual melhor lhe convém para o ensino daquele conteúdo. Desta maneira, esperamos formar professores de acordo com o que a sociedade espera deste profissional para este século, no que tange o uso de tecnologias educacionais.

Se já há um consenso em torno da ideia de que a utilização pedagógica das Tecnologias da Informação e Comunicação contribui para o ensino em diversos níveis e deve fazer parte da formação inicial e contínua dos professores, neste trabalho investigamos a fundamentação teórica e uma experiência prática na formação inicial. Concluimos, ainda, que é preciso um investimento em qualificação dos formadores de modo a permitir o desenho de uma formação de base técnica,

mas que leve em conta o licenciando e seus saberes, bem como aponte uma forma segura de ampliar sua base de conhecimentos por meio do estudo, da experimentação, do diálogo e da reflexão.

Referências e bibliografia

- Cibotto, R. A. G., & Oliveira, R. M. M. A. (2012). TIC: considerações sobre suas influências nas distintas gerações e na escola contemporânea. In *VII EPCT - Encontro de Produção Científica e Tecnológica, 2012*, Campo Mourão - PR.
- Graham, C. R. (2011). Theoretical considerations for understanding technological pedagogical content knowledge (TPACK). *Computers & Education, 57*(3), 1953-1960.
- Harris, J. B., & Hofer, M. J. (2011). Technological Pedagogical Content Knowledge in Action: A Descriptive Study of Secondary Teachers' Curriculum-Based, Technology-Related Instructional Planning. *Journal of Research on Technology in Education, 43*(3), 211-229.
- Harris, J. B., Mishra, P. & Koehler, M. (2009). Teachers' technological pedagogical content knowledge and learning activity types: Curriculum-based technology integration reframed. *Journal of Research on Technology in Education, 41*(4), 393-416.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2005). Teachers learning technology by design. *Journal of Computing in Teacher Education, 21*(3), 94-102.
- Koehler, M. J. & Mishra, P. (2008). Introducing Technological Pedagogical Knowledge. In AACTE (Eds.), *The handbook of technological pedagogical content knowledge for educators* (pp. 3-30). New York, NY: MacMillan.
- Mishra, P. , & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record, 108*(6), 1017-1054.
- Pierson, M. E. (2001). Technology integration practice as a function of pedagogical expertise. *Journal of Research on Computing in Education, 33*(4), 413-430.
- Shulman, Lee S. (1986). Those Who Understand: knowledge growth in teaching. *Educational Research, 12* (2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and Teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review, 57*(1), 1-22.