



O CONHECIMENTO TECNOLÓGICO E PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO (TPACK) NA FORMAÇÃO INICIAL DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA

Rosefran Adriano Gonçales Cibotto, (TIDE), UNESPAR/FECILCAM, rosefran@gmail.com
Rosa Maria Moraes Anunciato Oliveira, UFSCar, rosa@ufscar.br

INTRODUÇÃO

Recentemente surgiu um novo conceito na teoria educacional, o Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo, conhecido na literatura internacional como TPACK¹ (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) que pode contribuir para o enfrentamento do desafio de aproximar o ensino e a tecnologia e orientar a pesquisa referente a utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) pelos professores. O TPACK refere-se à forma sintetizada de conhecimento com a finalidade de integrar as TIC e tecnologias educacionais para o ensino e aprendizagem em sala de aula (CHAI; KOH; TSAI, 2013).

Buscamos neste artigo, elucidar as estruturas que compõem este quadro teórico e suas influências na formação do professor de matemática, em especial, quando são estudadas as Tecnologias da Informação e Comunicação como apoio a estratégias pedagógicas para ensinar o conteúdo curricular. Para a ação docente isso implica um conjunto de conhecimentos e atitudes como flexibilidade e fluência da tecnologia, da pedagogia, do conteúdo curricular e do contexto envolvido sendo que cada componente influencia diretamente o outro. Características estas que devem ser trabalhadas durante a formação inicial destes educadores.

ORIGENS DO TPACK

Os saberes específicos ou Conhecimento de Conteúdo são construídos pelos aprendizes por meio de estratégias pedagógicas e métodos de ensino-aprendizagem utilizados pelo docente denominados de Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, ou na literatura internacional, PCK - *Pedagogical Content Knowledge* (SHULMAN, 1986, 1987).

A Base de Conhecimento, de acordo com Shulman (1987), pode ser categorizada envolvendo diversos tipos de conhecimento. Contudo, o autor destaca que o Conhecimento do Conteúdo Pedagógico é a categoria de conhecimento mais importante, pois este pesquisador considera a

¹ Optamos por utilizar as siglas em inglês para o modelo TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) e seus componentes, por serem amplamente difundidas desta forma na literatura internacional, conforme o levantamento efetuado por Chai, Koh e Tsai (2013), que identificou mais de 80 artigos em periódicos científicos com referência ao framework TPACK até o mês de maio de 2011.

interseção de conteúdo e pedagogia como sendo 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 de Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo – TPACK – segundo Graham (2011) e Chai, Koh e Tsai (2013), surgiu em uma articulação inicial elaborada por Pierson (2001), no entanto apenas em 2005 ganhou maior destaque, com diversos outros pesquisadores que sugeriram concepções voltadas para a integração da tecnologia ao conteúdo, em especial pela publicação de Koehler e Mishra (2005) responsáveis pela popularização do termo “TPCK”. Entretanto o termo foi alterado em 2008 para TPACK (Thompson, 2008), quando alguns membros da comunidade de pesquisa propuseram o uso desta sigla por ser mais facilmente pronunciada. Desde 2005 o TPACK tem sido um crescente foco de investigação entre os educadores interessados na área de tecnologia educacional.

CONSTITUIÇÃO DO TPACK

O modelo TPACK desenvolvido por Misha e Koehler (2005) utilizou como origem 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*² TPACK é comumente representado por meio do diagrama de Venn com três círculos sobrepostos, cada qual, representando uma forma distinta de conhecimento dos professores, conforme apresentado na Figura 1. A estrutura inclui três categorias fundamentais de conhecimento: 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 Tecnológico e Pedagógico (TPK – *Technological Pedagogical Knowledge*), o Conhecimento Tecnológico de Conteúdo (TCK – *Technological Content Knowledge*) e, pela união de todos, o Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo – TPACK. O conhecimento do contexto, muitas vezes também é incluído no modelo (GRAHAM, 2011; MISHRA; KOEHLER, 2005; 2006; KOEHLER; MISHRA, 2008).

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.

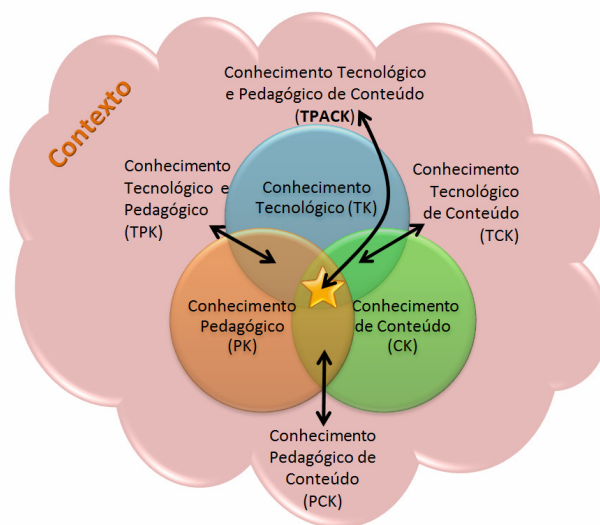


Figura 1: TPACK – conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo (adaptado de Koehler e Mishra (2008)).

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).

A seguir detalharemos os três conhecimentos individuais que formam a base do Conhecimento Pedagógico e Tecnológico do Conteúdo. Após, estes conhecimentos são agrupados aos pares, para que o leitor possa compreender as bases teóricas para elaboração do modelo. Ao final desta seção, todos os conhecimentos são trabalhados em unicidade para a compreensão do *framework* TPACK.

Conhecimento do conteúdo (CK – Content Knowledge): “é o conhecimento sobre o assunto a ser ensinado ou aprendido” (MISHRA; KOEHLER, 2006, p. 1026, tradução nossa). Shulman (1986) já havia indicado, ao analisá-lo individualmente, que este conhecimento vai além do próprio conteúdo da disciplina. Nele está incluído o conhecimento de conceitos utilizados na disciplina, métodos e procedimentos dentro de um determinado campo, os principais fatos, ideias e teorias, estruturas organizacionais, evidências, provas, práticas estabelecidas e abordagens para o desenvolvimento de tal assunto em uma determinada disciplina. Isso corresponde à quantidade e a organização que o professor possui desse conhecimento, bem como a compreensão do assunto a ser ensinado (KOEHLER; MISHRA, 2005; MISHRA; KOEHLER, 2006; HARRIS; MISHRA; KOEHLER, 2009; GRAHAM, 2011; MAZON, 2012).

Segundo Harris, Mishra e Koehler (2009), professores com uma base de conhecimento inadequada podem trazer consequências desagradáveis, pois seus alunos podem receber informações incorretas e facilmente desenvolver concepções erradas sobre o conteúdo.



Portanto, o conhecimento do conteúdo permite ao professor compreender a natureza do conhecimento, entender porque algo é daquela forma, quais as circunstâncias que garantem a veracidade do assunto ensinado e como aquele conhecimento pode ser utilizado em distintos contextos (MAZON, 2012).

Conhecimento Pedagógico (PK – *Pedagogical Knowledge*): é um conhecimento genérico originado de diferentes campos como Pedagogia, Didática, Currículo etc. que se aplica ao aprendizado do aluno, relacionado aos processos e práticas de ensino e aprendizagem que contemplam, entre outros, as finalidades, estratégias, objetivos e valores educacionais. Este tipo de conhecimento está agregado a todas as questões de aprendizagem, de gestão da sala de aula, de planejamento das aulas, envolvendo o desenvolvimento e execução do plano de aula e a avaliação dos alunos para efetivamente saber se os resultados foram positivos no que se refere à aprendizagem e a todo o processo de ensino (KOEHLER; MISHRA, 2005; MISHRA; KOEHLER, 2006; HARRIS; MISHRA; KOEHLER, 2009; SILVA, 2009; GRAHAM, 2011; MAZON, 2012).

Mishra e Koehler (2006) efetuam assim a definição do Conhecimento Pedagógico:

Conhecimento pedagógico 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. [...] o conhecimento pedagógico *requer uma compreensão das capacidades cognitivas, sociais e teorias de desenvolvimento da aprendizagem e como elas se aplicam aos estudantes na sala de aula.* (MISHRA; KOEHLER, 2006, p. 1026-1027, tradução e grifo nosso,).

Esta definição é seguida e utilizada em diversos trabalhos publicados posteriormente, como os de Harris, Mishra e Koehler (2009), Silva (2009), Graham (2011) e Mazon (2012), dentre outros. Portanto, o conhecimento pedagógico engloba as estratégias, práticas, processos, procedimentos e métodos de ensino e aprendizagem, bem como conhecimento sobre os objetivos de ensino e aprendizagem e avaliação dos alunos (KOEHLER; MISHRA, 2005; MAZON, 2012). Ele inclui a natureza das necessidades e preferência da turma, requer a compreensão de suas capacidades cognitivas, socioculturais e teorias de desenvolvimento da aprendizagem e como elas se aplicam em sala de aula, visando além do desenvolvimento cognitivo, o afetivo e moral dos estudantes inseridos em uma sociedade. Desta maneira este conhecimento exige que o professor saiba e consiga transmitir os objetivos de ensinar determinado conteúdo (HARRIS; MISHRA; KOEHLER, 2009; SILVA, 2009; MAZON, 2012).

Conhecimento Tecnológico (TK – *Technological Knowledge*): está em contínua evolução, tornando-o difícil de adquiri-lo e mantê-lo atualizado, em especial, para professores que não dispõem de tempo para estudar e refletir a respeito. Pelo mesmo motivo, qualquer definição de conhecimento da tecnologia corre o risco de estar ultrapassado devido ao tempo transcorrido da sua publicação. No



entanto, existem maneiras de pensar e trabalhar com tecnologias independentemente de quais ferramentas e de quando elas surgiram (HARRIS; MISHRA; KOEHLER, 2009).

Mishra e Koehler (2006) definem o conhecimento tecnológico como sendo o conhecimento da tecnologia digital e de outras anteriores:

Conhecimento Tecnológico (TK) é o 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. [...] A capacidade de aprender e se adaptar a novas tecnologias (independentemente do que são as tecnologias específicas) ainda será importante (MISHRA; KOEHLER, 2006, p. 1027-1028, tradução e grifo nosso).

Desta maneira, para Mishra e Koehler (2006), o TK engloba as tecnologias tradicionais e as novas, as quais podem ser denominadas de tecnologias digitais ou de novas tecnologias da informação e comunicação, que englobam computadores, hardwares periféricos, softwares, vídeos, dentre outros e a maneira de utilizar estes recursos, mesmo de maneira trivial, como abordado em cursos de informática básica, a exemplo de operações de planilhas ou editores de texto, que foram originalmente criados para uso empresarial, porém tiveram seu uso disseminado na área educacional, considerando dessa maneira as TIC e tecnologias específicas para o ensino e a aprendizagem (KOEHLER; MISHRA, 2005; MISHRA; KOEHLER, 2006; GRAHAM et. al, 2009; SILVA, 2009; GRAHAM, 2011; ALMEIDA, 2013).

Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK – Pedagogical Content Knowledge): 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 ensinamento 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. Portanto, ele vai além de uma simples análise do conteúdo e da pedagogia de forma isolada um do outro, pois relaciona as questões pedagógicas ao conteúdo de maneira a buscar efetivamente a aprendizagem significativa. (HARRIS; MISHRA; KOEHLER, 2009; SILVA, 2009; HARRIS; HOFER, 2011; GRAHAM, 2011; LOPES, 2011; MAZON, 2012).

Conforme exposto por Mishra e Koehler (2006):

A ideia de conhecimento pedagógico do conteúdo é consistente e semelhante com a ideia de conhecimento pedagógico de Shulman que é aplicável ao ensino de conteúdos específicos. 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 (MISHRA; KOEHLER, 2006, p. 1027, tradução nossa).



Desta maneira, o PCK consiste em um conhecimento que pode ser considerado a capacidade de ensinar um determinado conteúdo curricular observando o conhecimento prévio dos alunos. Ele envolve questões como a utilização de estratégias alternativas de ensino e a flexibilidade da exploração de formas alternativas de olhar para a mesma ideia ou problema (SILVA, 2009; SAMPAIO; COUTINHO, 2010; COUTINHO, 2011; MAZON, 2012).

Conhecimento Tecnológico Pedagógico (TPK – *Technological Pedagogical Knowledge*): é a compreensão de como utilizar determinadas tecnologias para o ensino e aprendizagem, representando a integração da tecnologia com estratégias pedagógicas gerais, que inclui saber os *affordances*³ pedagógicos e restrições que cada ferramenta ou recurso tecnológico possui para ser utilizado com os projetos pedagógicos da disciplina e como adequar esta tecnologia às estratégias de ensino. O TPK exige a compreensão das limitações e potenciais benefícios de tecnologias específicas e como elas podem ser utilizadas em determinados tipos de atividades de aprendizagem, bem como os contextos educacionais em que estas atividades funcionam melhor com o auxílio tecnológico (HARRIS; MISHRA; KOEHLER, 2009; GRAHAM et. al, 2009; SILVA, 2009).

De acordo com Mishra e Koehler (2006), o:

Conhecimento Tecnológico Pedagógico (TPK) é o conhecimento da existência de diversos componentes e recursos tecnológicos e, como eles podem ser utilizados no cenário de ensino e aprendizagem, e vice-versa, sabendo como o ensino pode mudar como resultado do uso de tecnologias específicas. (MISHRA; KOEHLER, 2006, p. 1028, tradução nossa).

Assim, o TPK refere-se à capacidade de utilizar criticamente os recursos tecnológicos em um contexto pedagógico. Considera o conhecimento de tecnologias e de suas potencialidades para o ensino e aprendizagem, bem como a variação da metodologia de ensino de acordo com o recurso utilizado. Desta maneira, o TPK inclui a capacidade de escolha da tecnologia específica que melhor se adapta aos objetivos e conteúdos a serem trabalhados, assim como o reconhecimento ou elaboração de estratégias pedagógicas mais propícias ao uso de tecnologias, pois a maneira de ensinar muda de acordo com a tecnologia selecionada (GRAHAM, 2011; LOPES, 2011; MAZON, 2012).

³ “Como os objetos se comunicam conosco” pode ser uma tradução livre para *affordance*, que indica o uso intuitivo de algo, no caso deste texto, está relacionado ao uso da tecnologia para o ensino-aprendizagem. São relações que existem de forma natural, um elemento de interação que fala por si para nos dar uma ideia da ação que ele gera, por exemplo, um ponto azul em uma torneira indica água fria, enquanto uma torneira com o mesmo formato, mas com o ponto vermelho indica água quente. Portanto *affordance* é uma propriedade desejável em uma interface de maneira a guiar naturalmente as pessoas a efetuarem os passos corretos para alcançarem seus objetivos. Contudo, optamos por utilizar o termo em inglês por não encontrarmos uma palavra em português que possa exprimir por completo seu significado.



Cabe salientar que, de acordo com Harris, Mishra e Koehler (2009), grande parte das atividades de aprendizagem que foram baseadas em tecnologias sem fins educacionais, como o MS-Excel ou blogs, por exemplo, utilizados sem integração e limitados a funcionar dentro do contexto original, sem agregar conteúdo ou área específicos, em qualquer grau, caíram em desuso por se mostrarem superficiais e ineficientes. É interessante destacar que os autores, advertem que o uso de PowerPoint e projetor para a simples exposição de conteúdos não são considerados TPK.

Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK – *Technological Content Knowledge*): inclui a compreensão da maneira em que a tecnologia e o conteúdo influenciam e restringem um ao outro. No entanto, muitas vezes, conteúdo e tecnologia são considerados separadamente no planejamento de ensino e desta forma, o conteúdo é desenvolvido por especialistas de cada área de conhecimento das disciplinas, enquanto os tecnólogos desenvolvem as ferramentas tecnológicas para o ensino do conteúdo curricular, bem como as estratégias de integração da tecnologia ao ensino. É papel do professor a compreensão de quais são as tecnologias mais adequadas ao ensino de cada assunto e quais conteúdos são propícios a serem ensinados com tecnologias digitais ou não. Assim, o TCK representa o conhecimento de ferramentas tecnológicas e representações que são usadas em uma disciplina, por exemplo, na matemática a construção e manipulação dinâmica de um polígono e suas propriedades relacionadas a ângulos, área, volume e perímetro, com a possibilidade de visualizá-los e manipulá-los em duas ou três dimensões, realizadas em um software específico para geometria (HARRIS; MISHRA; KOEHLER, 2009; GRAHAM et. al, 2009; SILVA, 2009; GRAHAM, 2011).

Mishra e Koehler (2006) definem o conhecimento tecnológico do conteúdo como sendo o conhecimento de como utilizar a tecnologia para o ensino do conteúdo:

Conhecimento tecnológico do conteúdo (TCK), é o conhecimento sobre a maneira pela qual a tecnologia e conteúdo estão reciprocamente relacionados. [...] 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 (MISHRA; KOEHLER, 2006, p. 1028, tradução nossa).

Como abordado na definição de Mishra e Koehler (2006), faz parte do TCK do professor, saber selecionar as tecnologias mais adequadas aos conceitos baseados no conteúdo a ser ensinado, pois o TCK é a relação do conteúdo com a tecnologia. Portanto, além do conteúdo, o professor deve refletir a respeito de como o assunto pode ser mais bem ensinado com o uso das tecnologias ao seu alcance e entender como os estudantes podem aprender de maneira mais significativa por meio de diferentes tecnologias adequadas àqueles conteúdos (SILVA, 2009; SAMPAIO; COUTINHO, 2010; COUTINHO, 2011; LOPES, 2011; HARRIS; HOFER, 2011; MAZON, 2012).

Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (TPACK – *Technological Pedagogical Content Knowledge*): não é igual ao conhecimento dos conceitos de seus componentes individuais e suas interseções, pois vai além das múltiplas interações de seus três elementos-chave. 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, considerando como as TIC podem contribuir para o ensino e para ajudar os alunos a desenvolver novas epistemologias ou fortalecer as existentes, representando a máxima conexão entre os sistemas teóricos que compõem o *framework* proposto por Mishra e Koehler. Assim o TPACK é um conhecimento profissional, base para o ensino verdadeiramente eficaz e altamente qualificado, que engloba a integração de tecnologias e pedagogia, que os professores adeptos usam quando ensinam conteúdos curriculares (HARRIS; MISHRA; KOEHLER, 2009; GRAHAM, 2011; LOPES, 2011).

Tal como afirma Mizukami (2004), sobre o conhecimento pedagógico do conteúdo, que Shulman trata de protagonismo dos professores, é o único conhecimento construído na ação docente, assim, o TPACK também se apoia na ação docente, cuja construção se dá na prática pedagógica.

Mishra e Koehler (2006) definem o TPACK como sendo o conhecimento necessário ao professor de como utilizar a tecnologia para o ensino de qualidade do conteúdo, usando suas bases de maneira integrada e observando suas relações complexas:

Conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo (TPCK⁴) é uma forma emergente de conhecimento que vai além de todos os três componentes (conteúdo, pedagogia e tecnologia)[...]. A integração da tecnologia produtiva no ensino precisa considerar todas as três questões não isoladamente, mas dentro das complexas relações no sistema definido pelos três elementos-chave (MISHRA; KOEHLER, 2006, p. 1028-1029, tradução nossa).

Portanto, o professor ao aprender e se adaptar ao uso das TIC e, então utilizá-las no ensino das disciplinas que leciona, conseqüentemente, aprende a usar tecnologias que sejam úteis a seu conhecimento pedagógico para o ensino de determinado conteúdo. A partir da necessidade em relacionar o CK, o PK e o TK é que foi elaborado o *framework* TPACK. Assim, de acordo com esse modelo, carece ao profissional de ensino dominar os três campos de conhecimento e suas relações, pois a atualização de um deles implica que se repense os demais (GRAHAM, 2011; MAZON, 2012).

De acordo com a proposta de Mishra e Koehler (2006), o TPACK representa a utilização da tecnologia para apoiar estratégias pedagógicas específicas e construtivas para ensinar o conteúdo, de

⁴ Ressaltamos, conforme já abordado na seção “Origens do TPACK” que, posteriormente, a sigla TPCK passou a ser denominada TPACK para facilitar a pronúncia, no entanto sem alterar seu significado.

forma que estão devidamente adequadas às necessidades e preferências dos alunos e, exige dos professores flexibilidade e fluência do conteúdo curricular, da pedagogia, da tecnologia e do contexto envolvido, em que cada um influencia diretamente o outro (HARRIS; MISHRA; KOEHLER, 2009; GRAHAM et. al, 2009; GRAHAM, 2011; HARRIS; HOFER, 2011).

Desta maneira, o TPACK possui como principal objetivo a articulação dos três saberes (TK, PK e CK), que formam a base para sua estruturação, com a finalidade de obter um ensino realmente eficiente ao cingir as relações estabelecidas entre estas três esferas de conhecimento sem ignorar a complexidade existente individual ou coletiva (LOPES, 2011).

Harris, Mishra e Koehler (2009), recomendam o uso do *framework* TPACK como uma maneira de pensar sobre a integração eficiente da tecnologia “reconhecendo tecnologia, pedagogia, conteúdo e contextos como aspectos interdependentes do conhecimento necessário aos professores para o ensino” (p. 393 tradução nossa).

Cabe destacar que estes tipos de conhecimento dos professores, seja individualmente ou em conjunto, 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 autores Cibotto e 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 e Mishra (2008).

Deste modo, o TPACK, quando aplicado na prática, utiliza ao máximo seus aspectos entrelaçados de maneira a ser uma construção educacional complexa e altamente situada que, no entanto, não é facilmente aprendido, ensinado ou aplicado (HARRIS; HOFER, 2011). A universidade é demandada a tratar dessa área na formação de professores de modo a favorecer um contato com a tecnologia não só mais estreito como favorecedor da aprendizagem na escola.

TPACK NA FORMAÇÃO INICIAL DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA

Além das diversas tecnologias existentes, novas surgem frequentemente, das quais muitas podem ser utilizadas para apoiar o aprendizado de matemática. Portanto, os professores, ao se prepararem para explorar significativamente as possibilidades atuais e emergentes, para o ensino e aprendizagem, desenvolvem uma atitude profissional que envolve a visualização, a avaliação e a reflexão do uso de ferramentas TIC para o ensino de matemática (NIESS, 2006).

No entanto, atualmente, os cursos superiores responsáveis pela formação inicial de professores não dão conta de desenvolver suficientemente os conhecimentos, as habilidades e as atitudes



necessárias ao professor, pois a tecnologia ainda não foi plenamente incorporada ao longo do curso para atingir seus objetivos educacionais (RAMOS, 2011).

Contudo, conforme afirma Fiorentini (2008), os saberes e os processos de ensinar e aprender existentes nas escolas tornaram-se cada vez mais desinteressantes e obsoletos na percepção dos alunos. Diante disso, existe um desafio a ser vencido pelo professor com relação a manter-se atualizado e tentar ensinar de uma maneira distinta à vivenciada por ele em seu próprio processo de escolarização e em sua formação profissional.

Neste raciocínio, Niess (2006), identificou até o ano da publicação de seu estudo, que a maioria dos professores não aprendeu matemática utilizando TIC e, instiga na atualidade a pensarmos como deve ser a formação do professor de matemática do século 21. A autora ressalta ainda, que tanto os alunos quanto os professores possuem, na melhor das hipóteses, um conhecimento limitado das potenciais tecnologias para o uso em matemática, além de não terem aprendido matemática com elas.

Esta necessidade do professor vivenciar o uso de tecnologias atuais em sua prática docente demanda a realização de mudanças nos cursos de formação inicial, por exemplo, com alterações relacionadas a novos currículos, que contemplem a reflexão acerca das potencialidades, limites e uso pedagógico das TIC, além do conteúdo. Modificações como estas podem proporcionar aos professores, a partir de sua formação inicial, ambientes propícios à reflexão, avaliação e discussão sobre as limitações e possibilidades do uso das TIC nas aulas de Matemática na Educação Básica, pois deste modo, estarão sendo formados professores mais propensos a usarem recursos tecnológicos em sua prática docente e que estejam possibilitados a propor aos seus alunos situações de aprendizagem nas quais eles poderão criar, discutir e refletir sobre suas ações (CARNEIRO; PASSOS, 2010; MALTEMPI; JAVARONI; BORBA, 2011).

Mesmo a incorporação das TIC nas escolas, não garante a transformação ou inovação das práticas educacionais. É necessário que o professor saiba como utilizá-las em suas aulas segundo o contexto do TPACK, portanto é importante que haja uma revisão do processo de formação do professor, que propicie um aprendizado condizente com o século XXI. Tal mudança recai, sobretudo sobre as instituições de ensino superior, que por sua vez, admitem ter que fazê-las. Contudo, poucas conseguem realizá-las devido a um corpo docente resistente ao uso de TIC, que possuem sua formação, geralmente sem a utilização das mesmas, a preocupação com um currículo tradicional e fortemente teórico e, uma estrutura acadêmica desfavorável (SCHLÜNZEN JUNIOR, 2013). Neste sentido, conforme aponta Mizukami (2004), esse conhecimento só é possível com a prática e isso exigiria experiências práticas de docência com as tecnologias durante a formação inicial.

Contudo, de acordo com Schlünzen Junior (2013), existe uma grande quantidade de cursos de formação inicial que não ofertam disciplinas regulares que permitam aos educadores conhecerem e



vivenciarem experiências de uso das tecnologias digitais. Em alguns casos, existem apenas disciplinas que abordam o aspecto tecnológico destas ferramentas em detrimento do uso pedagógico, sendo elas, abordadas como objeto de estudo técnico e não como recursos educacionais. Diante disto, mesmo atualmente, na maioria das vezes, não são observadas na academia a abordagem de metodologias de ensino com o uso de ferramentas tecnológicas conforme defendido no *framework* TPACK.

Assim, a partir da necessidade de motivar o docente a desenvolver competências que o propicie a incorporar as TIC em sua prática pedagógica é essencial que o processo de formação inicial promova a utilização de tais recursos no contexto de suas experiências educacionais para o ensino de matemática (MALTEMPI; JAVARONI; BORBA, 2011), pois conforme apontam Ponte, Oliveira e Varandas (2003), os professores de matemática devem ter a capacidade de utilizar as TIC, tanto de uso geral, quanto educacional próprio para sua disciplina.

Conforme é possível perceber, o modelo TPACK é genérico para qualquer conteúdo de qualquer disciplina (MAZON, 2012). No entanto, focaremos sua estrutura na perspectiva da formação inicial de professores de matemática, pois, no Brasil, ainda é incipiente o estudo do TPACK para o ensino de matemática. Logo, o *framework* TPACK representa o conhecimento que o professor necessita para poder utilizar pedagogicamente com eficiência as TIC em sala de aula. Portanto, o TPACK pode orientar na elaboração de programas de formação de professores, em especial, abordando o problema decorrente da excessiva ênfase dada, em alguns desses programas, ao conhecimento tecnológico no uso das TIC, realizados de forma isolada do conteúdo e da formação pedagógica (CHAI; KOH; TSAI, 2013; SCHLÜNZEN JUNIOR, 2013).

Corroborando com este entendimento, Salvador, Rolando e Rolando (2010) destacam que o TK integrado ou não ao PCK, na maioria dos cursos de formação inicial de professores das diversas áreas ainda é pouco abordado e, que os professores hoje atuantes tem pouca fundamentação com relação ao conhecimento tecnológico aplicado à educação. Segundo o estudo, mesmo quando a formação aborda o TK, na maioria das vezes, está desassociada das bases do PCK.

Devido a esta falta de associação, consideramos a importância da formação do professor de matemática na perspectiva do TPACK de modo que ele possa fazer uso de recursos tecnológicos, em especial os digitais, de modo a permitir maior dinamismo propiciado por estas ferramentas, de maneira que seus aprendizes possam construir conceitos matemáticos na prática, diante de experimentos e experiências realizadas diretamente no computador. O professor de matemática carece de uma profunda compreensão da matemática como conteúdo curricular, de como ensiná-la utilizando as teorias referentes ao ensino e aprendizagem e de como utilizar as TIC para, por meio delas, promover o ensino. Assim, desde sua formação inicial, os professores tem a necessidade de dominar diversos softwares, de uso comum e educativos, orientados para aprendizagem de disciplinas específicas, bem



como a Internet tanto na vertente de consulta como na de produção para poder usar estas TIC com confiança (PONTE; OLIVEIRA; VARANDAS, 2003). No entanto, este professor tem de considerar a integração e sobreposição destes domínios de modo a trabalhá-los em unicidade. De tal modo, quando o professor pensa sobre como ensinar determinados conceitos matemáticos, ao mesmo tempo, considera estes conceitos de um jeito compreensível ao aluno por meio da tecnologia. Portanto o TPACK é um importante corpo de conhecimento a ser utilizado no ensino de matemática necessitando integrar seu desenvolvimento dentro do curso de formação inicial destes professores (NIESS, 2006).

Desta maneira, o conhecimento contido no TPACK do professor, não é limitado a uma abordagem específica de ensino ou mesmo à integração da tecnologia, por isso, é importante que o desenvolvimento profissional do professor, baseado no TPACK, seja suficientemente flexível e inclusivo para acomodar toda a gama de abordagens, estilos e filosofias de ensino (HARRIS; MISHRA; KOEHLER, 2009).

Justifica-se, então, que haja tal preocupação com a formação inicial do docente de matemática, na qual as TIC deveriam fazer parte e servir de plataforma para o ensino e aprendizagem do conteúdo, permitindo ao futuro professor adquirir experiência e vivência de ferramentas tecnológicas, observando as características abordadas pelo TPACK, o que conseqüentemente poderá ser utilizado pelo futuro professor durante sua carreira.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Embora existam diversas publicações, especialmente internacionais que utilizam o *framework* TPACK como base, grande parte destes trabalhos não efetuam discussões teóricas a respeito de suas bases conceituais. É bastante comum a tais trabalhos a utilização do TPACK para embasar discussões a respeito de análises, sejam quantitativas, qualitativas ou mistas que abordam o uso deste *framework* em diferentes níveis escolares. No entanto, como é possível observar ao longo deste estudo, as definições do TPACK e de seus componentes originam-se em especial de trabalhos que envolvem os autores Matthew J. Koehler e Punya Mishra.

Como anteriormente visto, o TPACK é uma extensão do PCK de Shulman e é alcançado principalmente quando um professor sabe como usar ferramentas tecnológicas e como estas ferramentas podem representar impacto sobre a compreensão do aluno a respeito dos conteúdos abordados, de modo a transformar estratégias pedagógicas e representações de conteúdo para o ensino de tópicos específicos (GRAHAM et. al, 2009).

Quanto ao *framework* TPACK, percebe-se que todos estes conhecimentos de forma isolada ou de alguma maneira combinados, possuem sua importância, mas, quando temos uma visão onisciente, eles representam mais que a soma das partes. Observamos de um modo geral nas discussões a respeito



do TPACK que “aprender sobre tecnologia é diferente de aprender o que fazer educacionalmente com ela” (HARRIS; MISHRA; KOEHLER, 2009, p. 402, tradução nossa). Assim, ao unir os distintos conhecimentos CK, PK e TK, de uma maneira sincrética, o *framework* elaborado por Misha e Koehler (2006), representa um repositório dos saberes e competências requeridos ao educador durante sua ação pedagógica cotidiana, que propicia a ele tomar decisões fundamentadas e adequadas ao momento, considerando elementos do contexto sociocultural de seus aprendizes.

Provavelmente, grande parte dos professores, dos cursos de formação inicial, não teve em seus cursos disciplinas que utilizaram as TIC pedagogicamente e de maneira extensiva. Deste modo, conforme questionam Carneiro e Passos (2010), como estes educadores formarão seus alunos, uma vez que não tiveram a oportunidade de vivenciar tais situações? É necessário um constante aperfeiçoamento a estes professores, tanto em tecnologia quanto na forma em que eles a utilizam. Portanto o *framework* TPACK, pode fornecer subsídios teóricos durante o processo de descoberta, de experimentação e mesmo de frustração ao qual eles submetem-se enquanto se aperfeiçoam.

Parece-nos muito adequada a utilização das bases conceituais do *framework* TPACK na formação do professor de matemática. No entanto conforme lembra Niess (2006) a formação de professores para o ensino de matemática com a utilização de TIC é muito mais complexa que a identificação do TPACK como sendo uma importante base de conhecimentos para estes professores. Tal afirmação nos leva a refletir a respeito do currículo de formação inicial praticada atualmente.

Destacamos a importância da formação inicial destes professores e compactuamos com a reflexão apresentada por Chai, Koh e Tsai (2013), afirmando que quando os professores adquirem a capacidade de elaborar uma aula com base nos conceitos integrados de aula do TPACK, a aprendizagem dos alunos pode ser consideravelmente melhorada.

Deste modo, a ação do professor, ao utilizar as TIC para o ensino curricular, depende do conhecimento do conteúdo específico (CK) de que trata o software utilizado (TK), suas potencialidades, vantagens, limitações e concepções educacionais subjacentes (TPK). Apesar de toda complexidade que existe para selecionar um software, da dificuldade para dominar seus recursos (TK) e a análise que o professor realiza sobre a aplicação do mesmo (TCK), vem propiciar ao educador a compreensão do potencial que aquela tecnologia pode oferecer para a aprendizagem do aluno (TPACK) (ALMEIDA, 2013).

Acreditamos que apenas com a vivência do uso pedagógico da tecnologia, em especial nos moldes do TPACK, durante a formação inicial do professor de matemática, é que será possível, futuramente, que uma quantidade em massa, de profissionais da educação possam utilizar e tirar proveito dos recursos tecnológicos na Educação Básica de modo a inovar a maneira de abordar os conteúdos matemáticos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Maria Elizabeth B. T. M. P. de, Ensinar e aprender com as tecnologias de informação e comunicação. In: Klaus Schlunzen Junior. (Org.). Caderno de formação: formação de professores: Bloco 3: Gestão Escolar - Gestão da Informação. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013, v. 4, p. 23-48.
- CARNEIRO, Reginaldo F.; PASSOS, Cármen Lúcia Brancaglioni. As Concepções de Professores de Matemática em Início de Carreira sobre as Contribuições da Formação Inicial para a Utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação. **Bolema**, Rio Claro, vol. 23, n. 36, 2010, p. 775-800
- CHAI, Ching Sing; KOH, Joyce Hwee Ling; TSAI, Chin-Chung. A Review of Technological Pedagogical Content Knowledge. **Educational Technology & Society**, 16 (2), 31–51, 2013.
- CIBOTTO, Rosefran A. G; OLIVEIRA, Rosa M. M. A. 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. **Anais... V EPCT**, 2012.
- COUTINHO, Clara Pereira. TPACK: em busca de um referencial teórico para a formação de professores em Tecnologia Educativa. **Revista Paidéi@**, UNIMES VIRTUAL, v. 2, n. 4. jul, 2011.
- FIORENTINI, Dario. A pesquisa e as práticas de formação de professores de matemática em face das políticas públicas no Brasil. **Bolema**. Rio Claro: Unesp, ano 21, n. 29, abril. 2008, p. 43-70.
- GRAHAM, Charles R. Theoretical considerations for understanding technological pedagogical content knowledge (TPACK). **Computers & Education**. 57 (3), 1953-1960, 2011.
- GRAHAM, Charles R; BURGOYNE, Nicolette; CANTRELL, Pamela; SMITH, Leigh; ST. CLAIR, Larry; HARRIS, Ron. TPACK Development in Science Teaching: Measuring the TPACK Confidence of Inservice Science Teachers. **Techtrends**, 53 (5), 70-79, 2009.
- HARRIS, Judith; MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew. Teachers' technological pedagogical content knowledge and learning activity types: Curriculum-based technology integration reframed. **Journal of Research on Technology in Education**, vol 41, n. 4, 393-416. 2009.
- HARRIS, Judith B; HOFER, Mark J. 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**, vol 43, n. 3, 211-229, 2011.
- KOEHLER, M. J; MISHRA, P. Teachers learning technology by design. **Journal of Computing in Teacher Education**, 21(3), 94–102. 2005.
- KOEHLER, M. J; MISHRA, P. Introducing Technological Pedagogical Knowledge. In AACTE (Eds.), **The handbook of technological pedagogical content knowledge for educators**. (pp. 3-30). New York, NY: MacMillan. 2008.
- LOPES, J. P. A tecnologia na ótica dos professores: análise da integração entre conhecimentos pedagógicos, tecnológicos e do conteúdo.. In: **XIII Conferência Interamericana de Educação Matemática**, 2011, Recife. Anais da XII Conferência Interamericana de Educação Matemática. Recife, 2011.
- MALTEMPI, M. V.; JAVARONI, S. L. ;BORBA, M. C. Computadores e Internet em Educação Matemática: dezoito anos de pesquisa. **Bolema**, Rio Claro, v. 25 n. 41. p. 43-72, Dez. 2011.
- MAZON, M. J. S. **TPACK (Conhecimento Pedagógico de Conteúdo Tecnológico): Relação com as diferentes gerações de professores de Matemática**. 2012. 124 f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2012.
- MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, 108(6), 1017-1054, 2006.
- MIZUKAMI, M. G. N. Aprendizagem da Docência: algumas contribuições de L. S. Shulman. **Revista Educação**, Santa Maria, v. 29, n. 2, 2004.
- NISS, Margaret L. Gues Editorial: Preparing teachers to teach mathematics with technology. **Contemporary Issues in Technology and Teacher Education**. 6(2), 195-203, 2006.
- PIERSON, M. E. Technology integration practice as a function of pedagogical expertise. **Journal of Research on Computing in Education**, 33(4), 413–430. 2001.
- PONTE, João Pedro da; OLIVEIRA, Hélia; VARANDAS, José Manuel. O contributo das tecnologias de informação e comunicação para o desenvolvimento do conhecimento e da identidade profissional.

- In: FIORENTINI (Ed.). **Formação de professores de Matemática**: Explorando novos caminhos com outros olhares. Campinas: Mercado de Letras, p. 159-192, 2003.
- RAMOS, Daniela Karine. As tecnologias da informação e comunicação na educação: reprodução ou transformação? **ETD Educação Temática Digital**, Campinas, v. 13, n. 01, dez. 2011.
- SALVADOR, Daniel Fábio; ROLANDO, Luiz Gustavo Ribeiro; ROLANDO, Roberta Flávia Ribeiro. Aplicação do modelo de conhecimento tecnológico, pedagógico do conteúdo (TPCK) em um programa on-line de formação continuada de professores de Ciências e Biologia. **Revista electrónica de investigación en educación en ciencias**, Tandil, v. 5, n. 2, dic. 2010.
- SAMPAIO, Patricia; COUTINHO, Clara. Uma perspectiva sobre a Formação Contínua em TIC: Essencial ou apenas uma acreditação? In C. Leite et al. (Orgs.) **Actas do IX Colóquio sobre Questões Curriculares/V Colóquio Luso-Brasileiro - Debater o Currículo e seus campos**, pp. 3975-3984. Braga, Universidade do Minho, Edições. 2010.
- SILVA, M. T. **Curso de Informática Básica a Distância para Professores e Servidores da Escola Classe no2 do Paranoá – DF** (Monografia, 2009).
- SCHLÜNZEN JUNIOR, Klaus. Formação docente, gestão e tecnologias: desafios para a escola. In: Klaus Schlunzen Junior. (Org.). **Caderno de formação: formação de professores: Bloco 3: Gestão Escolar - Gestão da Informação**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013, v. 4, p. 15-22.
- SHULMAN, Lee S. Those Who Understand: knowledge growth in teaching. **Educational Research**. v. 12, n. 2, p. 4 – 14, 1986.
- SHULMAN, Lee S. Knowledge an Teaching: foundations of the new reform. **Harvard Educational Review**. v. 57, n.1, p. 1- 22, fev. 1987.
- THOMPSON, A. D. Breaking news: TPCK becomes TPACK! **Journal of Computing in Teacher Education**, 24(2), 2008.