

O professor como construtor do currículo: integração da tecnologia em atividades de aprendizagem de matemática*

PATRÍCIA ALEXANDRA DA SILVA RIBEIRO SAMPAIO

Universidade do Minho, Braga, Portugal

CLARA PEREIRA COUTINHO

Universidade do Minho, Braga, Portugal

RESUMO

O desenvolvimento profissional dos professores de matemática, por meio de programas nacionais e formações contínuas, deve proporcionar experiências que envolvam investigação, pensamento, planeamento, prática e reflexão. No caso da tecnologia, não nos devemos focar nas ferramentas em si, mas no modo como são usadas pelos docentes em contexto de sala de aula. Existem taxonomias de atividades de aprendizagem baseadas no conteúdo assentes na ideia do professor como construtor do currículo, que, para integrar com sucesso a tecnologia educativa nas aulas, desenvolve o conhecimento pedagógico e tecnológico do conteúdo (TPACK), e apresenta-se a de matemática. Desse modo, reflete-se, por meio de vários estudos nacionais e internacionais, que as tecnologias deverão ser usadas pelos professores de acordo com objetivos, conteúdos e pedagogias específicas para terem um efeito positivo na aprendizagem dos alunos sobre as atividades baseadas no conteúdo que melhor se enquadram com essas tecnologias.

PALAVRAS-CHAVE

tecnologia educativa; TPACK; atividades de aprendizagem.

* Artigo redigido no âmbito de uma bolsa de doutoramento SFRH/BD/71323/2010, financiada pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) (Portugal).

TEACHERS AS CURRICULUM BUILDERS: INTEGRATING TECHNOLOGY TO LEARNING ACTIVITIES IN MATHEMATICS

ABSTRACT

Professional development of mathematics' teachers, through national programs and continuous training, should provide experiences that involve investigation, ideas, planning, practice and reflection. In the specific case of technology, we shouldn't focus only on tools itself, but the way they are used by teachers with their students. Based on the idea of the teacher as builder of curriculum, that develops technological pedagogical and content knowledge (TPACK) to integrate successfully the educational technology into the classroom, there are taxonomies of learning activities and mathematics is one of them. This way, through several national and international studies, we think that technologies should be used by teachers according to objectives, content and specific pedagogies to have a positive effect on student learning and which content based activities best fits with them.

KEYWORDS

educational technology; TPACK; learning activities.

EL PROFESOR COMO CREADOR DEL CURRÍCULO: INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE DE MATEMÁTICAS

RESUMEN

El desarrollo profesional de los profesores de matemáticas, a través de programas y formaciones continuas, debe proporcionar experiencias que incluyan investigación, pensamiento, planeamiento, práctica y reflexión. En el caso de la tecnología, no debemos enfocarnos en el tipo de tecnología, sino y sobre todo, en el modo como es utilizada por los profesores en el contexto del aula. Basado en la idea del profesor como creador del currículo, que para integrar con éxito la tecnología educativa desarrolla el conocimiento pedagógico y tecnológico del contenido (TPACK), existen taxonomías de actividades de aprendizaje pensadas desde el contenido, presentándose la de matemática. Así, se refleja a través de varios estudios nacionales e internacionales que las tecnologías deben ser usadas según los objetivos, contenidos y pedagogías específicas, a fin de alcanzar un efecto positivo en el aprendizaje de los estudiantes y que actividades basadas en el contenido mejor se encuadran con estas tecnologías.

PALABRAS CLAVE

tecnología educativa; TPACK; actividades de aprendizaje.

INTRODUÇÃO

Em Portugal, por meio de diversos projetos que foram sendo desenvolvidos ao longo dos últimos anos, em particular mediante o Plano Tecnológico da Educação, houve um enorme investimento financeiro do Estado português no apetrechamento das escolas públicas, com computadores, projetores multimídia, quadros interativos e internet banda larga. Mas será que podemos realmente afirmar que Portugal é um país tecnológico no campo da educação? Apesar desse fácil acesso à tecnologia nas escolas, será que ocorreram alterações efetivas nas práticas letivas dos docentes e no processo de ensino/aprendizagem? Shreiter e Ammon (1989) têm argumentado que a adaptação dos professores a novas práticas de ensino trata-se de um processo de assimilação e acomodação que resulta em transformações do pensamento, devendo, desse modo, a formação contínua de professores proporcionar experiências para envolvê-los na investigação, no pensamento, no planejamento, na prática e na reflexão.

Pois bem, se a escola tem de se adequar aos novos tempos, enriquecendo-se com novos equipamentos, não ocorrerá qualquer mudança sem os professores alterarem as suas atitudes, o que se poderá obter por meio de uma formação contínua que respeite o conhecimento pedagógico e tecnológico do conteúdo (TPACK). Segundo Koehler e Mishra (2008), essa visão do ensino (docentes como construtores do currículo) apresenta implicações, quer na educação, quer no desenvolvimento profissional dos professores: as abordagens meramente técnicas não são suficientes, já que aprender sobre tecnologia é diferente de aprender o que fazer com ela; a formação de professores deve ser gradual e em espiral, rumo a aplicações cada vez mais complexas; o foco deve ser no conteúdo, as tecnologias educativas devem ser usadas de acordo com objetivos/conteúdos/pedagogias específicas; a prática apresenta um papel central, no sentido de dar confiança de utilização; os professores devem adaptar a pedagogia ao contexto em que estão inseridos.

Realmente, os professores portugueses usam com maior frequência as tecnologias de informação e comunicação (TIC), mas esse uso ainda é bastante redutor relativamente às verdadeiras potencialidades daquelas (Alves, 2008). Não chega conhecer as tecnologias educativas, torna-se necessário conhecer também as atividades baseadas no conteúdo que se enquadram com essas tecnologias (Harris; Hofer, 2009).

Apresenta-se uma descrição de como o currículo é construído pelos professores, moldando-se de acordo com um certo conjunto de circunstancialismos, seguindo-se uma breve definição de TPACK como teoria de suporte à integração da tecnologia na prática efetiva dos docentes. Descreve-se o que são atividades de aprendizagem baseadas no conteúdo, referindo-se à existência de algumas taxonomias e apresentando-se mais detalhadamente a referente à matemática.

PROFESSORES CONSTRUTORES DO CURRÍCULO

O currículo não surge de forma independente, há uma forte interligação com os professores, que são uma parte integral do currículo construído e transmitido às turmas, já que o modo como é interpretado pelo professor, as decisões que toma

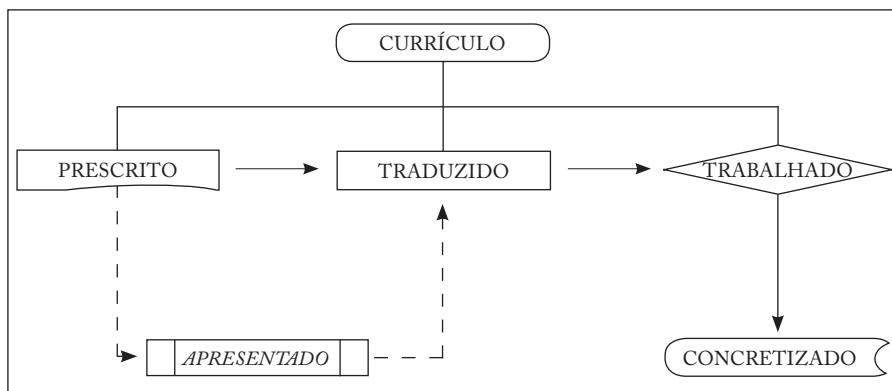


Figura 1 – Objetivação dos significados do currículo.

Fonte: Diogo e Vilar (1998, p. 8).

Elaboração das autoras.

e o modo como as concretiza influenciam o currículo. Apesar da diversidade de concepções e práticas acerca do currículo, José Pacheco (1996, p. 20) define-o

como um projecto, cujo processo de construção e desenvolvimento é interactivo, que implica unidade, continuidade e interdependência entre o que se decide ao nível do plano normativo, ou oficial, e ao nível do plano real, ou de processo de ensino-aprendizagem.

Por conseguinte, o currículo corresponde a um conjunto de valores, significados e padrões de vida e, simultaneamente, é uma fonte de conhecimentos, compreensões, técnicas, destrezas e estratégias necessárias para o desenvolvimento tanto pessoal como social do sujeito. Mas esse processo requer uma progressão (Diogo; Vilar, 1998), isto é, desde as decisões assumidas pela Administração Central do Sistema Educativo (Lei de Bases do Sistema Educativo, decretos-lei, programas...) que constituem o instrumento nuclear da política curricular: *currículo prescrito* é necessário interpretar seu conteúdo: *currículo apresentado*, por meio de manuais escolares, publicações científicas e didáticas, passando pela planificação curricular e consequentes programações pedagógico-didáticas levadas a cabo na escola: *currículo traduzido*. Já na sala de aula, o professor realiza diversas atividades em função dessas finalidades educativas assumidas: *currículo trabalhado*, dando significado real às decisões curriculares previamente assumidas, o que implica uma aprendizagem significativa dos alunos a diversos níveis: cognitivo, motor, afetivo, moral, social, materializando-se o currículo: *currículo concretizado* (Figura 1).

Como tal, esse processo de construção do currículo implica que professores interpretem, alterem e procedam à revisão e adaptação do currículo prescrito, de acordo com as situações concretas de suas intervenções educativas e de suas perspectivas e concepções curriculares, de forma a surgir um currículo trabalhado adequado ao meio envolvente, à diversidade dos alunos e com a participação de toda a comunidade educativa. Desse modo, afirma José Pacheco (1996, p. 18), “o currículo é um propósito que não é neutro em termos de informação, já que esta

deriva de diferentes níveis e é veiculada por diversos agentes curriculares dentro do contexto de vários condicionalismos”.

TPACK

Mishra e Koehler (2006) elaboraram um quadro conceitual para a tecnologia educativa denominado TPACK, baseado na formulação de Shulman (1986) do conhecimento pedagógico do conteúdo, estendida à integração tecnológica. Trata-se de uma forma de representar o que os professores necessitam saber sobre a tecnologia para ensinar pedagogicamente os conteúdos. Segundo Schulman (*idem*), para alguém se tornar um bom docente, não é suficiente deter o conhecimento do conteúdo e de estratégias pedagógicas gerais; para ensinar, os professores precisam 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. No entanto, Shulman não discutiu explicitamente a tecnologia e sua relação com o conteúdo, a pedagogia e os alunos.

Afinal, o que os professores necessitam saber sobre a tecnologia e como podem adquirir esse conhecimento? Para Koehler e Mishra (2005), não devemos nos focar na tecnologia em si, mas, em vez disso, no modo como é utilizada. Segundo Mishra e Koehler (2006, p. 1.020), “a base deste quadro teórico é o entendimento que o ensino é uma atividade extremamente complexa que recorre a diversos tipos de conhecimentos”. Acrescentando ainda que “as relações entre o conteúdo (o assunto atual que deve ser aprendido e ensinado), pedagogia (o processo e a prática ou métodos de ensino e aprendizagem) e tecnologia (ambos comuns, como quadros negros, e avançadas, tais como computadores digitais) são complexas” (*idem*, p. 1.025).

Seu quadro teórico enfatiza as conexões entre conteúdo, pedagogia e tecnologia e a complexa interação entre esses três corpos de conhecimento e o contexto (Figura 2). Um ensino com tecnologia eficaz exige a compreensão das relações de reforço mútuo entre esses três elementos em conjunto.

ATIVIDADES BASEADAS NO CONTEÚDO

Os professores, como construtores do currículo, para ensinar efetivamente com tecnologia educativa, devem conhecer as atividades baseadas no conteúdo que se enquadram com essas tecnologias. Durante a planificação das aulas, o conhecimento tecnológico e pedagógico dos professores é operacionalizado, em parte, por meio de atividades de aprendizagem que eles selecionam, combinam, sequencializam e redesenham (Harris, 2008), de acordo com o conteúdo. Harris e Hofer (2009, p. 101) defendem que, para um professor planejar uma atividade de aprendizagem, ele segue cinco passos básicos:

- Selecionar os objetivos de aprendizagem.
- Tomar decisões pedagógicas práticas sobre a natureza da experiência de ensino.

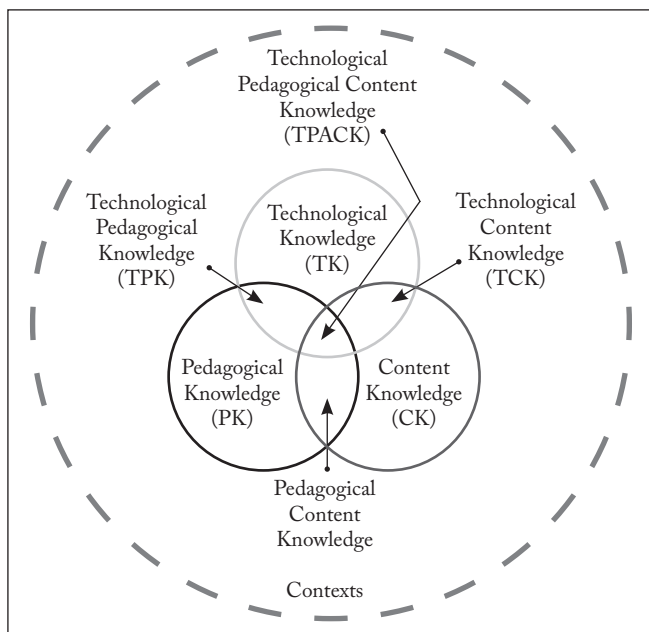


Figura 2 – O quadro TPACK e seus componentes do conhecimento.

Fonte: Koehler e Mishra (2009).

Elaboração das autoras.

- Selecionar e sequenciar tipos de atividades adequados para concretizar a experiência de ensino.
- Selecionar estratégias de avaliação formativa e sumativa que irão revelar quão bem e como os estudantes estão a aprender.
- Selecionar ferramentas e recursos que irão ajudar melhor os alunos a beneficiar da experiência de aprendizagem planeada.

Tendo em conta que o TPACK desenvolve-se com a experiência e o conhecimento do professor, existem diferenças substanciais na planificação das aulas por parte dos futuros professores e dos em serviço efetivo. Os professores mais experientes apresentam um conhecimento mais aprofundado do conteúdo, da pedagogia, da pedagogia do conteúdo e do contexto (Hofer; Harris, 2010).

Um ensino eficaz requer, assim, o conhecimento das estruturas de atividades que são apropriadas para o ensino de conteúdos específicos, assim como as formas de integração das tecnologias em uma aula, em um projeto ou em uma unidade. Segmentos de atividade são as partes individuais de uma aula, cada um dos quais com um foco, um formato, uma configuração, participantes, materiais, duração, ritmo, nível cognitivo, objetivos e nível de envolvimento dos alunos específicos. Estruturas de atividades são combinações de segmentos de atividade que são utilizados por professores em um plano de aula, unidade ou módulo (Stodolsky, 1988). Kolodner e Gray (2002) descobriram que a nomeação de muitas estruturas

de atividades, diferenciando-as facilmente, assiste tanto aos alunos como aos professores em saber o que esperar e como participar em cada tipo de atividade, para além de como a atividade está ligada ao desenvolvimento de conteúdos e objetivos específicos. Segundo Harris, Mishra e Koehler (2009), se os professores usarem focos de conteúdo como organizadores cognitivos para a aprendizagem, podem aprender a reconhecer, diferenciar, discutir, escolher entre, combinar e aplicar atividades baseadas no currículo, de acordo com o TPACK.

TAXONOMIAS DE ATIVIDADES DE APRENDIZAGEM

A primeira taxonomia baseada no conteúdo de atividades de aprendizagem relacionadas com o TPACK foi desenvolvida para os estudos sociais (Harris; Hofer, 2006), tendo sido identificados 42 tipos de atividades, divididas em quinze *construções de conhecimento* (os alunos constroem a compreensão de conteúdos por meio de processos baseados na informação) e 27 *estruturas de expressão do conhecimento* (ajudam os alunos a aprofundar sua compreensão dos conteúdos usando vários tipos de comunicação). Essas estruturas enfatizam seis processos de *pensamento convergente* (pede-se aos alunos para responderem ou completarem representações estruturadas antes da construção do conhecimento) ou 21 processos de *pensamento divergente* (ajudam os alunos a ampliar a compreensão do conteúdo mediante formas alternativas de comunicação). Harris, Mishra e Koehler (2009) relacionaram essas estratégias baseadas em conteúdos pedagógicos com tecnologias específicas e compatíveis, já que nem toda tecnologia é apropriada para cada tipo de atividade. Ao invés, determinadas aplicações de tecnologias específicas devem ser selecionadas, cuidadosamente, para corresponder ao tipo de atividade em consideração.

Tais taxonomias de atividades de aprendizagem podem, então, servir como coleções organizadas de opções para os professores considerarem, uma vez que os objetivos de aprendizagem são selecionados, as restrições contextuais são reconhecidas, os estilos de aprendizagem e as preferências dos alunos são observados. Como tecnologias compatíveis são sugeridas dentro destas taxonomias para cada tipo de atividade de aprendizagem, enquanto os professores selecionam as atividades de aprendizagem (para combinar com os objetivos de aprendizagem, as necessidades e preferências dos estudantes, e realidades pedagógicas/contextuais), eles estão simultaneamente – e autenticamente – a aprender a integrar tecnologias educativas nos seus planos de aula. Chamamos a esta abordagem de integração da tecnologia “fundamentada”, porque as tecnologias selecionadas para o uso estão baseadas na pedagogia específica do conteúdo. (Harris *et al.*, 2010, p. 576)

Hofer e Harris (2011) desenvolveram taxonomias de atividades de aprendizagem em seis áreas do currículo: alfabetização, matemática, ciências, artes de idioma inglês, estudos sociais e línguas do mundo, estando acessíveis por meio de uma wiki (URL: <<http://activitytypes.wmwikis.net/>>) em que professores são incentivados a consultar os tipos de atividade e a fornecer *feedback* sobre o conteúdo de cada

taxonomia. Esses autores idealizaram e projetaram essa abordagem dos diferentes tipos de atividades de aprendizagem no sentido de ajudar os professores a estabelecer uma conexão entre os objetivos de aprendizagem, baseados no currículo, as atividades de aprendizagem, específicas das áreas dos conteúdos, e as ferramentas complementares tecnológicas.

ATIVIDADES DE APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA

Em particular, focaremos os tipos de atividades de aprendizagem em matemática, tendo sido desenhados como catalisadores para uma instrução cuidadosa e criativa por parte dos professores. Grandgenett, Harris e Hofer (2011) consideraram sete tipos de atividades de acordo com os padrões do Conselho Nacional de Professores de Matemática dos Estados Unidos (NCTM):

– **Considerar** (atividades bastante comuns, mas usualmente apresentam um envolvimento bastante baixo dos alunos – Anexo 1).

Por exemplo, o professor cria uma apresentação multimídia por meio do PowerPoint sobre um conceito matemático novo que pretende que os alunos conheçam, ou pede-lhes para realizarem uma pequena pesquisa na internet sobre esse conceito. Outro exemplo: o docente mostra, mediante uma ferramenta interativa de conteúdo específico como o *Gecla* (Associação Atractor), uma imagem de uma parede de uma igreja específica, coberta por azulejos, e solicita aos alunos que reconheçam o padrão geométrico existente.

Bairral e Abreu (2009), por meio de um questionário que obteve a participação de 22 professores de matemática e 8 orientadores pedagógicos do município de Pirai (estado do Rio de Janeiro), no âmbito do Programa Pirai Digital, concluíram que esses docentes associam o uso do PowerPoint à elaboração de apresentações para um público, à divulgação de projetos e à introdução de novos conceitos. Por exemplo, Nogueira (2013) apresenta um conjunto de atividades sobre trigonometria com recurso ao PowerPoint como ferramenta didático-pedagógica para o ensino da matemática, realçando que se podem planificar aulas que favorecem a compreensão dos conceitos por meio de ferramentas computacionais.

No caso da internet, uma pesquisa sobre um determinado conceito poderá conduzir os alunos, após duas ou três ligações, a um tema nada relevante, fazendo-os perder na navegação (Magdalena; Costa, 2003), sendo imprescindível o apoio do professor para orientar os alunos na pesquisa (Ponte; Oliveira; Varandas, 2003).

– **Praticar** (técnicas computacionais ou outras estratégias baseadas em algoritmos, a fim de automatizar habilidades – Anexo 2).

Por exemplo, os alunos utilizam calculadoras científicas para os auxiliar nos cálculos. Outro exemplo: por meio da resolução de “quebra-cabeças” *online*, como o SuperTmatik, os alunos desenvolvem o cálculo mental, ou, mediante *puzzles* existentes na *web*, realizam uma estratégia matemática para resolverem quadrados mágicos.

O relatório *Matemática 2001* (APM, 1998) refere que metade dos professores de matemática, em Portugal, usa as calculadoras com bastante frequência em suas práticas letivas, aumentando o uso de acordo com o grau de escolaridade. O relatório nacional do TIMSS (Amaro; Cardoso; Reis, 1996) refere que os professores, quando usam a calculadora em suas aulas, fazem-no frequentemente para realizar cálculos de rotina e verificar resultados.

A facilidade computacional introduzida por uma calculadora, mesmo na sua versão mais simples, que apenas permite realizar umas poucas operações e memorizar dados, pode despertar o aluno para o problema proposto, possibilitando-lhe concentrar esforços em pensar soluções e analisar possibilidades, em detrimento da tensão ou tempo consumido em realizar cálculos. (Frota; Borges, 2004)

– **Interpretar** (técnicas para explicar/compreender conceitos e relações “mais” abstratas – Anexo 3).

Por exemplo, pelo uso de calculadoras gráficas, os alunos tentam explicar relações entre duas funções mediante a visualização das expressões analíticas, das representações gráficas e de tabelas. Outro exemplo é o uso de sensores para analisar fenômenos relacionados com a matemática, como o espaço percorrido e a velocidade de uma bola saltitante.

As calculadoras gráficas tornam-se mais acessíveis a um número maior de alunos que os computadores e apresentam um impacto maior nas aulas de matemática, facilitando a correspondência e a integração das múltiplas representações matemáticas, potenciando assim uma melhor compreensão (Waits; Demana, 2000).

As calculadoras gráficas podem assumir diferentes papéis na resolução de tarefas matemáticas, quando utilizadas pelos alunos (Doerr; Zangor, 2000), como ferramenta: computacional (para avaliar expressões numéricas, estimativas, arredondamentos), transformacional (para alterar a tarefa de computacional para interpretativa), de recolha e análise de dados (para recolher e armazenar dados, estudar fenômenos e procurar modelos), de visualização (para visualizar gráficos, representar e interpretar dados e resolver equações) e de verificação (para verificar conjecturas).

Existem vários estudos que fornecem evidência empírica sobre o efeito positivo de sua utilização em contexto de sala de aula. Tomemos o exemplo de Ellington (2003), que analisou 54 estudos sobre a utilização de calculadoras no processo de ensino/aprendizagem, no âmbito das competências operacionais computacionais e conceituais, competências de resolução de problemas e atitudes do aluno diante da matemática, tendo concluído que o uso de calculadoras gráficas na realização dos testes melhorou os resultados dos estudantes, comparativamente com o uso de calculadoras científicas, assim como suas atitudes diante da disciplina.

– **Produzir** (quando os alunos estão ativamente empenhados no estudo da matemática, eles podem motivar-se e tornarem-se produtores de trabalhos matemáticos, em vez de apenas consumidores passivos dos materiais preparados – Anexo 4).

Por exemplo, por meio de uma folha de cálculo, os alunos organizam dados estatísticos em tabelas e gráficos. Outro exemplo são os alunos que elaboram relatórios em grupo sobre experiências ocorridas nas aulas usando um processador de texto colaborativo, como o Google Docs.

Bairral e Abreu (2009) concluíram que os professores de matemática que participaram no Programa Pirai Digital associam o uso do Excel à construção de gráficos e tabelas, uma ferramenta para efetuar cálculos, organizar dados de uma pesquisa e desenvolver conceitos de estatística.

Relativamente ao uso de *software* de processamento de texto colaborativo, há cada vez mais exemplos de sua utilização pedagógica. Cardoso e Coutinho (2010) realizaram uma experiência de ensino/aprendizagem de matemática com uma turma do ensino profissional com a utilização de ferramentas colaborativas *online* pela exploração pedagógica do Google Docs. Os alunos tiveram a oportunidade de produzir, por meio dessa ferramenta, um trabalho no âmbito do módulo estatística computacional, tendo-se encontrado como vantagens a possibilidade de acesso aos documentos a qualquer momento e por todos, um incentivo à escrita colaborativa e um estímulo para a exploração de novas ferramentas de trabalho. Constataram que essa ferramenta da *web 2.0* fomenta a aprendizagem colaborativa, a partilha do conhecimento e o desenvolvimento de competências de socialização *online*.

Zampieri (2013) apresentou uma experiência com a ferramenta de escrita colaborativa Google Docs com um grupo de seis participantes sobre o processo de resolução de uma atividade de lógica, tendo constatado que essa ferramenta apresenta características pertinentes para o desenvolvimento de atividades desse tipo, já que os participantes podem interagir virtualmente em tempo real, discutir ideias, tomar iniciativas na busca da solução e procurar chegar a um consenso, sempre respeitando as opiniões alheias.

– **Aplicar** (a utilidade da matemática no mundo pode ser encontrada em sua autêntica aplicação – Anexo 5).

Por exemplo, por meio de testes existentes nas plataformas das editoras dos manuais escolares, como a *Escola virtual* (Porto Editora), os alunos testam seus conhecimentos matemáticos. Outro exemplo: mediante o *software* de geometria simbólica Geometry Expressions, o aluno desenha figuras que podem ser definidas por quaisquer restrições simbólicas e escolhe técnicas de solução adequadas.

Os sistemas ou plataformas de gestão de aprendizagem on-line LMS (Learning Management System) muitas vezes designados por ambientes virtuais de aprendizagem VLE (Virtual Learning Environment), cada vez mais desenvolvidos e utilizados por professores, educadores e formadores, são ferramentas poderosas como forma de apoio aos professores e alunos, nomeadamente na organização de conteúdos, na facilidade de comunicação e interação, na aquisição e construção de novos conhecimentos, no desenvolvimento das capacidades de autonomia, na promoção do trabalho de projecto e na facilitação e promoção dos processos de aprendizagem colaborativa. (Santos, 2006, p. 77)

Existem plataformas, como a “Escola Virtual”, que disponibilizam os conteúdos programáticos de cada disciplina com atividades interativas e orientadoras da aprendizagem dos alunos. Santos (*idem*) realizou uma investigação sobre a integração dessa plataforma de gestão de aprendizagem no processo de ensino/aprendizagem da matemática por meio de um estudo de caso em duas turmas do 12º ano de escolaridade e concluiu que a utilização da “Escola Virtual” influenciou de modo positivo a motivação dos alunos e facilitou a compreensão dos conteúdos lecionados. Salientou, ainda, que essa plataforma desenvolveu a exploração de *sites*, a navegação e pesquisa de informação na internet, a participação em fóruns, promoveu a autonomia dos alunos relativamente à aprendizagem e favoreceu o trabalho colaborativo.

– *Avaliar* (quando os alunos avaliam o trabalho matemático dos outros ou se autoavaliam, eles podem envolver-se em um esforço relativamente sofisticado para tentar compreender os conceitos e processos matemáticos – Anexo 6).

Por exemplo, um aluno testa a fórmula de Euler usando o Cabri-Géomètre para construir/visualizar os sólidos. Outro exemplo: um aluno elabora uma hipótese estatística e, por meio de *software* específico, como o SPSS, examina o *feedback* dos resultados para aceitar ou refutar sua hipótese.

Como já vimos, a calculadora gráfica pode ser usada para ajudar o aluno a explicar relações visíveis a partir de representações matemáticas, como tabelas, gráficos, fórmulas. Não obstante, essa ferramenta educativa também permite a experimentação, a investigação e a resolução de problemas (Dunham; Dick, 1994), possibilitando aos alunos que formulem suas próprias hipóteses e as testem (Grant; Searl, 1996).

O Cabri-Géomètre é um *software* que permite construir figuras geométricas que podem ser traçadas com a ajuda de uma régua e de um compasso e depois movimentá-las, conservando as propriedades que lhes haviam sido atribuídas, sendo a interatividade uma característica essencial desse programa. Bairral e Abreu (2009) concluíram que os professores de matemática que participaram no Programa Pirai Digital associam o uso do Cabri-Géomètre ao desenho de figuras planas e a três dimensões, à construção e movimento de figuras, a aulas dinâmicas e à descoberta de regularidades por parte dos alunos.

Após a efetivação de uma *construção*, a *exploração* da figura acontece. Isso pode levar à formulação de uma *conjectura*, a qual vai-se procurar *verificar* sobre diferentes configurações e, depois, *validar* (*busca de um contraexemplo*), enfim, *demonstrar* formalmente. [...] O *Cabri-Géomètre II* intervém também, porém de maneira limitada, no nível da verificação e da validação, uma vez que é dotado de uma ferramenta que possibilita certificar a existência de certas propriedades elementares da Geometria (paralelismo, ortogonalidade, alinhamento...) entre vários objetos de uma figura. Pode até, no caso em que uma propriedade parece verificada na figura, mas não o é geralmente, propor um contraexemplo visual pelo deslocamento de certos elementos de base. (Henriques, 1999, p. 54-55)

– *Criar* (quando os alunos estão envolvidos em alguns dos mais altos níveis de atividades de aprendizagem em matemática, eles podem envolver-se em processos de pensamento verdadeiramente criativos e imaginativos – Anexo 7).

Por exemplo, um aluno resolve, em grupo, uma *webquest*, tendo de criar como produto final uma representação de um sólido platônico, que poderá ser realizado mediante o Cabri-Géomètre 3D. Outro exemplo: um grupo de alunos elaborou uma pesquisa na *web* sobre um facto histórico da matemática, tendo de organizar a informação em uma apresentação em PowerPoint para os colegas e ser capazes de explicar os conceitos abordados de uma forma criativa.

Existem vários exemplos de sucesso de utilização de *webquests* em contexto de sala de aula por professores de matemática, como Sampaio (2006), que construiu uma sobre o infinito e foi aplicada no 12º ano, e Costa (2008), que construiu e aplicou uma *webquest* no âmbito da estatística com alunos do 10º ano de escolaridade.

Pela realização de uma *webquest* em contexto de sala de aula, a confrontação das soluções dadas pelos vários grupos de alunos permite-lhes perspectivar diferentes pontos de vista sobre o mesmo assunto. Uma *webquest* é um ponto de partida para os alunos desenvolverem outras conjecturas e pesquisarem mais informação, potencia o pensamento de nível elevado, não se tratando do ponto final na aprendizagem. (Sampaio, 2006, p. 84)

Nenhuma dessas atividades privilegia o uso ou não das tecnologias. Essa listagem tem apenas a intenção de ajudar os professores a tomar consciência de toda a gama de opções de atividades de aprendizagem para poderem escolher, personalizar e combinar diferentes modelos. Usando essa abordagem, os professores tentam responder às necessidades e preferências dos alunos, às experiências anteriores relevantes, de modo que todos sejam considerados ao mesmo tempo, embora com ênfases diferentes, em momentos distintos e em diversas condições. No entanto, os planos de aula que os docentes constroem não devem ser vistos segundo uma perspectiva de atividade a atividade, mas segundo uma unidade curricular, o desenvolvimento de um projeto, no sentido de uma sequência de atividades estruturadas, que são muito mais que a simples soma das partes.

Se os objetivos de aprendizagem tiverem sido selecionados corretamente, se as decisões pedagógicas tiverem sido tomadas de acordo com a realidade educacional e contextualizada dos alunos, e se os tipos de atividades e estratégias de ensino tiverem sido selecionados para corresponder a esses objetivos e realidades, então as escolhas das ferramentas e dos recursos educativos apropriados para usar na experiência de aprendizagem planeada são mais óbvias e plausíveis. (Harris; Hofer, 2009, p. 107)

Essa taxonomia não se trata de uma lista única que privilegia certas tecnologias educacionais ou recomenda abordagens pedagógicas específicas, trata-se de uma identificação de diferentes tipos de atividades e a forma como tecnologias específicas são usadas com cada uma, tentando ajudar os professores a tomar cons-

ciência de toda a gama de possíveis opções, no sentido de conseguirem selecionar quais as atividades e tecnologias mais adequadas, assim como realizar combinações adequadas aos alunos, a suas necessidades de aprendizagem e ao contexto próprio. A formação de professores com integração da ideologia TPACK deve ser flexível, de modo a integrar diferentes filosofias, estilos e abordagens de ensino, tendo essa taxonomia o propósito da partilha.

DISCUSSÃO

O currículo é muito mais que apenas uma normativa ou um programa nacional, pois os professores intervêm ativamente em sua construção e concretização. O ensino da matemática não é idêntico em todas as salas de aula, existem diversos condicionalismos que fazem variar, essencialmente, o currículo trabalhado e o concretizado.

Segundo as orientações do Ministério da Educação Português, o P. C. T. (Projecto Curricular de Turma) é a forma particular como, em cada turma, se reconstrói e se apropria um currículo face a uma situação real, definindo opções e intencionalidade próprias, e construindo modos específicos de organização e gestão curricular, adequados à consecução das aprendizagens que integram o currículo para os alunos concretos daquele contexto. (Sampaio; Coutinho, 2009, s. p.)

Por meio da seleção dos manuais escolares, da elaboração da planificação da disciplina, da criação e seleção de atividades e da aprendizagem efetiva dos alunos, obtemos um processo que requer progressão (Diogo; Vilar, 1998) em que o professor é um dos atores principais. Não obstante, nos últimos anos a integração da tecnologia educativa nas salas de aula de matemática tem sido reforçada pelos programas oficiais da disciplina.

Torna-se necessário incluir as tecnologias de informação e comunicação no currículo escolar. O uso das mesmas pode significar um maior acesso à informação, um melhor desempenho cognitivo e comunicativo e, conseqüentemente, um processo de aprendizagem mais rico. O domínio das tecnologias apresenta-se como um dos traços importantes no perfil do aluno em geral e em particular no aluno de Matemática. (Sampaio; Coutinho, 2006, p. 61)

O professor de matemática já não deve pensar se deve ou não integrar a tecnologia em suas aulas, trata-se de uma adequação imposta pelos programas oficiais de matemática e pela sociedade. As orientações metodológicas do Programa de Matemática do Ensino Básico (PMEB) são bastante claras: “a aprendizagem da Matemática inclui sempre vários recursos [...] Ao longo de todos os ciclos, os alunos devem usar calculadoras e computadores na realização de cálculos complexos, na representação de informação e na representação de objetos geométricos” (Ponte *et al.*, 2007, p. 9-10).

No entanto, essa integração das TIC no currículo, em todas as diferentes variantes, implica um investimento reforçado na atitude positiva dos professores para o seu uso e a adequada capacitação destes para tal (Peralta; Costa, 2007). O relatório da OCDE (2004) identifica como obstáculo à integração das TIC no processo de ensino/aprendizagem a própria organização escolar e a baixa competência pedagógica dos professores de integração da tecnologia aos conteúdos, sublinhando que as TIC são utilizadas, na generalidade, pelos docentes de forma esporádica, mas “na formação de professores sobre ferramentas tecnológicas ignora-se comumente a variação inerente das diferentes formas de conhecimento disciplinar, bem como os tipos de estratégias pedagógicas que são mais apropriados para o ensino de cada conteúdo” (Sampaio; Coutinho, 2013). Desse modo, Mishra e Koehler (2006) apresentaram um referencial teórico que denominaram de TPACK e que reforça uma mistura balanceada de conhecimentos em nível científico ou dos conteúdos, pedagógico e tecnológico. A introdução de tecnologias educativas no processo de ensino/aprendizagem é um processo complexo, não se trata apenas da substituição de umas ferramentas por outras (Harris; Mishra; Koehler, 2007; Sampaio; Coutinho, 2013).

A planificação das aulas tende a ser focada nos conteúdos a serem lecionados pelo professor e nas atividades que serão desenvolvidas em contexto de sala de aula, o que difere de disciplina para disciplina. Por isso, durante a planificação das aulas, o conhecimento tecnológico e pedagógico dos professores é operacionalizado por meio da seleção, conciliação e sequência de atividades de aprendizagem (Harris, 2008). No entanto, essas atividades baseadas na tecnologia, se forem desenvolvidas em termos neutros de conteúdo, fica-se perante uma incompleta integração da tecnologia no processo de aprendizagem, não respondendo às solicitações do ensino (Sampaio; Coutinho, 2013). Nesse sentido, Hofer e Harris (2011) desenvolveram taxonomias de atividades de aprendizagem em várias áreas do currículo.

A selecção das tarefas a propor aos alunos constitui um dos aspectos essenciais do trabalho do professor. Mais do que descobrir uma ou outra tarefa motivante para “amenizar” uma sequência de aulas mais “árida”, o professor tem de considerar todo o conjunto das tarefas a propor na unidade, incluindo naturalmente a sua diversidade (em termos de complexidade, nível de desafio e contexto matemático/não matemático), tempo de realização e representações e materiais a utilizar. (Ponte; Sousa, 2010, p. 35)

A British Educational Communications and Technology Agency (BECTA) (2006) elaborou um conjunto de dezesseis princípios de qualidade para a concepção e utilização de recursos digitais, divididos em dois grupos: pedagógicos (inclusão e acesso, participação do aluno, aprendizagem efetiva, avaliação de apoio à aprendizagem, avaliação sumativa rigorosa, abordagens inovadoras, facilidade de uso, correspondência com o currículo) e de *design* (concepção de recursos digitais de aprendizagem, robustez e apoio, interação humano-computador, qualidade dos ativos, acessibilidade, interoperabilidade, testes e verificação, comunicação eficaz), salientando que a qualidade de um recurso contribui – mas não determina – para a qualidade do processo de ensino/aprendizagem.

No caso particular do ensino da matemática, Grandgenett, Harris e Hofer (2011) consideraram sete tipos de atividades de aprendizagem: considerar, praticar, interpretar, produzir, aplicar, avaliar e criar. As recomendações atuais apontam para que os professores diversifiquem as tarefas propostas aos alunos (NCTM, 2007), ideia bastante reforçada nas orientações metodológicas do PMEB.

As finalidades do PMEB são concretizadas por meio de nove objetivos gerais do ensino da matemática: conhecer os factos e procedimentos básicos da matemática; desenvolver uma compreensão da matemática; lidar com ideias matemáticas em diversas representações; comunicar suas ideias e interpretar as ideias dos outros, organizando e clarificando seu pensamento matemático; raciocinar matematicamente usando os conceitos, representações e procedimentos matemáticos; resolver problemas; estabelecer conexões entre diferentes conceitos e relações matemáticas e também entre estes e situações não matemáticas; fazer matemática de modo autónomo; apreciar a matemática. Desses objetivos, cinco estão diretamente relacionados com capacidades transversais e são bastante semelhantes às propostas pelo NCTM (2007). Por exemplo, o desenvolvimento do raciocínio matemático surge como um objetivo central do ensino da matemática, sendo necessário desenvolver essa capacidade nos alunos de forma consistente (NCTM, 2007; Ponte *et al.*, 2007). Os alunos devem reconhecer o raciocínio e a demonstração como aspetos fundamentais, formular e investigar conjeturas, desenvolver e avaliar argumentos e provas matemáticos e usar diversos tipos de raciocínios e métodos de demonstração (NCTM, 2007).

Quanto aos temas em estudo, também há uma forte correlação entre o PMEB e os padrões do NCTM. Por exemplo, no PMEB, o pensamento algébrico está relacionado não só com os objetos, mas também com as relações existentes entre eles, caminhando-se gradualmente para um pensamento abstrato ao longo dos ciclos de ensino. Ponte, Branco e Matos (2009) consideram que o pensamento algébrico inclui representação, raciocínio e resolução de problemas, implicando a capacidade de pensar em uma diversidade de situações que envolvam relações, regularidades, variação e modelação. De forma semelhante, o NCTM (2007) valoriza o pensamento algébrico, considerando que este diz respeito ao estudo das estruturas, à simbolização, à modelação e ao estudo da variação.

Salienta-se ainda que o papel da resolução de problemas no processo de ensino/aprendizagem de matemática tem assumido uma forte valorização, quer em nível nacional (Ponte *et al.*, 2007), quer internacional (NCTM, 2007).

A investigação tem vindo a reconhecer que a tecnologia pode facilitar abordagens dinâmicas de variados conceitos, por exemplo, da álgebra, pelas múltiplas representações, interativas, que poderão permitir a construção de significados, mais relevantes que os aspetos manipulativos (Ferrara; Pratt; Robutti, 2006).

Como vimos, o uso das calculadoras nas aulas de matemática está previsto nos programas oficiais, destacando-se a calculadora gráfica no ensino secundário. Essas ferramentas são portáteis e têm-se tornado cada vez mais sofisticadas e acessíveis, favorecendo sua fácil aceitação pelos professores. Por exemplo, pela exploração de atividades que recorrem à calculadora gráfica, o aluno poderá interpretar e produzir representações matemáticas como tabelas e gráficos.

Os programas de matemática A e B do ensino secundário focam a importância do uso das calculadoras gráficas em contexto de sala de aula, salientando que os alunos devem ser confrontados com os limites da tecnologia por meio de exemplos concretos. Não obstante, reforçam, ainda, vantagens de exploração dessa ferramenta com diferentes atividades matemáticas (Silva *et al.*, 2001).

Na internet estão disponíveis materiais educativos que podem ser usados para o ensino da matemática como a mais variada informação de natureza científica, problemas e desafios, jogos educativos, *software* específico (por exemplo, o Geogebra), planos de aula, *applets*, assim como diversos espaços de comunicação e colaboração como *blogues* e plataformas de gestão de aprendizagem. Silva *et al.* (*idem*) salientam que, como as escolas de hoje estão ligadas à internet, o professor de matemática não deve desaproveitar esse meio de comunicação. “A internet oferece uma grande quantidade de informações e, especialmente, materiais para uso em sala de aula, mas antes de os incorporar seria conveniente fazer algumas perguntas, tais como: quando posso usá-los, por quê, como, e outras mais sobre a sua utilidade ou eficácia” (Torres, 2007, p. 187). Os recursos disponíveis na *web* são imensos, mas é necessária uma planificação efetiva da atividade, identificando os objetivos, para a integração da *web* em contexto de sala de aula ter um impacto positivo nas aprendizagens dos alunos.

A *webquest* é um exemplo de uma atividade orientada na internet que permite aos alunos uma navegação na *web* conduzida pelo professor que pré-selecionou os *sites* de pesquisa. Assim, os alunos

constroem as suas aprendizagens com informações credíveis, desenvolvendo o pensamento crítico, a aprendizagem cooperativa, significativa e autêntica. Pela realização destas actividades, ocorre transformação de informação em conhecimento e não apenas compilação da mesma. (Sampaio, 2006, p. 66)

Nesse caso, pela realização de *webquests*, o aluno poderá considerar e criar situações matemáticas. No primeiro caso, ele poderá investigar e explorar um conceito ou tentar compreender o contexto de um problema. No segundo caso, o aluno poderá criar um plano para resolver algum problema e envolver-se, com imaginação, na criação de um produto.

A internet é uma ferramenta privilegiada de interação, comunicação e aprendizagem, e, em particular, o *blog* pode surgir como um recurso pedagógico (Carrilho; Cabrita, 2008) facilitador da aprendizagem e do trabalho colaborativo (Sampaio; Coutinho, 2009), sendo uma das principais formas de materializar a *Web 2.0*. Alguns exemplos são os *blogues*, os *podcasts*, os *wikis*, o Goowy, o Hi5, o Delicious, as ferramentas do Google, o YouTube, o Flickr, o Second Life, o Facebook, entre outros. Por exemplo, pela exploração de um *blog* o aluno poderá interpretar, produzir e avaliar matemática. Pela interpretação, o aluno desenvolve argumentos matemáticos de acordo com o que ele considera verdadeiro; pela produção, o aluno gera textos para introduzir no *blog*; pela avaliação, o aluno avalia o trabalho realizado por meio dos comentários de colegas.

Os programas de matemática sugerem a utilização de computadores na apresentação de objetos geométricos, na resolução de problemas e na exploração de

situações, referindo que “os alunos devem recorrer a *software* de geometria dinâmica, sobretudo na realização de tarefas exploratórias e de investigação” (Ponte *et al.*, 2007, p. 51). Um exemplo, e bastante utilizado pelos professores de matemática, de *software* livre de geometria dinâmica é o Geogebra, que proporciona uma abordagem inovadora da geometria, permitindo a construção de figuras geométricas e auxiliando, assim, a compreensão de conceitos e propriedades. Desse modo, o aluno poderá interpretar e aplicar conhecimentos matemáticos. No primeiro caso, por meio da ajuda do Geogebra o aluno poderá representar uma conjectura e, no segundo caso, poderá seleccionar estratégias matemáticas usando esse programa.

O ensino com as tecnologias de informação e comunicação tem de ser uma acção planeada, que assume os alunos como seres activos, isto é, inserida numa estratégia educativa centrada no estudante, oferecendo, deste modo, novas formas de aprendizagem. Estas práticas pedagógicas utilizadas de uma forma coerente, harmoniosa e sistemática contribuem para o desenvolvimento de um trabalho mais autónomo pelos nossos alunos, capazes de analisar, reflectir, verificar, organizar, seleccionar e estruturar as informações provenientes de diversas fontes. (Sampaio, 2006, p. 60)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ser professor de matemática é uma tarefa árdua e requer constante atualização não só do conteúdo (conhecimentos científicos), mas também dos conhecimentos pedagógicos e tecnológicos específicos da área. Em outro momento não tão recente, a associação da matemática à realização de cálculos exaustivos era bem aceita na comunidade educativa, mas várias reformas educativas têm-se imposto, e recentemente foi homologado o Novo Programa de Matemática do ensino básico (até aos 15 anos de idade), em Portugal, terminando em 2012/2013 a primeira concretização deste a nível nacional. “Os alunos devem conhecer os factos e procedimentos básicos da Matemática. Isto é, devem ser capazes de [...] usar instrumentos matemáticos tais como réguas, esquadros, compassos, transferidores, e também calculadoras e computadores” (Ponte *et al.*, 2007, p. 4).

Pode-se assim afirmar que a tecnologia praticamente se impõe aos professores de matemática em Portugal. A aprendizagem dessa disciplina inclui sempre vários recursos, e os professores e alunos devem saber 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” (*idem*, p. 9-10).

Mas como usar a tecnologia educativa de uma forma eficiente? Para Mishra e Koehler (2006), o ensino é uma atividade extremamente complexa que recorre a diversos tipos de conhecimentos: pedagógico, tecnológico e de conteúdo, que se relacionam entre si. Harris, Mishra e Koehler (2009) acrescentam que os professores

podem aprender a identificar, distinguir, discutir, selecionar, combinar e aplicar atividades baseadas no currículo, de acordo com o TPACK, se organizarem as aulas em torno dos conteúdos, tendo sido desenvolvidas taxonomias de atividades de aprendizagem baseadas no conteúdo, relacionadas com o TPACK, para algumas áreas.

Em particular, no caso da matemática, Grandgenett, Harris e Hofer (2011) consideraram sete tipos de atividades: considerar, praticar, interpretar, produzir, aplicar, avaliar e criar, tendo relacionado estratégias baseadas em conteúdos pedagógicos com tecnologias específicas e compatíveis, já que nem toda tecnologia é apropriada para cada tipo de atividade. A aplicação de uma tecnologia específica deve ser selecionada cuidadosamente, para corresponder ao tipo de atividade em consideração.

Assim, defendemos que o desenvolvimento profissional dos professores de matemática deve ser rico em experiências variadas, em contexto de sala de aula, que envolvam investigação, pensamento, planeamento, prática e reflexão. Esses são um dos principais atores das nossas escolas e intervêm diretamente na construção do currículo, devendo considerar sempre as indicações curriculares e metodológicas dos programas oficiais de matemática. Presentemente, as TIC fazem parte do nosso quotidiano e devem ser integradas no processo de ensino/aprendizagem. Desse modo, recomenda-se que em futuras formações de professores os formadores considerem essa taxionomia de atividades de aprendizagem e realizem investigações reflexivas sobre sua aplicabilidade em contexto de sala de aula e sobre a opinião dos docentes.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. *O computador e a internet como instrumentos pedagógicos: estudo exploratório com professores do 2º e 3º ciclo do ensino básico e do ensino secundário de escolas do Concelho de Vila Verde*. 2008. Tese (Mestrado) – Universidade do Minho, Braga, 2008.

AMARO, G.; CARDOSO, F.; REIS, P. *TIMSS – Terceiro Estudo Internacional de Matemática e Ciências: contextos de aprendizagem*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional, 1996. Relatório Nacional.

ASSOCIAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA (APM). *Matemática 2001: diagnóstico e recomendações para o ensino da matemática*. Lisboa: APM, 1998. Relatório Final.

BAIRRAL, M.; ABREU, P. Política de inclusão digital mediante a informática educativa: um estudo com professores de matemática, refletindo sobre objetivos do Cabri, do Excel e do Powerpoint. *Zetetike*, Campinas: CEMPEM, FE/UNICAMP, n. 17, p. 151-180, 2009.

BRITISH EDUCATIONAL COMMUNICATIONS AND TECHNOLOGY AGENCY (BECTA). *Quality principles for digital learning resources*. Coventry, UK, 2006. Disponível em: <<http://www.teachfind.com/becta/becta-schools-resources-digital-resources-quality-principles-digital-learning-resources>>. Acesso em: 25 set. 2012.

CARDOSO, L.; COUTINHO, C. Ambientes de aprendizagem *Web 2.0* no ensino profissional: um estudo sobre a utilização de uma ferramenta de colaboração *online* no

- módulo estatística. In: COSTA, F. *et. al.* (Orgs.). *Actas do I Encontro Internacional TIC e Educação – ticEDUCA2010*. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, 2010. p. 293-300.
- CARRILHO, C.; CABRITA, I. A matemática em ambiente virtual: potencialidades dos blogues. In: CANAVARRO, A; MOREIRA, D.; ROCHA, M. (Orgs.). *Actas de Tecnologias e Educação Matemática*. Praia da Vieira, Leiria: Secção de Educação Matemática da Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação, 2008.
- COSTA, I. *A WebQuest na aula de matemática: um estudo de caso com alunos do 10º ano de escolaridade*. 2008. Tese (Mestrado) – Universidade do Minho, Braga, 2008.
- DIOGO, F.; VILAR, A. *Gestão flexível do currículo*. Porto: Edições Asa, 1998.
- DOERR, H.; ZANGOR, R. Creating meaning for and with the graphing calculator. *Educational Studies in Mathematics*, Holanda: Kluwer Academic Publishers, v. 41, n. 2, p. 143-163, 2000.
- DUNHAM, P.; DICK, T. Research on graphing calculators. *Mathematics Teacher*, Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics, v. 87, n. 6, p. 440-445, 1994.
- ELLINGTON, A. A meta-analysis of the effects of calculators on students' achievement and attitude levels in precollege mathematics classes. *Journal for Research in Mathematics Education*, Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics, v. 34, n. 5, p. 433-463, 2003.
- FERRARA, F.; PRATT, D.; ROBUTTI, O. The role and uses of technologies for the teaching of algebra and calculus. In: GUTIÉRREZ, A.; BOERO, P. (Orgs.). *Handbook of research on the psychology of mathematics education: past, present and future*. Roterdão: Sense, 2006. p. 237-273.
- FROTA, M.; BORGES, O. Perfis de entendimento sobre o uso de tecnologia na educação matemática. In: REUNIÃO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 27., 2004, Caxambu. *Anais...* Caxambu: Sociedade, democracia e educação: qual universidade? Rio de Janeiro: ANPEd, 2004.
- GRANDGENETT, N.; HARRIS, J.; HOFER, M. *Mathematics learning activity types*. Retirado de College of William and Mary, School of Education, Learning Activity Types Wiki. [S.l.: s.n.], 2011. Disponível em: <<http://activitytypes.wmwikis.net/file/view/MathLearningATs-Feb2011.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2011.
- GRANT, F.; SEARL, J. Mathematical modelling with a graphics calculator. In: GÓMEZ, P; WAITS, B. (Eds.). *Roles of calculators in the classroom*. [S.l: s.n.], 1996. p. 71-86.
- HARRIS, J. TPACK in in-service education: assisting experienced teachers' "planned improvisations". In: AACTE COMMITTEE ON INNOVATION AND TECHNOLOGY (Eds.). *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators*. New York: Routledge, 2008. p. 251-271.
- _____. ; HOFER, M. Planned improvisations: technology-supported learning activity design in social studies. In: NATIONAL EDUCATIONAL COMPUTING CONFERENCE 2006. San Diego, CA, 2006.
- _____. ; _____. Instructional planning activity types as vehicles for curriculum-based TPACK development. In: MADDUX, C. D. (Ed.). *Research highlights in technology and*

teacher education. Chesapeake, VA: Society for Information Technology in Teacher Education (SITE), 2009. p. 99-108.

HARRIS, J.; MISHRA, P.; KOEHLER, M. *Teachers' technological pedagogical content knowledge: Curriculum-based Technology Integration Reframed*. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION, Chicago, IL, 2007.

_____.; _____.; _____. Teachers' technological pedagogical content knowledge and learning activity types: Curriculum-based Technology Integration Reframed. *Journal of Research on Technology in Education*, U.S. & Canadá: International Society for Technology in Education (ISTE), v. 41, n. 4, p. 393-416, 2009.

_____.; HOFER, M.; SCHMIDT, D.; BLANCHARD, M.; YOUNG, C.; GRANDGENETT, N. *et al.* "Grounded" technology integration: instructional planning using Curriculum-based activity type taxonomies. *Technology and Teacher Education*, Chesapeake: Society for Information Technology & Teacher Education, v. 18, n. 4, p. 573-605, 2010.

HENRIQUES, A. *Ensino e aprendizagem da geometria métrica: uma sequência didática com auxílio do software Cabri-Géomètre II*. 1999. Tese (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 1999.

HOFER, M.; HARRIS, J. Differentiating TPACK development: using learning activity types with inservice and preservice teachers. In: GIBSON, D.; DODGE, B. (Eds.). *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*. Chesapeake, VA: AACE, 2010. p. 3.857-3.864.

_____.; _____. *Learning activity types wiki*. [S.l.: s.n.], 2011. Disponível em: <<http://activitytypes.wmwikis.net>>. Acesso em: 6 out. 2011.

KOEHLER, M.; MISHRA, P. What happens when teachers design educational technology? The development of technological pedagogical content knowledge. *Journal Educational Computing Research*, New York: Baywood Publishing, v. 32, n. 2, p. 131-152, 2005.

_____.; _____. Introducing TPACK. In: AACTE COMMITTEE ON INNOVATION AND TECHNOLOGY (Ed.). *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators*. New York: Routledge, 2008. p. 3-29.

_____.; _____. What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, [s. l.]: Society for Information Technology and Teacher Education, v. 9, n. 1, p. 60-70, 2009.

KOLODNER, J.; GRAY, J. Understanding the affordances of ritualized activity for project-based classrooms. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE LEARNING SCIENCES. Seattle, WA, 2002.

MAGDALENA, B.; COSTA, I. *Internet em sala de aula: com a palavra, os professores*. Porto Alegre: Artmed, 2003.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, Columbia University, v. 108, n. 6, p. 1.017-1.054, 2006.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS (NCTM). *Princípios e normas para a matemática escolar*. Lisboa: APM, 2007.

NOGUEIRA, J. *A utilização de animações em PowerPoint como ferramenta didático-pedagógica para o ensino da matemática*. 2013. Tese (Mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2013.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO (OCDE). *Completing the Foundation for Lifelong Learning: an OECD survey of upper secondary schools*. OCDE, 2004.

PACHECO, J. *Currículo: teoria e prática*. Porto: Porto Editora, 1996.

PERALTA, H.; COSTA, F. Competência e confiança dos professores no uso das TIC. Síntese de um estudo internacional. *Sísifo*, Lisboa: Universidade de Lisboa, v. 3, p. 77-86, 2007. Disponível em: <<http://repositorio.ul.pt/handle/10451/7028>>. Acesso em: 18 fev. 2015.

PONTE, J. *et al. Programa de Matemática do Ensino Básico*. Lisboa: Ministério da Educação, 2007.

_____.; BRANCO, N.; MATOS, A. *Álgebra no ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação, DGIDC, 2009.

_____.; OLIVEIRA, H.; VARANDAS, J. O contributo das tecnologias de informação e comunicação para o desenvolvimento do conhecimento e da identidade profissional. In: FIORENTINI, D. (Org.). *Formação de professores de matemática: explorando novos caminhos com outros olhares*. Campinas: Mercado de Letras, 2003. p. 159-192.

_____.; SOUSA, H. Uma oportunidade de mudança na matemática do ensino básico. In: GTI (Org.). *O professor e o Programa de Matemática do Ensino Básico*. Lisboa: APM, 2010. p. 11-41.

SAMPAIO, P. *Concepções de infinito dos alunos do ensino secundário: contributo da webquest “Escher e a procura do infinito”*. 2006. Tese (Mestrado) – Universidade do Minho, Braga, 2006.

_____.; COUTINHO, C. Uma aventura na *web* com “Escher e a procura do infinito”. In: ENCONTRO SOBRE WEBQUESTS, 1., 2006, Braga. *Anais...* Braga: Centro de Investigação em Educação, Universidade do Minho, 2006. p. 60-71.

_____.; _____. Aprendizagem baseada em projectos: o caso do *blog* “Painel da Estatística”. *Revista e-Curriculum*, São Paulo: PUC-SP, v. 4, n. 2, s.p., 2009. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/viewFile/3220/2142>>. Acesso em: 18 fev. 2015.

_____.; _____. Ensinar com tecnologia, pedagogia e conteúdo. *Revista Paidéi@*, Santos: Universidade Metropolitana de Santos, v. 5, n. 8, s.p., 2013. Disponível em: <[http://revistapaideia.unimesvirtual.com.br/index.php?journal=paideia&page=article&op=view&path\[\]=304&path\[\]=314](http://revistapaideia.unimesvirtual.com.br/index.php?journal=paideia&page=article&op=view&path[]=304&path[]=314)>. Acesso em: 18 fev. 2015.

SANTOS, M. *A escola virtual na aprendizagem e no ensino da matemática: um estudo de caso no 12º ano*. 2006. Tese (Mestrado) – Universidade do Minho, Braga, 2006.

SHREITER, B.; AMMON, P. Teachers’ thinking and their use of reading contracts. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION, San Francisco, 1989.

SHULMAN, L. Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SILVA, J. (Coord.); FONSECA, M.; MARTINS, A.; FONSECA, C.; LOPES, I. *Matemática A 10º ano*. Departamento do Ensino Secundário, Ministério da Educação, 2001.

STODOLSKY, S. *The subject matters: classroom activity in math and social studies*. Chicago: The University of Chicago Press, 1988.

TORRES, A. Internet y matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática – Unión*, [s. l.]: Federación Iberoamericana de Educación Matemática (FISEM), v. 10, p. 187-194, 2007.

WAITS, B.; DEMANA, F. Calculators in mathematics teaching and learning: past, present, and future. In: BURKE, M.; CURCIO, F. (Eds.). *Learning mathematics for a new century: 2000 yearbook*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics, 2000. p. 51-66.

ZAMPIERI, M. A resolução de uma atividade de lógica por grupos *online*: algumas considerações. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 11., 2013, Curitiba, *Anais...* Curitiba: Educação matemática: retrospectivas e perspectivas, 2013.

ANEXO 1

Quadro 1 – Atividades em matemática – Considerar

Atividade	Descrição	Tecnologias compatíveis
Assistir a uma demonstração	Os alunos obtêm informações a partir de uma apresentação, videoclipe, animação, quadro interativo ou outro meio de exibição.	Câmara de documentos, ferramenta interativa de conteúdo específico (por exemplo, ExploreMath), <i>software</i> de criação de apresentações multimídia ou vídeo, clips de vídeo, videoconferência.
Ler um texto	Os alunos extraem informações de livros ou outros materiais escritos, em formato digital ou impresso.	Livros eletrônicos, <i>websites</i> (por exemplo, fóruns de matemática), documentos eletrônicos informativos (por exemplo, em formato pdf).
Discutir	Os alunos discutem um conceito ou um processo com um professor, outros alunos ou um perito externo.	<i>Sites</i> de perguntas a um especialista (por exemplo, Ask Dr. Math), grupos de discussão <i>online</i> , videoconferência.
Reconhecer um padrão	Os alunos examinam um padrão apresentado e tentam entendê-lo melhor.	Calculadoras gráficas, <i>sites</i> de manipulação virtual (por exemplo, a Biblioteca Nacional de Manipulações Virtuais), de ferramentas interativas de conteúdo específico (por exemplo, ExploreMath), folha de cálculo.
Investigar um conceito	Os alunos exploram ou investigam um conceito (como fractais), talvez pelo uso da internet ou outros recursos relacionados com a pesquisa.	Ferramentas interativas de conteúdo específico (por exemplo, ExploreMath), pesquisa na <i>web</i> , bases de dados informativas (por exemplo, Wikipedia), mundos virtuais (por exemplo, Second Life), simulações.
Compreender ou definir um problema	Os alunos esforçam-se para entender o contexto de um problema dado ou para definir as características matemáticas de um problema.	Pesquisar na <i>web</i> , <i>software</i> de mapeamento de conceitos, meios pouco estruturados de problemas (por exemplo, Projetos CIESE).

Fonte: adaptado de Grandgenett, Harris e Hofer (2011).
Elaboração das autoras.

ANEXO 2

Quadro 2 – Atividades em matemática – Praticar

Atividade	Descrição	Tecnologias compatíveis
Computar (realizar cálculos)	Os alunos realizam estratégias baseadas em computação utilizando o processamento numérico ou simbólico.	Calculadoras científicas, calculadoras gráficas, folhas de cálculo, Mathematica.
Exercitar e praticar	Os alunos ensaiam uma estratégia ou técnica matemática e talvez usem a repetição e o <i>feedback</i> assistidos pelo computador no processo.	<i>Software</i> para exercitar e praticar, suplementos de livros <i>online</i> , <i>websites</i> de ajuda <i>online</i> de TPC (por exemplo, WebMath).
Resolver um enigma	Os alunos realizam uma estratégia ou técnica matemática no contexto da resolução de um enigma interessante, que pode ser facilitado pela tecnologia.	Manipuláveis virtuais, <i>puzzles</i> baseados na <i>web</i> (por exemplo, quadrados mágicos), <i>sites</i> de jogos matemáticos (por exemplo, CoolMath).

Fonte: adaptado de Grandgenett, Harris e Hofer (2011).
Elaboração das autoras.

ANEXO 3

Quadro 3 – Atividades em matemática – Interpretar

Atividade	Descrição	Tecnologias compatíveis
Representar uma conjectura	O aluno apresenta uma conjectura usando, talvez, <i>software</i> dinâmico para mostrar relações.	<i>Software</i> de geometria dinâmica (por exemplo, Geometer Sketchpad), ferramenta interativa de conteúdo específico (por exemplo, ExploreMath), <i>e-mail</i> .
Desenvolver um argumento	O aluno desenvolve um argumento matemático relacionado com o motivo por que ele acha que algo é verdade. A tecnologia pode ajudar a formar e mostrar esse argumento.	<i>Software</i> de mapeamento de conceitos, <i>software</i> de apresentação, <i>blogs</i> , <i>software</i> especializado de processamento de texto (por exemplo, Theorist).
Classificar	O aluno tenta examinar um conceito ou uma relação, a fim de categorizá-los em um conjunto de categorias conhecidas.	<i>Software</i> de banco de dados, bases de dados <i>online</i> , <i>software</i> de mapeamento de conceitos, <i>software</i> de desenho.
Interpretar uma representação	O aluno explica as relações visíveis a partir de uma representação matemática (tabela, fórmula, gráfico, diagrama, imagem, modelo, animação etc).	<i>Software</i> de visualização de dados (por exemplo, Inspire Data), animações em 2D e 3D, clips de vídeo, dispositivos de posicionamento global (GPS), <i>software</i> de visualização relacionado com engenharia (por exemplo, MathCad).
Estimar	O aluno tenta estimar valores matemáticos por meio da análise de relações com tecnologias de apoio.	Calculadora científica, calculadora gráfica, folha de cálculo, sistemas de resposta dos alunos (por exemplo, <i>clickers</i>).
Interpretar um fenómeno matematicamente	Assistido pela tecnologia, conforme a necessidade, o aluno analisa fenómenos relacionados com a matemática (tais como velocidade, aceleração, número de ouro, gravidade etc).	Câmaras digitais, vídeo, equipamento de laboratório assistido por computador, <i>software</i> de visualização relacionado com engenharia, <i>software</i> especializado de processamento de texto (por exemplo, Theorist), robótica, <i>kits</i> eletrónicos.

Fonte: adaptado de Grandgenett, Harris e Hofer (2011).
Elaboração das autoras.

ANEXO 4

Quadro 4 – Atividades em matemática – Produzir

Atividade	Descrição	Tecnologias compatíveis
Fazer uma demonstração	O aluno faz uma demonstração sobre algum tema para mostrar sua compreensão de uma ideia ou um processo matemático. A tecnologia pode ajudar no desenvolvimento ou apresentação do produto.	Quadro interativo, <i>software</i> de criação de vídeo, câmara de documentos, <i>software</i> de apresentação, <i>podcasts</i> , <i>sites</i> de partilha de vídeos.
Gerar texto	O aluno produz um relatório, anotação, explicação, entrada em um diário ou documento, para ilustrar sua compreensão.	<i>Software</i> especializado de processamento de texto (por exemplo, Math Type), <i>software</i> de processamento de texto colaborativo, <i>blogs</i> , grupos de discussão <i>online</i> .
Descrever matematicamente um objeto ou conceito	Assistido pela tecnologia no processo de descrição ou de documentação, o aluno produz uma explicação matemática de um objeto ou um conceito.	Gráficos Logo, <i>software</i> de visualização de engenharia, <i>software</i> de mapeamento de conceitos, <i>software</i> especializado de processamento de texto, Mathematica.
Produzir uma representação	Usando a tecnologia para obter assistência, se for o caso, o aluno desenvolve uma representação matemática (tabela, fórmula, gráfico, diagrama, gráfico, imagem, modelo de animação etc.).	Folha de cálculo, manipuláveis virtuais (por exemplo, geoplano digital), câmara de documentos, <i>software</i> de mapeamento de conceitos, calculadora gráfica.
Desenvolver um problema	O aluno coloca um problema matemático que é ilustrativo de algum conceito matemático, relação ou questão de investigação.	<i>Software</i> de processamento de texto, grupos de discussão <i>online</i> , Wikipedia, pesquisa na <i>web</i> , <i>e-mail</i> .

Fonte: adaptado de Grandgenett, Harris e Hofer (2011).
Elaboração das autoras.

ANEXO 5

Quadro 5 – Atividades em matemática – Aplicar

Atividade	Descrição	Tecnologias compatíveis
Escolher uma estratégia	O aluno avalia ou seleciona uma estratégia matemática para um determinado contexto ou aplicação.	<i>Sites</i> de ajuda <i>online</i> (por exemplo, WebMath, Math Forum), Inspire Data, <i>softwares</i> dinâmicos de geometria/álgebra (por exemplo, Geometry Expressions), Mathematica, MathCad.
Fazer um teste	O aluno demonstra seu conhecimento matemático no contexto de um ambiente de teste, como com <i>software</i> de avaliação assistido por computador.	<i>Software</i> de testes, Blackboard, <i>software</i> de questionários <i>online</i> , sistemas de resposta dos alunos (por exemplo, <i>clickers</i>).
Aplicar uma representação	O aluno aplica uma representação matemática a uma situação da vida real (tabela, fórmula, gráfico, diagrama, imagem, modelo, animação etc.).	Folha de cálculo, robótica, calculadora gráfica, laboratórios baseados em computadores, manipuláveis virtuais (por exemplo, mosaicos algébricos eletrônicos).

Fonte: adaptado de Grandgenett, Harris e Hofer (2011).
Elaboração das autoras.

ANEXO 6

Quadro 6 – Atividades em matemática – Avaliar

Atividade	Descrição	Tecnologias compatíveis
Comparar e contrastar	O aluno compara e contrasta diferentes estratégias ou conceitos matemáticos para ver qual é o mais apropriado a uma situação particular.	<i>Software</i> de mapeamento de conceitos (por exemplo, Inspiration), pesquisa na <i>web</i> , Mathematica, MathCad.
Testar uma solução	O aluno testa sistematicamente uma solução e examina se faz sentido com base no <i>feedback</i> sistemático, que pode ser assistido pela tecnologia.	Calculadora científica, calculadora gráfica, folha de cálculo, Mathematica, expressões geométricas.
Testar uma conjectura	O aluno apresenta uma conjectura específica e, em seguida, examina o <i>feedback</i> de todos os resultados interativos para potencialmente refinar a conjectura.	Geometer Sketchpad, ferramenta interativa de conteúdo específico (por exemplo, ExploreMath), pacotes estatísticos (por exemplo, SPSS, Fathom), calculadoras <i>online</i> , robótica.
Avaliar o trabalho matemático	O aluno avalia um corpo de trabalho matemático por meio do uso de comentários dos colegas ou baseado no <i>feedback</i> da tecnologia.	Grupos de discussão <i>online</i> , <i>blogs</i> , Mathematica, MathCad, Inspire Data.

Fonte: adaptado de Grandgenett, Harris e Hofer (2011).
Elaboração das autoras.

ANEXO 7

Quadro 7 – Atividades em matemática – Criar

Atividade	Descrição	Tecnologias compatíveis
Lecionar uma aula	O aluno desenvolve e dá uma aula sobre um conceito, uma estratégia ou um problema particular de matemática.	Câmara de documentos, <i>software</i> de apresentação, videoconferência, <i>software</i> de criação de vídeo, <i>podcasts</i> .
Criar um plano	O aluno desenvolve um plano sistemático para resolver algum problema ou tarefa matemática.	<i>Software</i> de mapeamento de conceitos, <i>software</i> de processamento de texto colaborativo, MathCad, Mathematica.
Criar um produto	O aluno envolve-se, com imaginação, no desenvolvimento de um projeto, invenção ou artefacto, como um fractal novo, uma pavimentação ou outro produto criativo.	<i>Software</i> de processamento de texto, câmara de vídeo, ferramentas de animação, MathCad, Mathematica, Geometer Sketchpad.
Criar um processo	O aluno cria um processo matemático que outros possam utilizar, testar ou replicar, essencialmente, realizando criatividade matemática.	Programação de computadores, robótica, Mathematica, MathCad, Inspire Data, <i>software</i> de criação de vídeo.

Fonte: adaptado de Grandgenett, Harris e Hofer (2011).
Elaboração das autoras.

SOBRE AS AUTORAS

PATRÍCIA ALEXANDRA DA SILVA RIBEIRO SAMPAIO é doutoranda em educação pela Universidade do Minho (Portugal).

E-mail: patisampaio@gmail.com

CLARA PEREIRA COUTINHO é doutora em educação pela Universidade do Minho (Portugal). Professora da mesma instituição.

E-mail: ccoutinho@ie.uminho.pt

Recebido em novembro de 2013

Aprovado em outubro de 2014

