

INTEGRAÇÃO DO TPACK NO PROCESSO DE ENSINO/APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

Patrícia Alexandra da Silva Ribeiro Sampaio¹
Clara Maria Gil Fernandes Pereira Coutinho²

Resumo: Ser professor de Matemática não é uma tarefa fácil, surgindo ainda a necessidade de integração da tecnologia na sala de aula através dos programas oficiais de Matemática, levantando-se as seguintes questões: O que será que o professor de Matemática necessita de saber para integrar com sucesso a tecnologia? Que referenciais teóricos têm sido desenvolvidos para estudar essa questão? Pois bem, para se ensinar Matemática, torna-se necessária uma compreensão profunda da mesma (conteúdo), do processo de ensino/aprendizagem (pedagogia) e da tecnologia, surgindo o TPACK como um referencial teórico de integração da tecnologia em contexto de sala de aula. Apresenta-se uma breve descrição dos indicadores e normas do TPACK Matemático para professores, um processo de cinco etapas para os docentes enfrentarem a decisão final de aceitar ou rejeitar uma inovação específica para o ensino da Matemática com tecnologia, um conjunto de descritores de acordo com quatro grandes temas: currículo e avaliação, aprendizagem, ensino e acesso, e reflete-se, através de exemplos, sobre este modelo de desenvolvimento do TPACK Matemático do professor.

Palavras-chave: TPACK, Matemática, Tecnologia educativa.

¹ Professora de Matemática do ensino secundário, licenciada em Matemática e mestre em Tecnologia Educativa pela Universidade do Minho. Formadora reconhecida pelo Conselho Científico Pedagógico da Formação Contínua. Bolseira de doutoramento da Fundação para a Ciência e Tecnologia (Portugal).

² Licenciada em Economia, Mestre em educação na área de especialização de Tecnologia Educativa na Universidade do Minho. Professora do departamento de Currículo e Tecnologia Educativa da Universidade do Minho. Pesquisadora no âmbito da Formação de Professores, Investigação em TIC e Metodologias de Investigação em Educação.

TPACK'S INTEGRATION AT THE MATHEMATICS TEACHING/LEARNING PROCESS

Abstract: Being a Mathematics teacher is not an easy task, arising the need of integrating technology into the classroom through the Mathematics official programs, raising the following questions: What does the Mathematics teacher needs to know to integrate successfully technology? What theoretical frameworks have been developed to study this issue? Well, to teach Mathematics, it's necessary a deep understanding of it (content), the process of teaching/learning (pedagogy) and the technology itself, emerging TPACK as a theoretical framework for the technology integration in classroom context. It's presented a brief description of the indicators and standards of Mathematics TPACK for teachers, a five-step process for teachers to face the final decision to accept or reject an specific innovation to teach Mathematics with technology, a set of descriptors according to four major themes: curriculum and assessment, learning, education and access, and is reflected through examples on this model of development TPACK Mathematics teacher.

Keywords: TPACK, Mathematics, Educational technology.

1. INTRODUÇÃO

Afinal, o que significa usar a tecnologia no contexto do processo de ensino/aprendizagem da Matemática? Esta é uma questão pertinente que não deve ser descorada por nenhum professor da área. A tecnologia pode ser usada de diversas maneiras com o propósito de melhorar e aperfeiçoar o processo de ensino/aprendizagem da Matemática, pela facilitação da descoberta e da compreensão de conexões, através de atividades que permitam, por exemplo, estabelecer diferentes representações do mesmo objeto matemático. Mas, “o que será que o professor [de Matemática] precisa [de] saber para ensinar de forma eficiente em contextos tecnológicos? Que ferramentas teóricas têm sido construídas para estudar essa questão?” (PALIS, 2010, p. 432-433). Segundo Niess (2006), o TPACK é um referencial teórico importante para o ensino da

Matemática que deve ser desenvolvido no processo de ensino/aprendizagem. Para se ensinar Matemática, torna-se necessária uma compreensão profunda da Matemática (conteúdo), do processo de ensino/aprendizagem (pedagogia) e da tecnologia. E mais relevante que estes domínios de conhecimento isoladamente, os professores necessitam de um conhecimento integrado destes diferentes domínios, isto é, "quando os professores pensam sobre determinados conceitos matemáticos, em simultâneo, eles consideram como poderiam ensinar as ideias importantes incorporadas nesses conceitos matemáticos de tal forma que a tecnologia coloque o conceito de uma maneira compreensível para os seus alunos" (NIESS, 2006).

Apresenta-se uma breve descrição do referencial teórico para a tecnologia educativa denominado de conhecimento pedagógico, tecnológico do conteúdo, TPACK; seguindo-se uma possível integração da tecnologia no processo de ensino/aprendizagem da Matemática; apresenta-se o referencial TPACK Matemático e uma possível progressão do mesmo; terminando-se com a apresentação e exemplificação dos descritores de acordo com os grandes temas do modelo de desenvolvimento do TPACK Matemático. Este artigo foi desenvolvido no âmbito de uma bolsa de investigação da Fundação para a Ciência e Tecnologia (Portugal) com a referência SFRH/BD/71323/2010.

2. TPACK

O conhecimento específico que o professor detém do conteúdo que leciona apesar de necessário não é suficiente sem o conhecimento das estratégias pedagógicas adequadas para cada área específica (SHULMAN, 1986). A introdução de novas tecnologias no processo de ensino/aprendizagem provoca mais alterações que apenas a alteração das ferramentas utilizadas (HARRIS, MISHRA & KOEHLER, 2007). Qualquer abordagem de integração da tecnologia no

processo de ensino/aprendizagem deve refletir as diferenças disciplinares. Os professores precisam de ter desenvolvida uma estrutura de conhecimento integrado, que incorpora o conhecimento sobre o conteúdo, os alunos, a pedagogia, o currículo e a escola, eles necessitam de um conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK), que “representa a combinação da pedagogia com o conteúdo num entendimento de como tópicos particulares, problemas e questões são organizados, representados e adaptados aos diversos interesses e capacidades dos alunos e apresentados para ensinar” (SHULMAN, 1987, p. 8).

Mishra e Koehler (2006) propuseram um referencial teórico para o uso da tecnologia educativa baseado na formulação de Shulman (1986) do PCK, designado de conhecimento pedagógico, tecnológico do conteúdo (originalmente TPACK, agora também conhecido como TPACK), que enfatiza as conexões que se estabelecem entre conteúdo, pedagogia e tecnologia, assim como a complexa interação entre esse conhecimento e o contexto (figura 1). Um ensino com recurso à tecnologia impõe a compreensão das relações de reforço mútuo entre estes elementos, em conjunto, pois no centro do TPACK está a dinâmica entre conteúdo, pedagogia e tecnologia. Este referencial teórico para além de focar cada componente isoladamente, também os foca aos pares: conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK), conhecimento tecnológico do conteúdo (TCK), conhecimento tecnológico pedagógico (TPK) e os três em conjunto como conhecimento do conteúdo tecnológico pedagógico (TPACK), pois “não há tal coisa como puro conteúdo, pura pedagogia ou pura tecnologia” (HARRIS, MISHRA & KOEHLER 2007, p. 11). “Os professores devem compreender a forma complexa como estes três domínios, e os contextos em que são formados, coexistem e se influenciam uns aos outros” (SAMPAIO & COUTINHO, 2013).

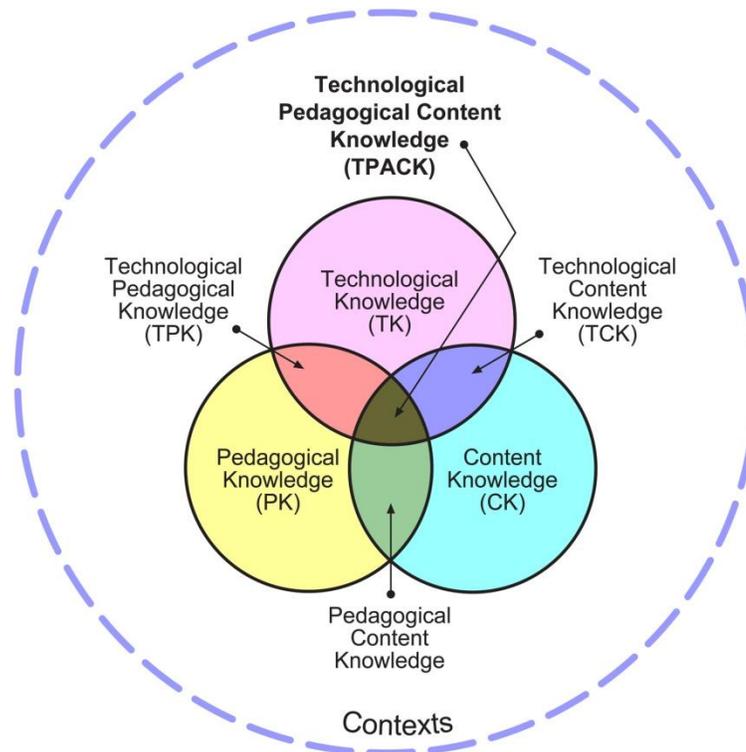


Figura 1: O quadro TPACK e os seus componentes do conhecimento (KOEHLER & MISHRA, 2009)

O TPACK é muito mais que estes três componentes isoladamente: conteúdo, pedagogia e tecnologia. Para ensinar eficazmente com tecnologia os professores precisam de desenvolver "uma concepção abrangente do assunto em relação à tecnologia e o que significa ensinar com a tecnologia - um PCK tecnológico (TPCK)" (NIESS, 2005, p. 510). Só através da fluência e flexibilidade cognitiva em cada domínio (conteúdo, pedagogia e tecnologia) e nas relações que se estabelecem entre os domínios (PCK, TCK, TPK, TPACK) que se desenvolvem em contextos específicos, os docentes conseguirão alcançar o sucesso educativo (SAMPAIO & COUTINHO, 2013).



O desenvolvimento de um tópico por parte de um professor em contexto de sala de aula requer um cruzamento de todas as três principais fontes de conhecimento: tecnologia, pedagogia e conteúdo, sendo fundamental a interligação destes componentes com o intuito de se desenvolver o TPACK e provocar uma efetiva alteração na prática letiva dos professores. Não existe uma solução tecnológica milagrosa e única que se aplica a todos os docentes, alunos, cursos, tópicos...

3. INTEGRAÇÃO DA TECNOLOGIA NO PROCESSO DE ENSINO/APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

Os padrões de tecnologia educativa para professores definidos pelos Estados Unidos da América (ISTE, 2002) proporcionaram um enquadramento de pesquisa aos investigadores, dividido em seis áreas, em torno da integração da tecnologia no processo de ensino/aprendizagem da Matemática: conceitos e operações da tecnologia; planear e projetar ambientes de aprendizagem e experiências; ensino, aprendizagem e currículo; monitorização e avaliação; produtividade e prática profissional; questões sociais, éticas, legais e humanas; levantando várias questões:

Quais são as operações e os conceitos gerais para todas as tecnologias? Como é que se aplicam a tecnologias específicas da Matemática? Quais os conceitos específicos da Matemática que são importantes nas tecnologias? Que estratégias são essenciais ao orientar os alunos na aprendizagem de conceitos particulares de Matemática com tecnologias específicas? Como deve ser estruturada a aprendizagem do aluno sobre as tecnologias com a aprendizagem da Matemática? Os alunos devem aprender conceitos de Matemática antes de usar as ferramentas tecnológicas? Como difere a avaliação numa experiência rica em tecnologia educacional? Como é que os professores desenvolvem a postura profissional para continuar a desenvolver o TPACK? Como é que os professores de Matemática lidam com uma diversidade de acesso às tecnologias?

Torna-se um desafio identificar programas de formação de professores que levam ao desenvolvimento do TPACK para ensinar Matemática. Neste sentido, Niess (2005, p. 511-512) estendeu os quatro componentes centrais desenvolvidos por Grossman (1990) sobre o PCK, como forma de esclarecer o desenvolvimento do TPACK em programas de formação de professores de Matemática:

1. Uma concepção abrangente do que significa ensinar um determinado assunto, como a Matemática, integrando a tecnologia na aprendizagem;
2. Conhecimento de estratégias de ensino e representações para o ensino, com a tecnologia, de tópicos matemáticos específicos;
3. Conhecimento da compreensão, do pensamento e da aprendizagem dos alunos, com a tecnologia, em matérias como a Matemática;
4. O conhecimento do currículo e materiais curriculares que integram a aprendizagem da Matemática com tecnologia. (NIESS, 2006)

Os professores, de um modo geral, apresentam um conhecimento limitado sobre tecnologia educativa para o ensino/aprendizagem da Matemática, quer por não terem aprendido Matemática com essa tecnologia, por existir uma variedade muito grande de tecnologia disponível, pela falta de formação, pela falta de tempo, pela desatualização do conhecimento tecnológico, ..., necessitando-se de uma formação contínua dos docentes que integre a tecnologia educativa segundo o referencial TPACK. Para Niess (2006), a formação contínua de docentes deve ajudá-los a tornarem-se bem informados sobre a tecnologia, sendo desafiados a integrá-la no ensino, “necessitando de reconhecer e emanar das experiências dos professores e proporcionar-lhes experiências estendidas no ensino da Matemática com a tecnologia”. Os professores necessitam de construir uma atitude reflexiva e profissional sobre as ferramentas usadas no ensino da Matemática.

Os programas de preparação de professores de Matemática devem garantir que todos os professores e candidatos a professores de Matemática têm a oportunidade de adquirir o conhecimento e as experiências necessárias à incorporação da tecnologia no contexto do processo de ensino/aprendizagem da Matemática. (AMTE, 2006)

Como sabemos a evolução da tecnologia é constante, apesar da sua efetiva integração em contexto de sala de aula parecer que anda sempre um passo atrás. Desde 2007 que o Comitê de Tecnologia da AMTE (Association of Mathematics Teachers Educators) está a tentar desenvolver um quadro teórico de integração do TPACK no processo de ensino/aprendizagem da Matemática, propondo o referencial “Mathematics TPACK”, organizado em torno de quatro áreas:

- 1- Concepção e desenvolvimento de experiências e ambientes de aprendizagem matemáticos com apoio tecnológico;
 - 2- Orientação da educação matemática com ferramentas tecnológicas integradas;
 - 3- Avaliação de ambientes de ensino/aprendizagem matemáticos apoiados por tecnologias;
 - 4- Envolvimento no desenvolvimento profissional contínuo para melhorar o conhecimento do conteúdo tecnológico pedagógico.
- (AMTE, 2009)

Niess et al (2009, p. 18-19) apresentaram um referencial teórico organizado, de forma semelhante ao proposto pelo Comitê de Tecnologia da AMTE (2009), em torno de quatro áreas: concepção e desenvolvimento de experiências e ambientes digitais de aprendizagem; ensino, aprendizagem e currículo matemático; análise e avaliação; produtividade e prática profissional (tabela 1).

Tabela 1: Indicadores e normas do TPACK Matemático para professores, traduzido de Niess et al (2009, p. 18-19), baseado em AMTE (2009)

I. Concepção e desenvolvimento de experiências e ambientes digitais de aprendizagem

Os professores concebem e desenvolvem autênticos ambientes de aprendizagem e experiências incorporando ferramentas e recursos digitais apropriados para maximizar a aprendizagem da Matemática no contexto.

Os professores ...

1. Identificam, localizam e avaliam:
 - ambientes, tarefas e experiências matemáticas no currículo para integrar ferramentas tecnológicas digitais para apoiar a aprendizagem e criatividade matemática individual e colaborativa dos alunos;
 - recursos e ferramentas tecnológicas apropriados para esses ambientes, tarefas e experiências matemáticas.
2. Concebem oportunidades de aprendizagem matemática apropriadas que incorporem tarefas matemáticas interessantes, baseadas na investigação atual e que aplicam tecnologias apropriadas para apoiar as diversas necessidades de todos os alunos na aprendizagem da Matemática (considerando diversos estilos de aprendizagem, estratégias de trabalho e habilidades usando ferramentas e recursos digitais).
3. Planeiam estratégias que facilitem a equidade de todos os alunos ao acesso a recursos tecnológicos, na aprendizagem da Matemática.

II. Ensino, aprendizagem e currículo matemático

Os professores implementam planos curriculares que incluem métodos e estratégias para aplicar tecnologias apropriadas para maximizar a aprendizagem e a criatividade matemática dos alunos.

Os professores ...

1. Incorporam o conhecimento da compreensão, do pensamento e da aprendizagem da Matemática com tecnologia de todos os alunos.
2. Facilitam as experiências matemáticas que incorporam tecnologia que fomentam a criatividade e incentivam todos os alunos a desenvolver habilidades de pensamento de ordem superior, promovendo o discurso entre os alunos assim como entre professores e alunos.
3. Usam a tecnologia para suportar estratégias centradas no aluno que abordam as diversas necessidades de todos os alunos na aprendizagem da Matemática, assim como estas estratégias ajudam os alunos a tornarem-se responsáveis e a refletirem sobre as suas próprias aprendizagens.
4. Defendem, modelam e ensinam o uso seguro, legal e ético da informação e tecnologia digital usadas por todos os alunos na aprendizagem da Matemática.

III. Análise e avaliação

Os professores aplicam a tecnologia para facilitar uma variedade de estratégias de análise e avaliação eficazes.

Os professores ...

1. Aplicam tecnologias apropriadas para avaliar a aprendizagem matemática de todos os alunos, refletir sobre os resultados da avaliação e comunicar esses resultados usando uma variedade de ferramentas e técnicas.
2. Avaliam o uso apropriado e ético dos alunos dos recursos tecnológicos na aprendizagem e comunicação matemática.
3. Utilizam a avaliação formativa baseada na tecnologia para avaliar a aprendizagem matemática dos alunos e para ajustar estratégias educacionais.
4. Alinham as expectativas tecnológicas para tarefas e práticas de conhecimento com as da turma de Matemática.

IV. Produtividade e prática profissional

Os professores usam a tecnologia para melhorar a sua produtividade e prática profissional.

Os professores ...

1. Avaliam e refletem sobre o uso eficaz das tecnologias existentes e emergentes para melhorar a aprendizagem matemática de todos os alunos.
2. Exibem liderança ao demonstrarem uma visão baseada na pesquisa da integração da tecnologia no ensino da Matemática.
3. Demonstram e promovem uma utilização segura, legal e ética da tecnologia para aprender e explorar a

- Matemática com os alunos, pais e colegas.
4. Usam a tecnologia para comunicar e colaborar com os pais, os colegas e a comunidade maior, a fim de fomentar a aprendizagem matemática do aluno.
 5. Participam e interagem regularmente em atividades profissionais em curso, aproveitando os recursos novos e emergentes de comunicação digital, para melhorar o seu conhecimento tecnológico, pedagógico e de conteúdo para a promoção da criatividade e aprendizagem matemática dos alunos.

Guerrero (2010) também propôs um referencial teórico neste sentido organizado em torno de quatro áreas: conceção e uso da tecnologia; ensino da Matemática baseado na tecnologia; gestão da sala de aula com recurso à tecnologia; profundidade e abrangência do conteúdo matemático. Uma integração eficiente da tecnologia no ensino da Matemática “inclui um conhecimento específico da gestão, do ensino e da pedagogia a usar com tecnologia; um elevado conhecimento dos conteúdos matemáticos; e um conhecimento de quando e como melhor usar a tecnologia para apoiar o ensino da Matemática” (GUERRERO, 2010, p 134).

4. PROGRESSÃO DO TPACK DA MATEMÁTICA

Embora o TPACK Matemático defina metas para a integração da tecnologia na Matemática, não fornece informações sobre como os professores obtêm o conhecimento integrado para ensinar esta disciplina com tecnologia, o que levanta várias questões:

Como é que o TPACK se desenvolve?

Existe um processo em que os professores ganham conhecimentos do TPACK da Matemática? Os professores evidenciam esse conhecimento nas suas práticas profissionais, de repente? (NISS ET AL, 2009, p. 9)

Como se realiza esta progressão do desenvolvimento do TPACK da Matemática?

Segundo Rogers (2003, p. 12), “uma inovação é uma ideia, uma prática ou um projeto percebido como novo por um indivíduo ou outra unidade de adoção”. A inovação pode ter surgido há já algum tempo, mas o que é relevante é se é percebida como tal pelo indivíduo, sendo assim que se determina o seu carácter de inovação, salientando-se que a sua adoção é frequentemente difícil. Este é um processo de tomada de decisão caracterizado como “uma

atividade de procura e processamento de informação em que um indivíduo é motivado a reduzir a incerteza sobre as vantagens e desvantagens de uma inovação” (ROGERS, 2003, p. 172), que está dividido em cinco etapas: conhecimento, persuasão, decisão, execução e confirmação. Niess et al (2009, p. 9) propõem um modelo que expõe a progressão do TPACK da Matemática conforme os professores integram a tecnologia ao processo de ensino/aprendizagem da Matemática, inspirado no modelo de processo de decisão de inovação introduzido por Rogers (2003). Os professores precisam de passar por um processo de cinco etapas para tomarem a decisão final de aceitar ou rejeitar uma inovação específica para o ensino da Matemática com tecnologia:

1ª Reconhecimento (conhecimento) – onde os professores são capazes de usar a tecnologia e reconhecer o alinhamento da mesma com o conteúdo da Matemática, mas ainda não integram a tecnologia no ensino e aprendizagem da Matemática.

2ª Aceitação (persuasão) – onde os professores formam uma atitude favorável ou desfavorável para o ensino e aprendizagem da Matemática com uma tecnologia apropriada.

3ª Adaptação (decisão) – onde os professores se envolvem em atividades que conduzem a uma escolha para aprovar ou rejeitar o ensino e a aprendizagem da Matemática com uma tecnologia adequada.

4ª Exploração (execução) – onde os professores integram ativamente o ensino e a aprendizagem da Matemática com uma tecnologia apropriada.

5ª Avanço (confirmação) – onde os professores avaliam os resultados da decisão de integrar o ensino e a aprendizagem da Matemática com uma tecnologia apropriada.

Não se pode afirmar que a tecnologia por si só melhora o ensino, no entanto a integração da tecnologia na sala de aula realizada com um *princípio, meio e fim*, de acordo com objetivos específicos, no âmbito de conceitos particulares, de acordo com o contexto, poderá trazer benefícios para o ensino. Os alunos devem ser integrados neste uso da tecnologia e não ser restrita apenas aos professores. A integração da tecnologia em contexto de sala de aula é um processo progressivo, que leva o seu tempo, não é imediato. Os professores precisam de reconhecer a existência de tecnologia educativa, distinguindo diferentes recursos e entender que estas ferramentas tecnológicas podem ser usadas com conteúdos específicos. Quando as

experimentarem poderão formar uma atitude positiva ou negativa relativa a cada ferramenta de forma a aceitarem algumas ferramentas e outras não. Só em caso de aceitação da tecnologia, os professores prepararão atividades com a mesma a serem aplicadas aos seus alunos e, com o tempo, pela realização de diferentes experiências, avaliando as suas decisões e resultados obtidos, os docentes melhorarão esta integração ativa da tecnologia no processo de ensino/aprendizagem. A adoção ou resistência da tecnologia é um processo complexo. Os professores precisam de tempo para mudar as suas práticas letivas. A partilha de experiências é uma forma de promover novas metodologias de ensino e, portanto, a integração efetiva da tecnologia nas salas de aula, com alunos ativamente envolvidos.

O Comité de Tecnologia da AMTE criou uma descrição visual (figura 2) para se pensar sobre os vários níveis TPACK.

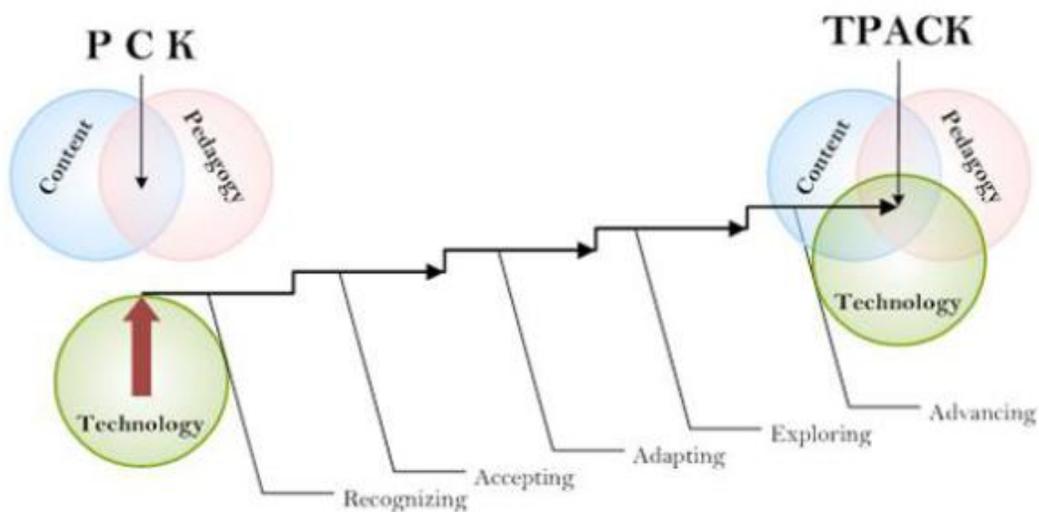


Figura 2: Descrição visual dos níveis de desenvolvimento do TPACK pelos professores (NIESS ET AL, 2009, p. 10).

Este processo de desenvolvimento do TPACK não é linear, já que a transição de um nível para o outro não apresenta uma progressão regular. Um professor pode assumir diferentes níveis relativamente a diferentes aspetos da sua atividade docente, algumas experiências podem conduzir a uma regressão do nível ou podem permitir uma predisposição para a aceitação de outra tecnologia.

Esta interpretação do desenvolvimento do TPACK não está diretamente relacionada com a Matemática e neste sentido o Comitê de Tecnologia da AMTE decidiu desenvolver um conjunto de descritores (tabela 2) de acordo com quatro grandes temas: currículo e avaliação, aprendizagem, ensino e acesso, criando um modelo do desenvolvimento do TPACK Matemático do professor.

Tabela 2: Descritores de acordo com grandes temas do modelo de desenvolvimento do TPACK Matemático, traduzido de Niess et al (2009, p. 11)

Temas	Descritores
Currículo e Avaliação	<ul style="list-style-type: none">• Currículo, o tratamento do assunto;• Avaliação, avaliando a aprendizagem dos alunos.
Aprendizagem	<ul style="list-style-type: none">• Concentração no assunto (ou seja, a aprendizagem de tópicos da Matemática);• Demonstração de concepções de como os alunos aprendem (ou seja, desenvolvimento de habilidades de raciocínio dos alunos).
Ensino	<ul style="list-style-type: none">• Concentração no assunto (ou seja, a aprendizagem de tópicos da Matemática);• Abordagens educacionais;• O ambiente da sala de aula;• Desenvolvimento profissional.
Acesso	<ul style="list-style-type: none">• Uso (se os alunos estão ou não autorizados a utilizar a tecnologia);• Barreiras (como os professores conduzem as barreiras à integração da tecnologia);• Disponibilidade (como a tecnologia faz com que os níveis mais elevados e a Matemática fiquem mais disponíveis para a investigação de um número maior e mais diverso de estudantes).

Os descritores de acordo com os grandes temas (currículo e avaliação, aprendizagem, ensino, acesso) do modelo de desenvolvimento do TPACK Matemático necessitam de ser expandidos de forma a obtermos uma compreensão mais elucidativa. Apresentam-se alguns exemplos de ações que os professores poderão adoptar no sentido de melhorar a aprendizagem da Matemática com tecnologia.

Relativamente ao currículo e à avaliação, por exemplo, no nível do reconhecimento, o professor cria gráficos de funções lineares através do recurso a calculadoras gráficas, no entanto apresenta dúvidas sobre como esta tecnologia poderá ajudar os alunos na aprendizagem de conceitos básicos, não permitindo o uso das calculadoras gráficas por parte dos alunos aquando da realização de fichas de avaliação.

Quanto à aprendizagem, por exemplo, no nível da aceitação, o professor apresenta preocupações que o aluno se foque na tecnologia em si e não nos conceitos matemáticos, limitando o uso da mesma na introdução e desenvolvimento de conceitos essenciais, repetindo a resolução de atividades matemáticas, através do auxílio da tecnologia, sem esse auxílio.

No ensino, por exemplo, no nível da adaptação, o professor usa a tecnologia para reforçar aprendizagens matemáticas anteriores, adaptando aulas que envolvam atividades com tecnologias, mantendo o controlo sobre essas atividades, mas já permitindo, em simultâneo, aos alunos, a exploração.

Relativamente ao acesso, por exemplo, no nível da exploração, o professor propõe a resolução de um problema da vida real com recurso da calculadora gráfica, tendo os alunos de interpretar a situação, através do uso da tecnologia, explorando, aplicando e analisando conceitos fundamentais, incorporando múltiplas representações como gráficos, tabelas, expressões analíticas, ... Neste caso, o uso da tecnologia é incentivado durante as aulas pela integração ativa de tecnologia adequada.

No nível do avanço, quanto ao tema currículo e avaliação, o professor desenvolve ideias inovadoras de uso da tecnologia para desenvolver o pensamento matemático nos alunos, integrando efetivamente a tecnologia, refletindo a adaptando quer o currículo, de forma a melhorá-lo, quer a avaliação das suas práticas e das aprendizagens dos alunos. Quanto ao tema aprendizagem, a integração da tecnologia verifica-se na íntegra, e não apenas como uma adição, no desenvolvimento da aprendizagem matemática. O professor planeia, implementa e reflete em atividades que envolvam raciocínios avançados que se apoiam em ferramentas tecnológicas.

Quanto ao tema ensino, o professor aceita conscientemente a tecnologia como ferramenta indispensável na sala de aula, propondo atividades com recurso à tecnologia, mas permitindo que os alunos as desenvolvam de forma autónoma. Finalmente, quanto ao tema acesso, o professor permite sempre o uso da tecnologia na sala de aula e reconhece o desafio de ensinar com essa tecnologia, planeando as aulas de forma a maximizar todos os recursos disponíveis.

5. DISCUSSÃO

Os alunos de hoje possuem telemóveis, *Tablets*, acesso à internet..., estando constantemente em contato com o que se passa no mundo. Para além do conhecimento científico sobre a disciplina, as aulas preparadas pelos professores de Matemática devem ser tecnológica e pedagogicamente ricas de forma a estimular o interesse dos alunos e acompanhar o quotidiano da sociedade de informação e conhecimento em que estamos inseridos. No entanto, é necessário reforçar que a maioria dos professores não se formou em ambientes desse tipo, não possuindo, deste modo, modelos de ensino onde se basear (SALVADOR, ROLANDO & ROLANDO, 2010). Por exemplo, em Portugal, um professor de Matemática do ensino secundário (alunos entre 15 e 18 anos de idade) tem de saber usar calculadoras gráficas nas suas aulas, no entanto a maioria dos professores concluiu o ensino secundário sem nunca terem utilizado este recurso. Não obstante, professores de Matemática têm de saber, não apenas, usar recursos tecnológicos nas suas aulas, mas também de saber ensinar com eles, o que pode causar alguns problemas de integração efetiva da tecnologia nas aulas (COUTINHO, 2009). Para adquirir conhecimento tecnológico sobre este recurso, um professor pode ler ou ver tutoriais sobre esta tecnologia educativa, frequentar ações ou oficinas de formação de curta duração sobre o assunto, no entanto para ensinar conceitos matemáticos com esta ferramenta é preciso muito mais, porque a interação e conexão entre conteúdo, tecnologia e pedagogia não é fácil de alcançar e leva tempo (LOPES, 2011).

Torna-se urgente ensinar os professores a ensinarem com as TIC os seus conteúdos. Não é uma tarefa tão simples como inicialmente se pensava, tendo em conta os resultados de inúmeros projetos desenvolvidos ao longo de vários anos. Mas como ajudar os professores a integrarem as tecnologias nas suas aulas de uma forma eficiente? A resposta a esta questão é bastante complexa, surgindo o TPACK como um referencial teórico que se foca não na pedagogia, na tecnologia ou no conteúdo em si, mas na interação que estes três componentes estabelecem. (SAMPAIO & COUTINHO, 2012, 103)

Segundo Guerrero (2010), um professor evidencia ter desenvolvido o TPACK Matemático para algumas tecnologias educativas se for capaz de usar essas tecnologias para tornar os conteúdos matemáticos que deve lecionar nas suas aulas mais facilmente compreensíveis e acessíveis aos alunos, pensando sempre a melhor forma de organizar e gerir a aula, assim como manter-se constantemente atualizado pedagógica e tecnologicamente e sobre o currículo da disciplina.

6. CONSIDERAÇÕES

Não existe uma solução tecnológica que se aplica a todos os professores, disciplinas, cursos... No entanto, a qualidade do ensino requer o desenvolvimento de uma compreensão diferenciada das complexas relações entre pedagogia, conteúdo e tecnologia, permitindo a construção de estratégias específicas ao contexto. Muitos professores consideram-se pouco preparados para utilizar ferramentas tecnológicas na sala de aula ou não valorizam as mesmas, não as aplicando em contexto de sala de aula ou apenas com grandes limitações e sobre grande controlo, mas para uma efetiva integração da tecnologia em contexto de sala de aula é necessário o desenvolvimento do TPACK pela interligação de todos os três componentes (conteúdo, pedagogia e tecnologia) o que provoca uma efetiva alteração na prática letiva dos docentes.

Mas, como usar a tecnologia educativa de uma forma eficiente na Matemática? Para tal foi desenvolvido um modelo de integração denominado TPACK Matemático que se desenrola em

cinco fases: reconhecimento, aceitação, adaptação, exploração e avanço, de acordo com quatro grandes temas: currículo e avaliação, aprendizagem, ensino e acesso.

Ser professor é uma tarefa árdua que requer constante atualização e, no caso particular da Matemática, a tecnologia impõe-se nos programas oficiais da disciplina. A aprendizagem da Matemática recorre sempre a vários recursos, tendo os professores e os alunos de saberem utilizar materiais manipuláveis na aprendizagem de diversos conceitos. Por exemplo, as calculadoras e os computadores são importantes “na resolução de problemas e na exploração de situações, casos em que os cálculos e os procedimentos de rotina não constituem objetivo prioritário de aprendizagem, e a atenção se deve centrar nas condições da situação, nas estratégias de resolução e na interpretação e avaliação dos resultados” (Ponte, João & et al. 2007, p. 9-10). Neste caso, o professor deverá planejar, implementar e refletir em atividades que envolvam raciocínios avançados que se apoiam em ferramentas tecnológicas, estando já na fase da confirmação (avanço) do tema aprendizagem.

Através da formação contínua os professores poderão colmatar algumas das suas dúvidas relativamente à tecnologia educativa e pela partilha de materiais e experiências nas escolas, os docentes poderão evoluir ao longo do TPACK Matemático com certas tecnologias e conceitos. Desde o reconhecimento de que a tecnologia poderá ser ou não útil no processo de ensino/aprendizagem da Matemática até à efetiva integração da mesma na sala de aula e sua avaliação, há um longo caminho a percorrer.

7. AGRADECIMENTOS

Este artigo foi desenvolvido no âmbito de uma bolsa de investigação da Fundação para a Ciência e Tecnologia (Portugal) com a referência SFRH/BD/71323/2010.

REFERÊNCIAS

AMTE – Association of Mathematics Teacher Educators (2006). *Preparing teachers to use technology to enhance the learning of mathematics*. Disponível em <<http://www.amte.net/sites/all/themes/amte/resources/AMTETechnologyPositionStatement.pdf>>

Acesso em: 02/12/2011.

AMTE – Association of Mathematics Teacher Educators (2009). *Mathematics TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) Framework*. Disponível em <http://www.amte.net/AMTE_legacy/Math%20TPACK%20Framework.pdf> Acesso em:

02/12/2011.

COUTINHO, Clara (2013). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática*, (2ª Ed.). Coimbra: Almedina.

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

GUERRERO, Shannon (2010). **Technological Pedagogical Content Knowledge in the Mathematics Classroom**. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 26 (4), 132-139.

HARRIS, Judith; MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew (2007). **Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge: Curriculum-based Technology Integration Reframed**. In: *Annual Meeting of the American Educational Research Association*, Chicago, IL. Disponível em <http://tpck.org/tpck/index.php?title=Reference_Library>. Acesso em 30/12/2011.

INTERNATIONAL SOCIETY FOR TECHNOLOGY IN EDUCATION – ISTE (2002). *National educational technology standards for teachers: Preparing teachers to use technology*. Eugene, OR: ISTE.

KOEHLER, Matthew; MISHRA, Punya (2009). **What is technological pedagogical content knowledge?** In: *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1). Disponível em <<http://www.citejournal.org/vol9/iss1/general/article1.cfm>>. Acesso em 06/05/2011.



- LOPES, Janice (2011). **A tecnologia na ótica dos professores: análise da integração entre conhecimentos pedagógicos, tecnológicos e do conteúdo (CO)**. In *XIII CIAEM-IACME* (Conferência InterAmericana de Educação Matemática), Recife, Brasil.
- MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew (2006). **Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge**. In: *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
- NIESS, Margaret (2005). **Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge**. In: *Teaching and Teacher Education*, 21, 509–523.
- NIESS, Margaret (2006). **Guest Editorial: Preparing teachers to teach mathematics with technology**. In: *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 6(2). Disponível em <<http://www.citejournal.org/vol6/iss2/mathematics/article1.cfm>>. Acesso em 06/05/2011.
- NIESS, Margaret; RONAU, Robert; SHAFER, Kathryn; DRISKELL, Shannon; HARPER, Suzanne; JOHNSTON, Christopher; BROWNING, Christine; ÖZGÜN-KOCA, S. Asli; KERSAINT, Gladis (2009). **Mathematics Teacher TPACK Standards and Development Model**. In: *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 4-24.
- PALIS, Gilda (2010). **O conhecimento tecnológico, pedagógico e do conteúdo do professor de Matemática**. In: *Educação Matemática Pesquisa*, São Paulo, 12(3), 432-451.
- PONTE, João & et al. (2007). **Programa de Matemática do Ensino Básico**. Lisboa: Ministério da Educação.
- ROGERS, Everett (2003). **Diffusion of innovations**. (5ª edição). New York: Free Press.
- SALVADOR, Daniel; ROLANDO, Luiz; ROLANDO, Roberta (2010). **Aplicação do modelo de conhecimento tecnológico, pedagógico do conteúdo (TPCK) em um programa on-line de formação continuada de professores de Ciências e Biologia**. In *REIEC - Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 5(2), 31-43.

SAMPAIO, Patrícia; COUTINHO, Clara (2012). **Ensinar Matemática com TIC: em busca de um referencial teórico.** In: *Revista Portuguesa de Pedagogia*, 46(2), 91-109.

SAMPAIO, Patrícia; COUTINHO, Clara (2013). **Ensinar com tecnologia, pedagogia e conteúdo.** In: *Revista Paidéi@*, 5(8). Disponível em <<http://revistapaideia.unimesvirtual.com.br>>. Acesso em: 09/12/2013.

SHULMAN, Lee (1986). **Those who understand: Knowledge growth in teaching.** In: *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.

SHULMAN, Lee (1987). **Knowledge and teaching: Foundations of the new reform.** In: *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.

Patrícia Alexandra da Silva Ribeiro Sampaio

Professora de Matemática do ensino secundário, licenciada em Matemática e mestre em Tecnologia Educativa pela Universidade do Minho. Formadora reconhecida pelo Conselho Científico Pedagógico da Formação Contínua. Bolseira de doutoramento da Fundação para a Ciência e Tecnologia (Portugal).

Clara Maria Gil Fernandes Pereira Coutinho

Licenciada em Economia, Mestre em educação na área de especialização de Tecnologia Educativa na Universidade do Minho. Professora do departamento de Currículo e Tecnologia Educativa da Universidade do Minho. Pesquisadora no âmbito da Formação de Professores, Investigação em TIC e Metodologias de Investigação em Educação.

Artigo recebido em 08/01/2014

Aceito para Publicação em 30/07/2014

Para citar este trabalho:

SAMPAIO, Patricia Alexandra da Silva Ribeiro; COUTINHO, Clara maria Gil Fernandes Pereira; INTEGRAÇÃO DO TPACK NO PROCESSO ENSINO/APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA. *RevistaPaidéi@* . Unimes Virtual. Vol.06 – JULHO/2014. Disponível em:

<http://periodicosunimes.unimesvirtual.com.br/index.php?jornal=paideia>