

TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO CURRÍCULO DE MATEMÁTICA DO ENSINO SECUNDÁRIO APÓS A REFORMA CURRICULAR DE 1986

José António Fernandes, Maria Palmira Alves &
Floriano Viseu

Universidade do Minho, Portugal

Tânia Maria Lacaz

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil

Resumo

No presente artigo estuda-se em que medida o desenvolvimento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) se reflecte no currículo prescrito de Matemática do ensino secundário, designadamente ao nível dos tipos de tecnologia, das referências que lhe são feitas e das recomendações do seu uso nos diferentes temas. Os dados usados no estudo resultaram da análise documental dos programas da área de Matemática do ensino secundário, desde a Reforma do Sistema Educativo de 1986 até à actualidade. Em termos de resultados, salienta-se ao longo das sucessivas alterações dos programas, no período considerado, um claro aprofundamento das TIC no currículo de Matemática, repercutindo-se em todas as dimensões estudadas: tipo de tecnologia, frequência com que são referidas nos programas e nos seus componentes e formas de uso recomendadas nos diferentes componentes do currículo.

Palavras-chave: Tecnologias de Informação e Comunicação; Currículo de Matemática; Ensino secundário

1. Introdução

O desenvolvimento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e o aprofundamento da sua utilização na sociedade têm tido ressonância na escola. No caso da disciplina de Matemática, são particularmente representativas as calculadoras científicas, mais utilizadas no ensino básico, as calculadoras gráficas, mais utilizadas no ensino secundário, os computadores, o software educativo e a Internet.

São variadas as razões para usar as TIC nas aulas de Matemática, permitindo, segundo Fernandes e Vaz (1998), promover uma aprendizagem mais profunda e significativa, favorecer uma abordagem mais indutiva e experimental da matemática e desenvolver as aplicações da matemática. A menor ênfase no cálculo e sua simplificação, permite explorar actividades matemáticas mais profundas e significativas através da abordagem na sala de aula de uma matemática mais realista, enfatizando múltiplas abordagens e diferentes formas de representação matemática; a rapidez com que permite gerar exemplos ou simular situações várias fornece-nos evidência para estabelecer conjecturas ou formular hipóteses, que devem ser confirmadas, sempre que possível, através de uma demonstração lógico-dedutiva, distinguindo-se o papel dos exemplos do dos contra-exemplos no estabelecimento da validade de uma propriedade; e nas aplicações intrínsecas à matemática destacam-se as várias abordagens e as diferentes representações de um problema, enquanto nas aplicações extrínsecas à matemática se destaca a diminuição do papel do cálculo.

Para além do domínio cognitivo, também no domínio afectivo são reconhecidas vantagens do uso das tecnologias. No caso das calculadoras, são vários os estudos que fornecem evidência empírica acerca do efeito positivo da sua utilização sobre as atitudes em relação à matemática (Ellington, 2003; Fernandes, Almeida, Viseu & Rodrigues, 1999; Hembree & Dessart, 1992).

No presente artigo, apresentam-se os resultados do estudo das TIC no currículo de Matemática, conjecturando-se como hipótese que o seu desenvolvimento e crescente utilização na sociedade têm repercussão no currículo de Matemática. Considerando os quatro

componentes principais do currículo estabelecidos por Gimeno (1988): conteúdo, metodologia, objectivos e avaliação, contemplados nos programas escolares, estudou-se a inclusão das TIC no currículo de Matemática a partir das seguintes dimensões: (1) tipos de tecnologias referidas nos programas; (2) referências às TIC nos programas; e (3) referências às TIC nos componentes dos programas e usos recomendados.

2. Componentes e Organizadores do Currículo

O professor de Matemática é o principal responsável pela implementação do currículo da disciplina e, por isso, é necessário que tenha uma formação diversificada e aprofundada que lhe permita controlar e gerir a complexidade das relações entre a teoria e a prática. Para contribuir eficazmente, através da matemática, para a implementação de um plano educativo, não será suficiente dominar os conteúdos da sua disciplina. O campo de actuação em que o professor de Matemática tem de desempenhar a sua tarefa como educador apela ao conhecimento de outros campos disciplinares, a que alguns especialistas chamam o conhecimento de conteúdo pedagógico, e que, segundo Rico (1995), tem duas fontes de reflexão: a complexidade conceptual e ideológica da educação nas sociedades contemporâneas e a necessidade de dispor de meios técnicos adequados para actuar, eficazmente, no sistema educativo.

A tensão entre organização teórica e realização técnica polariza a discussão actual sobre a noção de currículo, na medida em que o teórico, na defesa de um posicionamento humanista ou crítico da educação, elabora e estrutura novas ideias e conceitos que dão conta da riqueza e profundidade desta noção, apoia e sustenta o desenvolvimento da capacidade de reflexão do professor e exerce a sua capacidade crítica sobre propostas já elaboradas ou em vias de elaboração. O tecnólogo, sem renunciar à reflexão, defende a eficácia como valor prioritário e, no seu interesse por melhorar o funcionamento do sistema educativo, propõe organizações técnicas simples e precisas para implementar as tarefas de ensino (Hopkins, 1989), ao mesmo tempo que sugere modos de compreensão do conhecimento e de valorização e interpretação das

aprendizagens realizadas. De carácter ontológico, estes posicionamentos permitem estabelecer as dimensões do currículo, em torno das quais se organizam os níveis de reflexão curricular.

2.1. Dimensões e níveis do currículo

Coll (1992) atribui ao currículo quatro dimensões: a dimensão cultural/conceptual, a dimensão cognitiva ou de desenvolvimento, a dimensão ética e a dimensão social que, por sua vez, admitem diversos níveis de análise. No desenho concreto de um plano de formação é necessário considerar a articulação com os diferentes agentes educativos (os responsáveis da administração educativa) e as instituições do sistema (os diversos centros do sistema educativo), assim como as relações entre eles.

Ao tomar como nível de análise as quatro dimensões consideradas, reconheceremos diferentes tipos de finalidades: culturais, sociais, de desenvolvimento pessoal e aprendizagem e, ainda, finalidades políticas e morais. Fazendo parte integrante da cultura, o conhecimento matemático tem de considerar-se parte integrante dela, socialmente construído e determinado: nele deverão intervir as necessidades formativas da matemática e ter-se em conta as conotações políticas e morais, gerais e específicas, ligadas com a formação matemática dos alunos.

Outro nível de reflexão sobre o currículo considera as disciplinas que o fundamentam (Coll, 1987): a Psicologia, a Pedagogia, a Sociologia e a Epistemologia e a História da disciplina, neste caso da Matemática.

Assim, o currículo apresenta-se como um plano que se organiza e estrutura ao especificar as competências profissionais dos professores e as funções dos alunos, ao caracterizar cada uma das disciplinas escolares e ao especificar a organização e a estrutura da escola. Neste nível, os componentes do currículo são o professor, o aluno, o conhecimento e a escola (Gimeno, 1997). A maior parte das vezes, o currículo apresenta-se mediante documentos e propostas curriculares, em que o âmbito de actuação é a sala de aula, o agente encarregado de o cumprir é o professor e o plano de formação concretiza-se a partir da determinação dos objectivos, conteúdos, metodologia, critérios e instrumentos de avaliação (Stenhouse, 1991). Estes quatro componentes caracterizam o currículo como um esquema operativo de actuação para o professor.

Do posicionamento teórico que se adopte, estaremos face a diferentes níveis de reflexão. Assim, ao assumir o currículo como um plano de acção para o professor, o nível de actuação é a sala de aula; quando se considera o currículo como planificação para a administração educativa, o nível de actuação é o sistema educativo; quando se concebe o currículo como objecto de estudo, estaremos face a um nível académico; e, finalmente, se atendermos aos fins gerais da educação, situar-nos-emos numa perspectiva teleológica (Stenhouse, 1991). Em cada um destes níveis de reflexão, o currículo pode caracterizar-se a partir de quatro dimensões, que proporcionam um núcleo de conceitos adequados para organizar esse nível (Rico *et al.*, 1997), conforme se descreve no quadro 1.

Quadro 1 - Dimensões por níveis de reflexão no estudo do currículo

Dimensões Nível	1.ª dimensão: Cultural/Conceptual	2.ª dimensão: Cognitiva ou de desenvolvimento	3.ª dimensão: Ética ou formativa	4.ª dimensão: Social
Planificação para os professores	Conteúdos	Objectivos	Metodologia	Avaliação
Sistema Educativo	Conhecimento	Aluno	Professor	Aula
Disciplinas	Epistemologia e História da Matemática	Teorias da aprendizagem	Pedagogia	Sociologia
Teleológico ou de finalidades	Fins culturais	Fins formativos	Fins políticos	Fins sociais

As diferentes aproximações ao estudo do currículo têm quatro ordens de ideias ou dimensões permanentes, com base nas quais se estrutura a noção de currículo. Estas quatro dimensões encontram-se ao longo dos níveis de reflexão.

2.2. A questão das unidades didácticas

O professor, ao pôr em prática as directrizes curriculares com um grupo de alunos, tem necessidade de tomar uma série de decisões de carácter geral, que se concretizam mediante critérios para a selecção, sequencialização e organização de conteúdos; critérios para a organização e controlo do trabalho na sala de aula; prioridades no

processo de construção do conhecimento e na significância deste para os alunos; e, ainda, critérios para valorizar a aprendizagem e para o tratamento adequado dos erros dos alunos, que se ajustam aos quatro componentes principais do currículo quando se considera o professor como principal agente no processo educativo e a sala de aula como o principal espaço de trabalho: conteúdos, metodologia, objectivos e avaliação (Gimeno, 1988). Estes quatro componentes estruturam e determinam o processo de diálogo entre a administração educativa e os professores, mesmo que os documentos curriculares apenas sejam um marco de referência.

Os documentos para o currículo de Matemática não proporcionam informação suficiente para utilizar, de maneira efectiva, os quatro componentes mencionados na planificação de temas e unidades. Assim, conceber e planificar unidades didácticas em Matemática é, sobretudo, analisar os conteúdos, sendo que a análise dos outros componentes se reduz a considerações genéricas, questionando, desta forma, a utilidade do conceito de currículo para a planificação e desenho de unidades didácticas. Pensamos, tal como Giroux (1990), que o que acontece é que o professor não dispõe de ferramentas conceptuais adequadas e suficientemente desenvolvidas, que lhe permitam realizar uma adequada planificação.

Uma vez que os professores possuem informação suficiente sobre os conteúdos, poderá pressupor-se que estes nunca estão em discussão, o que na realidade não acontece pois cada professor de matemática apresentará posicionamentos diferentes sobre o modo como organizar cada unidade didáctica, decorrente da formação e das fontes documentais a que recorre para lhe dar forma e expressão coerente. O interessante nos conteúdos das unidades didácticas é que expressam uma informação comum para todos os professores sobre a qual podem estabelecer coincidências, mas também poderá haver diferenças sem que isso pressuponha problemas especiais de planificação e de execução, pois essa informação básica comum encontra-se nos manuais escolares.

Porém, não há uma cultura objectivamente partilhada para os objectivos, a metodologia e a avaliação para cada uma das temáticas,

não há um marco teórico que possibilite tratar com a objectividade desejável tais práticas. Os professores acham muito difícil expor com precisão os seus pontos de vista sobre estes três componentes, mas acham ainda mais difícil dar credibilidade aos pontos de vista dos seus colegas. Se já é complicado expressar as coincidências, é quase impossível caracterizar as discrepâncias e encontrar referências comuns (Kirk, 1989). Quando os professores de Matemática falam de objectivos, metodologia e avaliação, salvo raras excepções, utilizam um discurso muito pessoal, genérico e impreciso, com poucas referências externas e poucos dados objectivos.

2.3. Caracterização dos organizadores do currículo

Chamar-se-ão organizadores do currículo os conhecimentos que se adoptam como componentes fundamentais para articular o desenho, desenvolvimento e avaliação de unidades didácticas (Husen, 1988). Como consequência das reflexões anteriores, colocam-se as seguintes perguntas: é possível encontrar outros elementos, diferentes dos conteúdos, que expressem um conhecimento objectivo e útil para a elaboração de unidades didácticas?; existem fontes objectivas de conhecimentos, adequadas para organizar unidades didácticas em matemática?; que outros conhecimentos, diferentes dos conteúdos, são úteis e necessários para uma adequada programação?; sobre que tópicos podem discutir os professores quando planificam cada um dos temas?; é possível encontrar organizadores para este nível de reflexão sobre o currículo de Matemática, para além dos conteúdos?

É claro que a resposta tem de ser afirmativa e não é certo que a planificação de um tema se reduza a uma simples organização sequenciada de conceitos e procedimentos. Quando os professores questionam a sua própria prática, na base das reflexões anteriores, tendem a encontrar respostas adequadas, apesar de existirem algumas opções mais óbvias e outras mais difíceis de localizar.

Duas condições são exigidas, segundo Rico *et al.* (1997), para aceitar um tipo de conhecimentos como organizador do currículo de Matemática: ter um carácter objectivo e ser capaz de gerar uma

diversidade de opções. Um organizador deve oferecer um marco conceptual para o ensino da matemática, um espaço de reflexão que mostre a complexidade dos processos de transmissão e construção do conhecimento matemático e critérios para abordar essa complexidade. Para tal, os organizadores devem: mostrar a sua capacidade para estabelecer distintas formas de estruturação das unidades didácticas, com uma base objectiva de interpretação e discussão; situar as distintas opções dos professores para a planificação, gestão e avaliação de unidades didácticas e têm de situar estas opções em referências comuns, que permitam precisar as coincidências e as discrepâncias; e ter uma base disciplinar adequada, que permita um tratamento objectivo. O conhecimento didáctico sobre cada um dos conteúdos do currículo de Matemática tem de ser estruturado a partir do contributo dado por cada um dos organizadores.

Também será possível encontrar documentos e fontes de informação sobre cada um dos organizadores, uma vez que estes não devem ser produto da inspiração de um grupo de pessoas ou de uma moda; cada professor deve ter acesso a diversos documentos, livros e publicações através dos quais seja possível aprofundar o contributo de cada um deles para o tópico que procura. Desta forma, cada organizador poderá proporcionar uma base sólida e critérios para estruturar todas e cada uma das unidades didácticas e para a delimitação do conhecimento didáctico dos seus conteúdos.

Kirk (1989) sustenta que os diferentes conteúdos das disciplinas – logo também os de Matemática – satisfazem todas as condições que se acabam de mencionar: têm carácter objectivo, oferecem uma diversidade de opções para estruturar unidades didácticas, permitem reconhecer coincidências e discrepâncias entre distintas estruturações, assim como discutir sobre elas; e têm, obviamente, uma fundamentação disciplinar e académica, dispondo-se de fontes documentais diversificadas que proporcionam informação suficiente para cada conteúdo.

Porém, os conteúdos de Matemática não esgotam as necessidades organizativas do currículo de matemática; daí que, como se tem argumentado, seja necessário proceder à procura de novos

organizadores. Poderão, assim, considerar-se os erros e dificuldades habitualmente detectados na aprendizagem da matemática, mais frequentes em cada tópico, assim como os problemas ou obstáculos de aprendizagem que se detectam ou apresentam para cada conceito e, ainda, a fenomenologia dos conhecimentos implicados, bem como as aplicações práticas de cada tópico, a diversidade dos materiais e dos recursos que podem empregar-se no ensino de cada tema e a evolução histórica de cada campo e de cada conceito.

Este modo de considerar os organizadores oferece a possibilidade de realizar uma análise didáctica de cada um dos temas do currículo de Matemática, ou seja, uma análise dos conteúdos da matemática ao serviço da organização do seu ensino. Esta análise faz parte integrante do trabalho que os professores de Matemática devem realizar nas suas tarefas de planificação de unidades didácticas, justificando-se, assim, a consideração de tais organizadores.

3. Contextualização da introdução das TIC no ensino da Matemática

Nesta secção estabelecemos e analisamos quatro principais etapas de introdução e aprofundamento das TIC no ensino da matemática no nosso país: Ensino Assistido por Computador, Projecto Minerva, Calculadoras gráficas e Internet.

3.1. Ensino Assistido por Computador

A introdução dos computadores no ensino da matemática teve início nos anos 60, nos Estados Unidos da América, através do chamado Ensino Assistido por Computador (EAC). Este tipo de ensino reforçou a perspectiva behaviorista da aprendizagem, muito valorizada no ensino da matemática na altura.

Em termos operacionais, os computadores foram utilizados para apresentar aos alunos sequências de aprendizagem programada e/ou hierárquica, que antes eram apresentadas em suporte de papel. Face a diferentes tipos de sequências de ensino programado (Orton, 1990), os computadores revelavam-se como instrumentos com grande potencial,

designadamente, permitindo maior flexibilidade em todo o processo de ensino/aprendizagem, maior individualização da aprendizagem, a obtenção de um feedback instantâneo, reforçando a aprendizagem, e o trabalho dos alunos ao seu próprio ritmo.

No entanto, neste ensino, por um lado, a interacção estabelecia-se com o material disponibilizado pela máquina, ignorando-se os possíveis benefícios resultantes da interacção entre os alunos e, por outro, as tarefas simples apresentadas destacavam o papel da memorização em detrimento de uma aprendizagem com compreensão.

Em Portugal, o EAC, para além de ter surgido posteriormente, até porque os computadores chegaram ao nosso país muito mais tarde, não teve um impacto tão acentuado no ensino da matemática. Mesmo face a estes constrangimentos, mais de ordem técnica, este tipo de ensino teve algum reflexo na formação inicial dos professores de Matemática durante fins dos anos 70 e inícios dos anos 80, e seguidamente na própria sala de aula. Para além dos computadores, este tipo de ensino encontrou suporte na “pedagogia por objectivos”, que na época era predominante na escola portuguesa.

Em termos de implicações para o currículo de Matemática, pode dizer-se que os computadores não introduziram mudanças marcantes, contribuindo para a consolidação da perspectiva tradicional do seu ensino, agora mais sofisticado e moderno.

3.2. Projecto Minerva

O Projecto MINERVA, que decorreu entre 1985 e 1994, foi oficialmente criado pelo Despacho 206/ME/85, do Ministério da Educação, e teve como objectivo promover a introdução das Novas Tecnologias da Informação (NTI) no ensino não superior em Portugal (Ponte, 1994).

No relatório de avaliação do projecto, no que concerne a uma “pedagogia inovadora”, salientam-se como resultados positivos, para além da aceitação dos computadores, a análise crítica do ensino e da aprendizagem, o trabalho de grupo e as actividades interdisciplinares, afirmando-se

que a cultura MINERVA é uma cultura de aventura e inovação, em que cada um tem o seu papel a desempenhar. É também uma cultura de confiança nas capacidades dos professores e dos alunos e de interligação dessas capacidades com vista a proporcionar uma resposta mais cabal às necessidades dos alunos (Ministério da Educação, 1994, p. 74).

Em termos de introdução das novas tecnologias nas escolas, para Ponte (1994), os resultados do projecto não foram tão positivos, designadamente quanto à sua utilização nas salas de aula das diferentes disciplinas.

O projecto foi muito sucedido na integração das novas tecnologias da informação no 1.º ciclo do ensino básico e no aproveitamento dos espaços extra-aula para o desenvolvimento de actividades interdisciplinares nos outros níveis de ensino. Mas, na maioria das disciplinas não se desenvolveram experiências em número suficiente que permitissem a teorização de estratégias e modelos para a utilização das tecnologias da informação na sala de aula. O projecto ficou assim apenas a meio caminho no seu objectivo de introduzir as tecnologias da informação nas escolas (p. 64).

Por outro lado, ora pela tentativa de enquadrar o projecto em trilhos mais familiares ora por alheamento, o “Ministério da Educação nunca procurou clarificar a sua posição relativamente a grandes opções sobre o papel concreto das tecnologias da informação nos planos curriculares e na vida das escolas” (Ponte, 1994, p. 59).

Enquanto utilizações educativas do computador, Ponte (1986) refere a programação e situações problemáticas, simulações como actividades exploratórias e de aplicação, a filosofia educacional da linguagem LOGO criada por Papert (1986), o computador como ferramenta, jogos educacionais e o computador em interacção individual com o aluno. A propósito da utilização dos computadores nas diferentes disciplinas do currículo, designadamente no caso particular da disciplina de Matemática, este autor afirma que:

A influência do computador será certamente marcante no ensino das diversas disciplinas. Por exemplo, na Matemática, podemos antever novas matérias e novas ferramentas de trabalho. Programas poderosos de cálculo simbólico e pacotes de cálculo numérico serão utilizados como antes o eram as tabelas trigonométricas e logarítmicas. Novos tópicos, em especial de Matemática discreta, ocuparão progressivamente o lugar das matérias mais repetitivas, cuja execução não será mais exigida aos alunos e que estes saberão pedir ao computador. Novas abordagens, implicando

uma apresentação algorítmica e um relacionamento directo com situações da vida real, substituirão em muitos casos as abordagens tradicionais (Ponte, 1986, p. 73).

No caso da matemática, salienta-se a influência do documento *Uma agenda para a acção: Recomendações para o ensino da matemática nos anos 80*, publicado nos EUA, pelo National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), e mais tarde traduzido para português (NCTM, 1985), onde, a par da resolução de problemas, se recomenda a utilização da tecnologia no ensino da matemática. Especificamente, na recomendação 3 refere-se que “os programas de matemática de todos os níveis de ensino devem tirar toda a vantagem das capacidades das calculadoras e dos computadores” (p. 16). Diz-se, ainda, que “para além do conhecimento do papel dos computadores e calculadoras na sociedade, a maioria dos estudantes deve saber trabalhar com elas e usá-las na resolução de problemas” (p. 16). No caso das calculadoras, “reconhece-se a sua importância quando o peso dos cálculos longos excede a contribuição educacional do processo” (pp. 16-17).

Também no nosso país, a Associação de Professores de Matemática (APM, 1988) publicou o documento *Renovação do currículo de matemática*, recomendando também a resolução de problemas e a utilização de tecnologia no ensino da matemática. No caso da tecnologia, diz-se que

O ensino e a aprendizagem da matemática devem tirar todo o partido possível, em todos os níveis de ensino, dos instrumentos que a evolução tecnológica tem posto ao serviço das mais variadas actividades e domínios sociais, profissionais e científicos, designadamente as calculadoras e os computadores (p. 31).

Neste documento destacam-se as grandes potencialidades dos computadores numa abordagem experimental e intuitiva da matemática, permitindo ao aluno desempenhar um papel mais activo no processo de aprendizagem. Ao nível dos conteúdos, defende-se uma maior ênfase em tópicos como Estatística, Probabilidades, Matemática Discreta, Métodos de Matemática Numérica, relações funcionais e interpretação de gráficos e na exploração da Geometria através da linguagem LOGO (ou de outros programas que entretanto surjam), e menor ênfase nos algoritmos aritméticos e de cálculo algébrico. Ao nível das actividades de ensino,

privilegiam-se aquelas em que os alunos são encorajados a desenvolver a sua autonomia, independência e espírito de iniciativa, como resolução de problemas, investigações e trabalhos de projecto. Por fim, o professor deve deixar de ser aquele que meramente fornece informação para passar a ser o organizador das actividades, o facilitador da aprendizagem e um dinamizador do trabalho.

Em síntese, a utilização dos computadores no ensino é vista como um meio para apoiar uma perspectiva desenvolvimentista ou cognitivista, acreditando-se que a adesão a uma perspectiva tradicional seria dificultada pela pouca formação dos professores nas novas tecnologias.

3.3. Calculadoras gráficas

O lançamento da primeira calculadora gráfica em 1986, pela Casio, à qual se seguiram muitas outras, contribuiu decisivamente para uma maior utilização das novas tecnologias no ensino da matemática (Waits & Demana, 2000). Comparativamente com os computadores, as calculadoras tornavam-se cada vez mais sofisticadas, mais acessíveis e de fácil portabilidade. Estas vantagens das calculadoras favoreceram a sua aceitação por parte dos professores, motivando, por sua vez, muitas investigações sobre a sua utilização no ensino.

Neste domínio, foram muitos os estudos realizados, salientando-se duas meta-análises: uma conduzida por Hembree e Dessart (1992) e outra efectuada por Ellington (2003). Hembree e Dessart analisaram 79 relatórios de investigação relacionados com a utilização de calculadoras no ensino da matemática, cada um envolvendo um grupo de alunos que usou calculadoras durante o período de ensino e outro grupo de alunos ao qual, durante o mesmo período, foram ensinados os mesmos assuntos sem usar calculadoras. Nesta meta-análise foram estudados os efeitos do uso de calculadoras na realização matemática (cálculo, conceitos e resolução de problemas) e nas atitudes dos alunos. Quanto à realização matemática, os alunos foram classificados em fracos, médios e bons e considerou-se ainda a condição dos alunos terem usado ou não calculadoras nos testes.

Quando os alunos usaram calculadoras no ensino e nos testes, os fracos e médios obtiveram melhores resultados, estatisticamente significativos, tanto no cálculo como na resolução de problemas. No caso dos bons alunos, os estudos não forneceram dados para o cálculo e observou-se uma melhoria também significativa, embora mais moderada, na resolução de problemas. Quando os alunos usaram calculadoras apenas no ensino obtiveram-se resultados menos significativos. Apenas no caso dos alunos médios se obteve pequenos efeitos, mas significativos, em relação ao cálculo e à resolução de problemas em todos os anos de escolaridade. O único efeito negativo verificou-se no 4.º ano de escolaridade e em relação ao cálculo. Finalmente, os alunos que usaram calculadoras revelaram uma atitude mais positiva em relação à matemática e, especialmente, um melhor auto-conceito em matemática.

Na meta-análise de Ellington (2003) foram analisados 54 estudos sobre a utilização de calculadoras no ensino/aprendizagem da matemática. Nestes estudos, publicados entre Janeiro de 1983 e Março de 2002, participaram alunos do ensino básico e secundário organizados num grupo experimental e num grupo de controlo, e estudou-se a influência da calculadora nos três domínios: (a) *skills* operacionais, computacionais e conceptuais; (b) *skills* gerais de resolução de problemas, incluindo o número de problemas tentados como resultado de ter acesso a uma calculadora durante a instrução e a capacidade para seleccionar uma estratégia de resolução apropriada; e (c) o papel da calculadora no desenvolvimento de atitudes do aluno em relação à matemática.

Ao longo de todos os construtos, os resultados dos estudos com duração de 4 a 8 semanas ou favoreceram os alunos que não tiveram acesso às calculadoras durante a instrução ou não revelaram diferenças significativas entre os grupos. Para muitos construtos, os resultados dos estudos com menos de 4 ou mais de 8 semanas de duração foram favoráveis aos alunos que usaram calculadoras. Esta discrepância pode estar relacionada com a capacidade dos alunos para reter o que aprendem. Nos estudos de curta duração a retenção não foi avaliada, mas nos estudos de longa duração a retenção foi de algum modo

significativa, especialmente em conceitos aprendidos antes na fase de tratamento.

Quando não foi permitido usar calculadoras durante os testes, os resultados não foram significativamente diferentes entre os diferentes tipos de calculadoras; quando as calculadoras foram parte integrante do processo de testagem, os resultados relativos às calculadoras gráficas foram significativamente melhores do que os resultados relativos às calculadoras elementares e científicas em dois aspectos: *skills* conceptuais e *skills* de resolução de problemas. Os *skills* operacionais beneficiaram de todos os três tipos de calculadoras. Por último, as calculadoras gráficas tiveram uma influência mais significativa sobre as atitudes dos alunos do que os outros tipos de calculadoras.

No nosso país, Fernandes, Almeida, Viseu e Rodrigues (1999) realizaram um estudo exploratório sobre o uso de calculadoras, tendo por objectivos conhecer atitudes e práticas pedagógicas e identificar efeitos das atitudes nas práticas pedagógicas. No estudo, os dados foram recolhidos através de um questionário e participaram 44 professores de Matemática pertencentes a 13 escolas do distrito de Braga, todos eles a leccionarem o 10.º ano de escolaridade, no qual era obrigatório o uso da calculadora gráfica.

Em termos de atitude, os professores revelaram uma indecisão em relação à possibilidade das calculadoras facilitarem o desenvolvimento de competências de cálculo, tendo a maioria manifestado preocupação sobre a possibilidade do uso de calculadoras impedir aos alunos a compreensão de *skills* básicos de cálculo. À excepção do cálculo, a grande maioria dos professores revelou uma atitude favorável acerca dos efeitos do uso de calculadoras na aprendizagem da matemática.

Quanto à acessibilidade dos alunos às calculadoras, o grupo de professores manifestou uma atitude desfavorável relativamente ao uso da calculadora em qualquer tipo de tarefa, justificando-se apenas em tarefas rotineiras complexas. Quanto à avaliação, praticamente todos os professores manifestaram a opinião de que deveria ser permitido usar calculadoras nos testes de avaliação e que a sua utilização encorajaria os alunos.

Relativamente às práticas pedagógicas, muito frequentemente, quando foram usadas calculadoras, o ensino foi menos expositivo e mais participativo e os alunos trabalharam em pares e/ou grupos. Quanto à utilização das calculadoras, muito frequentemente, os alunos usaram-nas sempre que quiseram, nos testes de avaliação e em actividades de avaliação diferentes dos testes e o professor deu orientações sobre o modo de as usar.

De entre os aspectos não favoráveis à utilização de calculadoras, destacam-se as interacções na sala de aula. Neste caso, os professores afirmaram interacções mais frequentes quando os alunos não usaram calculadoras, excepto em relação aos alunos manifestarem as suas ideias. Quando os alunos usaram calculadoras, as interacções foram mais frequentes em relação a aspectos técnicos da calculadora.

Finalmente, em relação aos efeitos das atitudes nas práticas pedagógicas, os professores que revelaram uma atitude mais favorável ao uso de calculadoras afirmaram também mais frequentemente práticas pedagógicas centradas no uso desta tecnologia.

Em 1987 teve início, nos EUA, o programa *Teachers Teaching with Technology* (T³), sob a supervisão dos professores Bert Waits e Franklin Demana e patrocinado pela Texas Instruments. Mais tarde, este programa alargou-se à Europa, tendo sido anunciada a participação de Portugal no T³ *Europe* no ProfMat de 1996. Integrado na APM, o programa tem como principal objectivo a formação de professores no uso da tecnologia gráfica no ensino e aprendizagem da Matemática. Para a consecução deste objectivo, têm sido realizadas acções de formação e produzidos materiais, tendo em conta a experiência internacional e a realidade e os currículos nacionais¹.

3.4. Internet

A utilização da Internet em Portugal teve o seu início, em meados da década de 1980, nas Universidades e em algumas empresas, através de terminais conectados por via telefónica a Universidades Europeias e dos Estados Unidos da América. Grande parte dessa utilização restringia-se a consultas documentais e ao *e-mail*². É através das Universidades que

se dá a difusão da Internet em Portugal, pela acção do grupo Portuguese Unix Users Group (PUUG) e, a partir de 1986, pela Fundação de Cálculo Científico Nacional (FCCN). No início da década de 1990, com a criação da Rede da Comunidade Científica Nacional (RCCN), o uso da Internet generaliza-se a todas as Universidades Portuguesas. A partir de 1994 populariza-se com o surgimento da Internet Service Provider (ISP). Contudo, é a partir de 1995 que, com a edição pela comunicação social de cadernos dedicados à Internet, se dá a sua expansão.

Em termos educacionais, Ponte, Oliveira e Varandas (2002) consideram que as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), em que se inclui a Internet, desempenham um papel cada vez mais importante, afirmando que,

Na verdade, estas tecnologias (i) constituem um meio privilegiado de acesso à informação, (ii) são um instrumento fundamental para pensar, criar, comunicar e intervir sobre numerosas situações, (iii) constituem uma ferramenta de grande utilidade para o trabalho colaborativo e (iv) representam um suporte de desenvolvimento humano nas dimensões pessoal, social, cultural, lúdica, cívica e profissional (p. 1).

A importância pedagógica do acesso à Internet pelos alunos deve-se, segundo Figueiredo (1995), à oportunidade que eles têm de poderem aprender fazendo, em vez de aprenderem ouvindo como é que as coisas devem ser feitas. A escola, em vez de ser um lugar em que o conhecimento é transmitido ao aluno, deve antes constituir-se em espaço de aprendizagem onde sejam facultados os meios e a informação, quer para a construção de conhecimento e de valores e atitudes, quer para aquisição de competências (Livre Verde, 1997). A Internet surge, neste contexto, como um veículo privilegiado de informação, permitindo que os alunos sejam “exploradores activos do mundo que os envolve” (Livre Verde, 1997, p. 36).

O seu acesso, na opinião de Figueiredo (1995), favorece a dinamização por parte dos professores de práticas colaborativas, por poderem interagir com os seus pares, a partilha de propostas de trabalho, a discussão de problemáticas da sua prática e a elaboração de projectos. Na sua óptica, as próprias escolas podem dar conhecimento da sua dinâmica educativa ao ligarem-se à *Web* e reforçarem a sua integração na comunidade em que se inserem.

O Grupo de Trabalho da Internet da APM e do projecto Investigar e Aprender (2003) defende a integração da Internet na actividade profissional dos professores pelas seguintes razões: (1) *A Internet está cheia de conteúdos matemáticos* (materiais, tarefas e conteúdos), o que permite aos professores e aos alunos que, na sua actividade matemática, possam seleccionar o que lhes interessa; (2) *O uso da Internet pode estimular aprendizagens matemáticas importantes*, através da pesquisa de informação, da realização de tarefas e de projectos e da interacção com os outros; (3) *Os alunos e os professores utilizam a Internet*, o que leva a induzir que os professores devem tirar mais partido da sua utilização na realização de tarefas matemáticas; e (4) *Existem medidas a nível nacional para fomentar o uso da Internet* nas práticas de ensino e aprendizagem.

A importância da utilização da Internet para a educação está patente na atenção que tem recebido por parte de educadores e investigadores, tanto no nosso país como a nível internacional. Perante novas formas de comunicar e de procurar e fornecer informação, professores e alunos enfrentam hoje o desafio de encontrarem novas perspectivas de trabalho com base na colaboração e na partilha de conhecimento (Pretto & Serpa, 2001).

A disponibilidade de grandes quantidades de informação a que é possível aceder com facilidade e rapidez, leva forçosamente a repensar quer a importância do que se ensina, quer a forma como se ensina. Surge, assim, a questão de saber como podem os professores integrar a Internet na sala de aula e tirar dela o máximo partido.

Uma das formas de integrar a Internet na sala de aula é através da implementação de *WebQuests*. Uma *WebQuest* é uma actividade de pesquisa orientada em que parte ou toda a informação com que os alunos interagem provém de fontes da Internet (Dodge, 1997). Para este autor, uma *WebQuest* deve conter pelo menos os seguintes componentes: (1) *Introdução*, apresentação da proposta a realizar, que deve ser motivadora e desafiante para os alunos; (2) *Tarefa*, composta pelas tarefas que os alunos devem realizar; (3) *Processo*, explicitação das etapas necessárias para a realização da tarefa; (4) *Recursos*, fontes de informação na forma de hiperligações para informação existente na *Web*

ou na forma de livros e outros documentos; (5) *Avaliação*, explicitação aos alunos de indicadores de como são avaliados; e (6) *Conclusão*, síntese do que os alunos aprenderam, com a possibilidade de os desafiar a alargar a experiência.

Algumas experiências com *WebQuests* têm sido realizadas por professores estagiários de Matemática nas salas de aula. Ao nível da sua elaboração, um dos aspectos que mais destacam é a promoção do trabalho colaborativo entre os elementos do seu Núcleo de Estágio, quer na sua estruturação quer na resposta aos problemas que vão surgindo (Almeida, Viseu & Ponte, 2003, 2004). Para estes autores, ao nível da sua implementação, para além de ser uma forma de trabalho mais centrado nos alunos e de favorecer a dinamização do trabalho em grupo, os estagiários consideram que a sua realização pelos alunos beneficia o desenvolvimento da sua capacidade de pesquisa, a construção activa do conhecimento e a recolha de mais informação sobre os alunos. De igual modo, também é destacado o desenvolvimento da sua capacidade de seleccionar e de tratar a informação, reforçada a comunicação das suas ideias e dos resultados obtidos. Por fim, evidenciam que as condições das suas escolas para a realização de experiências deste tipo nem sempre são as ideais.

4. Metodologia

No presente estudo analisa-se a questão das TIC no currículo de Matemática do ensino secundário após a Reforma do Sistema Educativo de 1986, centrada nas três seguintes dimensões: (1) tipos de tecnologias referidas nos programas; (2) referências às TIC nos programas; e (3) referências às TIC nos componentes dos programas e usos recomendados.

Para efectuar uma tal análise recorreremos aos programas escolares da área da Matemática, do ensino secundário, surgidos da Reforma do Sistema Educativo de 1986 até aos actuais programas em vigor, o que significa que foram incluídos no estudo os seguintes programas: Matemática (1991) e Métodos Quantitativos (1991); Matemática (1997); Matemática A (2002), Matemática B (2002) e Matemática Aplicada às

Ciências Sociais (2001). Estes programas contemplam três momentos de alteração dos programas da área da Matemática, 1991, 1997 e 2001-2002, permitindo estudar a evolução da integração das TIC ao longo deste período de tempo.

Na análise dos programas considerámos a sua própria estrutura, incluindo na “Introdução” os objectivos gerais, as orientações metodológicas, os recursos, etc., e nos “Temas” os temas/conteúdos dos próprios programas. No caso da “Introdução”, as categorias de análise variam ligeiramente ao longo dos programas, em designação e em número, de modo a melhor se adaptarem às suas especificidades. No caso dos “Temas”, as categorias coincidem com os temas do próprio programa na disciplina de Matemática Aplicada às Ciências Sociais, enquanto nos programas das outras disciplinas se definiram, em geral, categorias mais amplas do as que estão estabelecidas nos respectivos programas, incluindo no mesmo tema os conteúdos com alguma afinidade (e.g., “Estatística, Probabilidades e Combinatória”) e/ou que são tratados ao longo de vários anos escolares (e.g. “Geometria no Plano e no Espaço”, que inclui os conteúdos de Geometria no Plano e no Espaço I e Geometria no Plano e no Espaço II).

Em termos de análise de dados, estudámos em todas as categorias, quer da “Introdução” quer dos “Temas”, as frequências com que são referidas as diferentes tecnologias nos programas. Diferentemente, na análise qualitativa, nas categorias da “Introdução” estudámos aspectos gerais decorrentes da utilização das tecnologias, como justificação, sugestões genéricas de utilização e limitações, enquanto nas categorias dos “Temas” identificámos conteúdos específicos em que é sugerido o uso de tecnologias, bem como orientações específicas sobre a sua utilização.

5. Resultados

Nesta secção apresentam-se os resultados da análise dos programas escolares da área de Matemática do ensino secundário em relação às TIC, nos três momentos: Matemática (1991) e Métodos Quantitativos (1991); Matemática (1997); Matemática A (2002), Matemática B (2002) e Matemática Aplicada às Ciências Sociais (2001).

5.1. Programas de Matemática e Métodos Quantitativos (1991)

O movimento desenvolvido em torno da utilização dos computadores e das calculadoras no ensino da matemática encontra finalmente eco nos programas escolares de Matemática, surgidos da Lei de Bases do Sistema Educativo (1986).

No caso do programa de Matemática, observando a tabela 1, concluímos que a calculadora e o computador são as novas tecnologias referidas, destacando-se claramente a calculadora. Estas tecnologias são referidas na secção introdutória e em quatro temas do programa.

Tabela 1 - Referências às novas tecnologias no programa de Matemática de 1991

Matemática (1991)	Tecnologia
Introdução	
Objectivos Gerais	■
Conteúdos Temáticos	■
Orientação Metodológica	□●
Recursos	■●
Temas	
Funções e Gráficos. Sucessões Reais	■■■■■■■■■■●●
Estatística, Probabilidades e Combinatória	■■■●
Introdução ao Cálculo Diferencial	■■■●
Conjunto IR – Noções de Lógica	■■■■

■ Calculadora; ● Computador; □ Tecnologia não especificada

Na Introdução do programa é feita referência às novas tecnologias nos “Objectivos Gerais”, nos “Conteúdos Temáticos”, especificamente no tema “Números e Cálculo”, na “Orientação Metodológica” e nos “Recursos” (ver tabela 1). Das novas tecnologias preconizadas no programa salientam-se a calculadora científica, que é considerada de uso obrigatório, e o computador. No caso da calculadora científica, o seu uso “deve ser visto não só como um recurso a uma ferramenta auxiliar de cálculo mas como meio para desenvolver aptidões e incentivar o espírito de pesquisa” (Ministério da Educação, 1992, p. 28); no caso do computador, destacam-se as suas potencialidades de representação gráfica e de simulação, permitindo a

realização de “actividades não só de exploração e pesquisa como de recuperação e desenvolvimento” (Ministério da Educação, 1992, p. 34).

Exceptuando o tema de “Geometria no Plano e no Espaço”, a tecnologia é referida em todos os outros. No tema “Funções e Gráficos. Sucessões Reais”, tema em que é mais referido o uso de tecnologia, recomenda-se o uso da calculadora e do computador na construção de gráficos, no estudo de propriedades e na aproximação experimental de limite, incluindo o estudo de sucessões e de infinitésimos de referência com a calculadora.

Relativamente ao tema “Estatística, Probabilidades e Combinatória”, na Estatística refere-se que, depois de o aluno ter compreendido as fórmulas, os cálculos devem ser efectuados com a calculadora e podem-se exemplificar as potencialidades do computador no tratamento de dados estatísticos; nas Probabilidades advoga-se o uso do computador para determinar valores aproximados da probabilidade teórica através da simulação de experiências aleatórias a partir de um gerador de números pseudo-aleatórios.

No tema “Introdução ao Cálculo Diferencial” é sugerido o recurso à calculadora ou ao computador na determinação de valores aproximados do número e e como complemento à construção dos gráficos das funções exponencial e logarítmica em papel.

Por fim, no tema “Conjunto \mathbb{R} – Noções de lógica”, para além do cálculo em papel, recomenda-se a utilização da calculadora nas operações com números reais e no cálculo de valores aproximados de números irracionais.

Na disciplina de Métodos Quantitativos recomenda-se igualmente o uso da calculadora e do computador na Introdução do programa, especificamente nos “Objectivos Gerais”, na “Orientação Metodológica” e nos “Recursos”, e no tema de “Estatística e Probabilidades” (ver tabela 2).

Tabela 2 - Referências às novas tecnologias no programa de Métodos Quantitativos de 1991

Métodos Quantitativos (1991)	Tecnologia
Introdução	
Objectivos Gerais	■
Orientação Metodológica	■
Recursos	■●
Temas	
Estatística e Probabilidades	■●●●

■ Calculadora; ● Computador

De entre os cinco conteúdos do programa, as novas tecnologias são referidas em Estatística e em Probabilidades. No caso da “Estatística”, refere-se a calculadora científica e o computador e, no caso das “Probabilidades”, refere-se o computador, repetindo-se as sugestões do programa de Matemática.

5.2. Programa ajustado de Matemática (1997)

Pela tabela 3 verificamos que, na Introdução do programa, as novas tecnologias são referidas nos “Objectivos Gerais”, nas “Orientações Metodológicas”, nos “Recursos” e na “Tecnologia”. De entre as novas tecnologias, destaca-se a referência à calculadora, que neste programa corresponde à calculadora gráfica.

A tecnologia é vista não só como ferramenta mas também como fonte de actividade, de investigação e de aprendizagem, e na secção “Tecnologia” é feita alusão ao uso da calculadora gráfica, considerada de uso obrigatório, e ao computador. Nesta nova secção são indicadas várias sugestões sobre a utilização da calculadora no ensino da Matemática, salientando-se a conveniência de complementar a abordagem com a calculadora com a abordagem analítica, também como meio de o aluno poder controlar possíveis limitações desta tecnologia, e são referidos também vários programas educativos com interesse para o ensino e a aprendizagem da Matemática, designadamente programas de geometria dinâmica, programas de

cálculo numérico, algébrico e estatístico, programas de gráficos e demonstração e programas de simulação.

Tabela 3 - Referências às novas tecnologias no programa ajustado de Matemática de 1997

Matemática (1997)	Tecnologia
Introdução	
Objectivos Gerais	■
Orientações Metodológicas	□
Recursos	■●□
Tecnologia e Matemática	■●●□
Temas	
Geometria no Plano e no Espaço	■●●●●●●●
Funções e Gráficos. Sucessões Reais	■●●●●●●●●●●●●●●●●●●
Estatística, Probabilidades e Combinatória	■●●●●●●●
Introdução ao Cálculo Diferencial	■●
Trigonometria e Números Complexos	■

■ Calculadora; ● Computador; □ Tecnologia não especificada

Para além do trabalho centrado no aluno, admitindo-se a exiguidade de recursos tecnológicos existentes nas escolas, sugere-se o uso de tecnologia mais centrada no professor, projectando-se o ecrã da calculadora ou do computador de modo a permitir à classe acompanhar a exploração matemática que está sendo feita.

Em relação aos temas, a tecnologia é referida em todos eles. No caso da “Geometria no Plano e no Espaço”, para além de aspectos de cálculo, defende-se que programas adequados de computador podem ajudar o aluno a desenvolver a percepção de objectos geométricos do plano e do espaço. No caso específico da Trigonometria, afirma-se que o uso da calculadora facilitará o seu estudo e a redução da ênfase em exercícios de cálculo libertará mais tempo para dedicar à compreensão dos conceitos e às aplicações ligadas a problemas reais.

No tema “Funções e Gráficos. Sucessões Reais” destaca-se o uso da tecnologia para estabelecer representações gráficas, estudar transformações de gráficos de funções, determinar pontos notáveis (com

uma dada aproximação), explorar a modelação de situações, estudar sucessões através de tabelas e introduzir os conceitos de infinitamente grande, infinitamente pequeno e limite de uma sucessão. Nesta abordagem da matemática com tecnologia, o “aluno deverá registar por escrito as observações que fizer com a calculadora gráfica ou outro material, descrevendo com cuidado as propriedades constatadas e justificando devidamente as suas conclusões relativamente aos resultados esperados (para desenvolver o espírito crítico e a capacidade de comunicação matemática)” (Ministério da Educação, 1997, p. 21).

Relativamente ao tema “Estatística, Probabilidades e Combinatória”, a tecnologia é apenas referida em Estatística, e, tal como no programa anterior, advoga-se que, uma vez que os alunos tenham compreendido os conceitos a que as fórmulas se referem, sejam usadas as funções estatísticas da calculadora.

No tema “Introdução ao Cálculo Diferencial” é sugerido o uso da calculadora gráfica no estudo da aproximação experimental da noção de limite e no tema “Trigonometria e Números Complexos” é recomendada a utilização da calculadora para estudar propriedades das funções trigonométricas e dos seus gráficos.

Por último, com a entrada em vigor deste programa, começou-se a incluir no Exame Nacional de Matemática do 12.º ano uma questão envolvendo o uso obrigatório da calculadora gráfica.

5.3. Programas de Matemática A (2002), Matemática B (2002) e Matemática Aplicada às Ciências Sociais (2001)

Na Introdução do programa de Matemática A, conforme se observa na tabela 4, é feita referência à tecnologia nos “Objectivos e Competências Gerais”, nas “Sugestões Metodológicas Gerais”, nos “Recursos”, nos “Temas transversais” e no tema transversal “Tecnologia e Matemática”. Nesta parte, para além das recomendações que já constavam do programa ajustado de Matemática de 1997, surgem referências ao uso de tecnologia nos “Temas Transversais”, os quais não tendo uma temporização precisa devem ser abordados quando for adequado ao longo do ciclo, e no tema transversal “Matemática e

Tecnologia”, acrescentando-se a Internet à calculadora gráfica e ao computador.

Tabela 4 - Referências às novas tecnologias no programa de Matemática A de 2002

Matemática A	Tecnologia
Introdução	
Objectivos e Competências Gerais	■
Sugestões Metodológicas Gerais	□
Recursos	■ ■ ■ ● ● ◆ □ □ □
Temas transversais	■ ● □
Tecnologia e Matemática (tema transversal)	■ ● □
Temas	
Geometria no Plano e no Espaço	■ ■ ●
Funções e Gráficos. Sucessões Reais	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ● ● ● □
Estatística, Probabilidades e Combinatória	■ ■ ■ ●
Introdução ao Cálculo Diferencial	■ ■ ■ ■ □ □
Trigonometria e Números Complexos	■ ■ ■ ●

■ Calculadora; ● Computador; ◆ Internet; □ Tecnologia não especificada

No tema transversal “Tecnologia e Matemática”, embora se preconize que se vá esclarecendo o funcionamento das calculadoras e dos computadores na medida em que for necessário e se justifique, ao mesmo tempo que se devem revelar e explicar os limites da tecnologia, assume-se que não está em causa a tecnologia como conteúdo de ensino, sendo “as aprendizagens que ela pode proporcionar que justificam o seu uso” (Ministério da Educação, 2002a, p. 22). Deste modo, o propósito de alfabetização que o uso de tecnologia nas aulas de Matemática também vinha perseguindo nos programas anteriores perdeu relevância, contribuindo certamente para tal a criação da disciplina de Tecnologias de Informação e Comunicação.

No tema “Geometria no Plano e no Espaço” é enfatizada a contribuição de programas computacionais, designadamente programas de geometria dinâmica, na percepção de objectos do plano e do espaço, na formulação de conjecturas acerca de relações e propriedades dos

objectos geométricos e na resolução de problemas por vários processos. No caso da calculadora, é recomendado o seu uso na resolução de problemas que envolvam triângulos e no cálculo de valores das razões trigonométricas.

Em relação ao tema “Funções e Gráficos. Sucessões Reais” reafirma-se, essencialmente, as recomendações do programa ajustado de Matemática de 1997, salientando-se, no caso das “Sucessões Reais”, o uso intensivo da calculadora. No tema “Estatística, Probabilidades e Combinatória” refere-se a resolução de muitos problemas com recurso a tecnologia, no caso da Estatística, e a simulação em Probabilidades como meio de construir o espaço de resultados, determinar valores experimentais de probabilidade de acontecimentos e definir distribuições empíricas de probabilidades.

No tema “Introdução ao Cálculo Diferencial” é recomendado o uso de tecnologia na resolução de problemas envolvendo funções ou taxa de variação, no estudo intuitivo de propriedades de funções e dos seus gráficos para classes de funções e nos conceitos e no processo de modelação de funções exponenciais e logarítmicas.

Por último, relativamente ao tema “Trigonometria e Números Complexos” é sugerido o uso da calculadora gráfica na resolução de problemas, na investigação das propriedades das funções seno, co-seno e tangente e na modelação com recurso a funções trigonométricas. Quanto aos Números Complexos, recomenda-se a utilização de programas de geometria dinâmica para a realização de demonstrações.

Neste programa, pela primeira vez, na secção da Bibliografia, são referidos documentos relacionados com o uso de tecnologia no ensino da Matemática, CD-ROMs e sítios de Internet.

No programa de Matemática B, na Introdução, a alusão que é feita à tecnologia é muito semelhante ao que acontece no programa de Matemática A, incluindo-se na “Introdução”, nas “Competências a desenvolver”, nos “Recursos”, nos “Temas transversais” e no tema transversal “Tecnologia e Matemática” (ver tabela 5).

Tabela 5 - Referências às novas tecnologias no programa de Matemática B de 2002

Matemática B	Tecnologia
Introdução	
Introdução	□
Competências a desenvolver	■●□
Recursos	■■■●●◆□□
Temas transversais	■●□
Tecnologia e Matemática (tema transversal)	■●□
Temas	
Geometria no Plano e no Espaço	●
Funções e Gráficos. Modelos discretos. Sucessões	■■■■■■■■■■●●●●●□□
Estatística. Modelos de Probabilidade	■■■●●
Movimentos Periódicos. Funções Trigonométricas	●□
Movimentos não lineares. Taxa de Variação e Funções Racionais	■■■●●□

■ Calculadora; ● Computador; ◆ Internet; □ Tecnologia não especificada

À excepção do tema “Problemas de Optimização”, as novas tecnologias são referidas em todos os outros. No tema “Geometria no Plano e no Espaço”, tal como no programa de Matemática A, é sugerido o uso de programas computacionais como meio de desenvolver a percepção de objectos do plano e do espaço e para conjecturar relações e propriedades desses objectos.

Relativamente ao tema “Funções e Gráficos. Modelos discretos. Sucessões”, começa-se por referir aspectos acerca do uso de tecnologia e cuidados a ter na sua utilização. No caso do estudo das funções, refere-se o uso de tecnologia na modelação matemática, eventualmente com recurso a sensores, no estudo intuitivo das funções e dos seus gráficos para as classes de funções quadráticas e cúbicas, na determinação de pontos notáveis e extremos e no estudo das transformações simples de funções. Na introdução às Sucessões, sugere-se o uso da folha de cálculo para realizar cálculos, estudar efeitos de alterações de parâmetros, visualizar gráficos e para trabalhar numérica e graficamente com sucessões.

No tema “Estatística. Modelos de Probabilidade” sugere-se, no caso da Estatística, o uso de tecnologia para resolver muitos problemas; no caso das Probabilidades, recomenda-se a utilização da calculadora gráfica e do computador na resolução de problemas simples, envolvendo distribuições de probabilidade, em particular a distribuição normal, e na determinação da média e do desvio-padrão de uma distribuição.

No caso do tema “Movimentos Periódicos. Funções Trigonométricas”, recomenda-se a utilização de tecnologia para efectuar a primeira abordagem a situações de modelação apresentadas, descrevendo situações mais ou menos complexas. Por fim, no tema “Movimentos não lineares. Taxa de Variação e Funções Racionais” sugere-se o uso de tecnologia em investigações sobre funções racionais, no estudo da taxa de variação média num intervalo e da taxa de variação num ponto, podendo recorrer-se a sensores. Em relação às funções exponencial, logarítmica e logística, refere-se o uso da calculadora gráfica ou do computador para ajustamento de curvas a conjuntos de pontos, obtidos através de sensores, e para determinar valores ou construir gráficos que correspondam a alterações dos parâmetros.

Também neste programa, na secção da Bibliografia, são referidos documentos relacionados com o uso de tecnologia no ensino da Matemática, CD-ROMs e sítios de Internet.

Comparando as tabelas 4 e 5, conclui-se que no programa de Matemática B há mais referências à tecnologia do que no programa de Matemática A, o que pode ser visto como consequência de uma abordagem mais informal e mais intuitiva dos conceitos, em oposição a uma abordagem mais analítica e formal que é preconizada no programa de Matemática A.

Observando a tabela 6, verifica-se que no programa de Matemática Aplicada às Ciências Sociais (MACS) a tecnologia é referida na Introdução nos “Objectivos Gerais e Competências a desenvolver” e nos “Recursos”.

De entre os oito temas do programa, a tecnologia é referida em três. Na “Teoria das Eleições” sugere-se o uso de tecnologia para simular situações diversas; nos “Modelos Financeiros” recomenda-se o uso de

tecnologia, nomeadamente da folha de cálculo na exploração de situações envolvendo várias variáveis; e nos “Modelos Populacionais” refere-se o uso de tecnologia no estudo de famílias de funções e para simular variações de dados nos modelos analisados.

Tabela 6 - Referências às novas tecnologias no programa de MACS de 2001

Matemática Aplicada às Ciências Sociais	Tecnologia
Introdução	
Objectivos Gerais e Competências a desenvolver	■●◆
Recursos	■●◆□
Temas	
Teoria Matemática das Eleições	■●
Modelos Financeiros	■●●
Modelos Populacionais	■●

■ Calculadora; ● Computador; ◆ Internet; □ Tecnologia não especificada

Finalmente, na secção da Bibliografia são referidos documentos relacionados com o uso de tecnologia no ensino da Matemática e indicados sítios de Internet.

6. Conclusão

Nesta secção apresentam-se as principais conclusões do estudo, tendo por referências as dimensões de análise consideradas: (1) tipos de tecnologias referidas nos programas; (2) referências às TIC nos programas; e (3) referências às TIC nos componentes dos programas.

6.1. Tipos de tecnologias referidas nos programas

Nos programas de Matemática e de Métodos Quantitativos de 1991 (resultantes da Reforma do Sistema Educativo de 1986) são referidas a calculadora e o computador, sendo a calculadora científica a que é mencionada a maior parte das vezes.

No programa ajustado de Matemática de 1997 são referidas igualmente a calculadora e o computador, sendo a calculadora gráfica a que é mencionada mais vezes. Além disso, neste programa sugere-se ainda o uso de sensores, ligados a uma calculadora ou a um computador e o recurso a um *ViewScreen* ou a um projector multimédia para projectar o ecrã da calculadora ou do computador, respectivamente.

Finalmente, nos programas de Matemática A, Matemática B e Matemática Aplicada às Ciências Sociais (MACS) de 2001-2002, em geral, recomendam-se as tecnologias referidas no programa ajustado de Matemática, de 1997, e acrescenta-se a Internet.

6.2. Referências às TIC nos programas

Na tabela 7 apresenta-se o número de ocorrências da referência às TIC nos programas da área de Matemática, segundo os diferentes tipos de tecnologia.

Tabela 7 - Referências às TIC nos programas escolares da área de Matemática, segundo os diferentes tipos de tecnologia

Programas	Calculadora	Computador	Internet	Não especificada	Total
Matemática (1991)	20	8	–	1	29
Métodos Quantitativos (1991)	5	3	–	–	8
Matemática (1997)	24	7	–	3	34
Matemática A (2002)	26	12	1	9	48
Matemática B (2002)	22	23	1	13	59
MACS (2001)	7	7	2	1	17

Observando a tabela 7, conclui-se que o número de referências à tecnologia aumenta, de forma consistente, com os novos programas que vão substituindo os anteriores. No caso dos programas de Matemática (1991), Matemática (1997) e Matemática A (2002), o número de referências às TIC aumenta de 29 para 34 e, finalmente, para 48; no caso dos programas de Métodos Quantitativos e MACS, dirigidos

a cursos diferentes, o número de referências às TIC aumenta de 8 para 17; e no caso do programa de Matemática B (2002), dirigido aos cursos tecnológicos e criado pela primeira vez nesta altura, as TIC são referidas 59 vezes. O elevado número de referências às TIC no programa de Matemática B deve ser entendido à luz de uma abordagem mais indutiva e experimental da matemática, em detrimento de uma abordagem mais analítica e formal (Ministério de Educação, 2002b). Por outro lado, sem esquecer as ideias e os métodos fundamentais da Matemática, neste programa privilegiam-se as aplicações viradas para o desenvolvimento de competências profissionais, afirmando-se: “Nestas actividades de aplicação, o uso de tecnologias de cálculo, com capacidades gráficas e de comunicação, é fundamental para a criação e o desenvolvimento de competências úteis a todos os desempenhos profissionais” (Ministério da Educação, 2002b, p. 7).

Em termos de referência aos diferentes tipos de tecnologia, exceptuando o programa de Matemática B e MACS, destaca-se claramente a calculadora, seguindo-se o computador e, por último, a Internet que apenas aparece nos programas de 2001-2002.

6.3. Referências às TIC nos componentes dos programas e usos recomendados

Tendo em vista comparar a evolução das referências às TIC nos programas da área de Matemática do ensino secundário, segundo os diferentes componentes do currículo de Matemática, considerámos os três programas da disciplina de Matemática (ver tabela 8).

Observando a tabela 8, salienta-se que as TIC são referidas ao nível dos objectivos, da metodologia, dos recursos e dos vários tópicos dos programas. Exceptuando a avaliação, as TIC são mencionadas em todos os principais componentes do currículo de Matemática estabelecidos por Gimeno (1988).

Em termos de evolução dos programas, destaca-se a maior referência às TIC ao nível dos Recursos e do tema transversal de Tecnologia e Matemática nos programas de Matemática (1997) e Matemática A (2002) e ao nível dos Temas Transversais no programa de Matemática A (2002).

Tabela 8 - Referências às TIC nos programas escolares de Matemática, segundo os diferentes componentes dos programas

Componentes dos programas	Matemática (1991)	Matemática (1997)	Matemática A (2002)
Introdução			
Objectivos	1	1	1
Conteúdos Temáticos	1	–	–
Metodologia	2	1	1
Recursos	2	3	10
Tecnologia e Matemática (tema transversal)	–	5	3
Temas Transversais	–	–	3
Temas			
Geometria no Plano e no Espaço	–	6	3
Funções e Gráficos. Sucessões Reais	12	11	12
Estatística, Probabilidades e Combinatória	4	4	4
Introdução ao Cálculo Diferencial	3	2	7
Trigonometria e Números Complexos	–	1	4
Conjunto IR – Noções de Lógica	4	–	–
Total	29	34	48

Nos diferentes temas dos programas verifica-se, igualmente, um aumento das referências às TIC, passando de 23 para 24 e, finalmente, para 30. Salienta-se, também, a referência às tecnologias no tema de Geometria no Plano e no Espaço nos programas de Matemática (1997) e Matemática A (2002) e o aprofundamento nos temas de Introdução ao Cálculo Diferencial e Trigonometria e Números Complexos no programa de Matemática A (2002).

Em termos de recomendações do uso de tecnologia nos temas dos programas de Matemática, salienta-se a questão do cálculo, a representação gráfica, a simulação e modelação e, por fim, a representação geométrica.

A questão do cálculo apresenta-se sob dois aspectos: como instrumento de cálculo alternativo ao uso de papel e lápis e enquanto estratégia de introdução de propriedades e conceitos, como é o caso da noção de limite. Enquanto instrumento de cálculo, recomenda-se o uso da calculadora após a compreensão dos algoritmos e das fórmulas e como meio de verificação de resultados obtidos com papel e lápis. Esta

orientação é especialmente salientada no programa de 1991 e integra-se no que Waits e Demana (1994) designam por abordagem analítica seguida da abordagem com a calculadora. Nos programas subsequentes, esta orientação não é tão saliente, podendo admitir-se uma abordagem com a calculadora seguida de uma abordagem analítica ou, em alguns casos, apenas uma abordagem com a calculadora (Waits & Demana, 1994).

A representação gráfica é especialmente referida nos temas “Funções e Gráficos. Sucessões Reais” e “Introdução ao Cálculo Diferencial”, referindo-se o estudo de funções, classes de funções e as noções de limite e derivada. Para além de ser reafirmada a necessidade de acompanhar o uso da tecnologia de algum tipo de verificação analítica, a importância dada a este aspecto está bem expressa nos programas de 1997 e 2002, afirmando-se neste último:

Não é possível atingir os objectivos e competências gerais deste programa sem recorrer à dimensão gráfica, e essa dimensão só é plenamente atingida quando os estudantes trabalham com uma grande quantidade e variedade de gráficos com apoio de tecnologia adequada (calculadoras gráficas e computadores). (Ministério da Educação, 2002a, p. 15)

O uso de tecnologia na modelação é recomendado no estudo das Funções e das Sucessões e a simulação em Probabilidades. Neste último caso, no programa de 2002, a simulação é vista como meio de construir o espaço de resultados, determinar probabilidades *a posteriori* e definir distribuições empíricas de probabilidades. A este respeito, o método de simulação de Monte Carlo pode constituir uma estratégia adequada de simplificação das relações matemáticas, permitindo reduzir significativamente as exigências analíticas (incluindo o cálculo) necessárias à resolução de problemas (Fernandes, 1999).

Por fim, a representação geométrica, nomeadamente recorrendo a softwares de geometria dinâmica, é referida nos programas de 1997 e 2002 no estudo da Geometria, salientando-se a percepção de objectos, a formulação de conjecturas e a resolução de problemas. Também no programa de 2002 se recomenda a utilização destes softwares nas demonstrações sobre números complexos.

Todos os usos da tecnologia referidos relevam uma abordagem indutiva e experimental da matemática, perspectivando-se a sua utilização nos momentos de introdução, consolidação e aprofundamento de conceitos. Na fase de introdução, enfatiza-se uma abordagem intuitiva geradora de regularidades, padrões e ideias; na fase de consolidação, destacam-se as possibilidades da tecnologia na exploração de exemplos e como ferramenta de apoio à resolução de problemas; e, finalmente, na fase de aprofundamento, abordam-se novas questões surgidas nos dois momentos anteriores.

Embora apenas nos tenhamos referido aos programas de Matemática, pois a discrepância com os temas dos outros programas dificultaria a comparação, podemos dizer que, em geral, a situação é semelhante.

Em conclusão, em cada um dos momentos de alteração dos programas da área de Matemática verifica-se um aprofundamento e aumento das referências às TIC, podendo genericamente afirmar-se que o desenvolvimento das TIC e a sua utilização na sociedade se têm repercutido cada vez mais no currículo de Matemática, tendo reflexos, por sua vez, na conceptualização de currículo enquanto processo de construção social e política (Rico *et al.*, 1997).

Notas

- 1 Acedido em 7 de Fevereiro, 2006, de <http://www.apm.pt/apm/t3/t3.htm>
- 2 Acedido em 28 de Janeiro, 2006, de <http://piano.dsi.uminho.pt/museuv/INTERNET.PDF>

Referências bibliográficas

- Almeida, C., Viseu, F., & Ponte, J. P. (2003). WebQuest construction and implementation by a mathematics student teacher: the case of a WebQuest to learn isometries. In A. M. Vilas, J. A. M. González, & J. M. González (Coords.), *Advances in Technology-Based Education: Toward a Knowledge-Based Society* (Proceedings of the II Internacional Conference

- on Multimedia ICT's in Education). Mérida: Junta de Extremadura, pp. 1396-1399.
- Almeida, C., Viseu, F., & Ponte, J. P. (2004). Reflections of a student teacher on his construction and implementation of a WebQuest to teach 7th grade statistics. In R. Ferdig, C. Crawford, R. Carlsen, N. Davis, J. Price, R. Weber, A. Willis (Eds.), *Information Technology & Teacher Education Annual: Proceedings of SITE 2004*. Norfolk, VA: Association for the Advancement of Computing in Education, pp. 4353-4358.
- APM (1988). *Renovação do currículo de matemática*. Lisboa: Autor.
- Coll, C. (1987). *Psicología y curriculum*. Madrid: Laia.
- Coll, C. (1992). *Los contenidos de la enseñanza*. Madrid: Santillana.
- Dodge, B. (1997). *Some Thoughts About WebQuests*. Acedido em 28 de Janeiro, 2006, de http://webquest.sdsu.edu/about_webquests.html
- Ellington, A. J. (2003). A meta-analysis of the effects of calculators on students' achievement and attitude levels in precollege mathematics classes. *Journal for Research in Mathematics Education*, 34(5), 433-463.
- Fernandes, J. A. (1999). *Intuições e aprendizagem de probabilidades: uma proposta de ensino de probabilidades no 9.º ano de escolaridade*. Tese de doutoramento não publicada, Universidade do Minho, Braga.
- Fernandes, J. A., & Vaz, O. (1998). Porquê usar tecnologia nas aulas de Matemática? *Boletim da SPM*, n.º 39, 43-55.
- Fernandes, J. A., Almeida, C., Viseu, F., & Rodrigues, A. M. (1999). Um estudo exploratório sobre atitudes e práticas de professores de matemática na utilização de calculadoras. In C. Almeida, J. A. Fernandes, A. M. Rodrigues, A. P. Mourão, F. Viseu e H. Martinho (Orgs.), *Calculadoras gráficas no ensino da matemática* (pp.1-28). Braga: Departamento de Metodologias da Educação da Universidade do Minho.
- Figueiredo, A. D. (1995). *O futuro da educação perante as novas tecnologias*. Acedido em 9 de Setembro, 2002, de <http://eden.dei.uc.pt/~adi/Forest95.htm>
- Gimeno, J. (1988). *El curriculum: una reflexión sobre la práctica*. Madrid: Morata.
- Gimeno, J. (1997). *La transición a la educación secundaria*. Madrid: Morata.
- Giroux, H. A. (1990). *Los profesores como intelectuales. Hacia una teoría crítica del aprendizaje*. Barcelona: Paidós.
- GTInternet e Projecto IA (2003). A utilização da Internet pelos professores de Matemática. *Educação e Matemática*, N.º 75, 53-55.
- Hembree, R. & Dessart, D. (1992). Research on calculators in mathematics education. In James T. Fey (Ed.), *Calculators in mathematics education* (pp. 23-32). Reston, VA: NCTM.

- Hopkins, D. (1989). *Investigación en la aula*. Barcelona: PPU.
- Husen, T. (1988). *Nuevo análisis de la sociedad del aprendizaje*. Barcelona: Paidós.
- Kirk, J. (1989). *El currículum básico*. Barcelona: Paidós.
- Lei de Bases do Sistema Educativo (1986) _ Lei n.º 46/86, de 14 de Outubro.
- Livro Verde para a Sociedade de Informação em Portugal* (1997). Lisboa: Missão para a Sociedade de Informação - Ministério da Ciência e da Tecnologia.
- Ministério da Educação (1992). *Programas de matemática e métodos quantitativos*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Ministério da Educação (1994). *Relatório dos avaliadores do Projecto Minerva*. Lisboa: Autor.
- Ministério da Educação (1997). *Matemática – Programa dos 10.º, 11.º e 12.º anos*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Ministério da Educação (2001). *Programa de Matemática aplicada às Ciências Sociais*. Lisboa: Autor.
- Ministério da Educação (2002a). *Programa de Matemática A (10.º, 11.º e 12.º anos)*. Lisboa: Autor.
- Ministério da Educação (2002b). *Programa de Matemática B (10.º, 11.º e 12.º anos)*. Lisboa: Autor.
- NCTM (1985). *Uma agenda para acção: Recomendações para o ensino da matemática nos anos 80*. Lisboa: Associação de Professores de Matemática (Tradução portuguesa do original de 1980).
- Orton, A. (1990). *Didáctica de las matemáticas: Cuestiones, teoría y práctica en el aula*. Madrid: Morata. (Tradução espanhola do original de 1987.)
- Papert, S. (1986). *Logo: Computadores na educação*. São Paulo: Editora Brasiliense. (Tradução portuguesa do original de 1980.)
- Ponte, J. P. (1986). *O computador um instrumento da educação*. Lisboa: Texto Editora.
- Ponte, J. P. (1994). *O projecto Minerva: introduzindo as NTI na educação em Portugal*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Ponte, J. P., Oliveira, H., & Varandas, J. M. (2002). As novas tecnologias na formação inicial de professores: análise de uma experiência. In M. Fernandes, J. A. Gonçalves, M. Bolina, T. Salvado & T. Vitorino (Orgs.), *O particular e o global no virar do milénio: Actas V Congresso da Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação*. Lisboa: Edições Colibri e SPCE.
- Preto, N., & Serpa, L. (2001). A educação e a sociedade de informação. In P. Dias, & C. de Freitas (Orgs.), *Challenges 2001: Actas da II Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação*

- (pp. 21–41). Braga: Centro de Competência Nónio da Universidade do Minho.
- Rico, L. (1995). Consideraciones sobre el currículo escolar de matemáticas. *Revista EMA*, 1(1), 12-26.
- Rico, L. et al. (1997). *La Educación Matemática en la enseñanza secundaria*. Barcelona: Editorial Horsori.
- Stenhouse, L. (1991). *Investigación y desarrollo del currículum*. Madrid: Morata. (Tradução espanhola do original de 1981.)
- Waits, B. & Demana, F. (2000). Calculators in mathematics teaching and learning: Past, present and future. In Maurice J. Burke & Frances R. Curcio (Eds.), *Learning mathematics for a new century* (2000 Yearbook, pp. 51-66). Reston, VA: NCTM.
- Waits, B., & Demana, F. (1994). Graphing calculator intensive calculus: A first step in calculus reform for all students. In A. Solow (Ed.), *Preparing for a new calculus conference proceedings* (pp. 96-102). Washington: The Mathematical Association of America.

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE SECONDARY SCHOOL MATHEMATICS CURRICULUM AFTER THE CURRICULAR REFORM OF 1986

Abstract

This paper studies which degree the development of the Technologies of the Information and Communication (ICT) appears in the official mathematics curriculum of secondary school, namely related with types of technology, the references to them, and the recommendations to their use in the different contents. The data used in the study came from the documental analysis of the secondary syllabus of mathematics, from the Curricular Reform of 1986 till nowadays. Concerning the results, we emphasize that through the consecutive programme changes, at this time, the use of ICT in the mathematics curriculum has been deeper and deeper, with implications in all the studied dimensions: type of

technology, the occurrences they are referenced in the programmes and their components, as well as the recommended ways of their employ in the different curriculum components.

Keywords: Information and Communication Technologies; Mathematics curriculum; Secondary school.