
O computador nas concepções e práticas de professores de Matemática

Ana Paula Canavarro
Universidade de Évora

Introdução

O computador tem sido, nos últimos anos, internacionalmente reconhecido como um dos mais importantes contributos para a renovação do ensino da Matemática. A sua utilização efectiva acarreta diversas alterações relativamente ao cenário que o ensino da Matemática viveu nos últimos anos, nomeadamente, a nível dos conhecimentos matemáticos a incluir no currículo, das actividades a propor aos alunos, das metodologias a usar, dos papéis do professor e dos alunos no processo de ensino-aprendizagem, do próprio ambiente de trabalho na sala de aula (Ball, Higgs, Oldknow, Straker e Wood, 1991; Fey, 1991; NRC, 1989, 1990).

De facto, o computador possui características muito próprias e especiais que fazem dele uma ferramenta poderosíssima para concretizar as actuais orientações gerais do ensino da Matemática. A destacar, por um lado, as possibilidades que oferece para a realização pelos alunos de determinadas actividades matemáticas (por exemplo, actividades investigativas ou exploratórias, actividades de modelação, aplicações realísticas da Matemática à realidade ou a outras ciências, resolução de determinados problemas, trabalho de projecto), e por outro lado, o ambiente de trabalho que suscita, incentivando o trabalho colaborativo entre alunos, aumentando as oportunidades de discussão e comunicação, contribuindo para o desenvolvimento do espírito crítico.

A utilização do computador como instrumento de apoio ao ensino e aprendiza-

gem da Matemática nos diversos níveis de ensino é explicitamente defendida em variados documentos que apresentam orientações curriculares (APM, 1988; ICMI, 1986; NCTM, 1991; NRC, 1989, 1990). Também os actuais programas portugueses recomendam a utilização do computador, sempre que esta for oportuna e possível.

Mas o generalizado reconhecimento das potencialidades do computador não tem expressão no terreno. A verdade é que a sua utilização no ensino da Matemática não tem tido o impacto que se poderia esperar, quer no estrangeiro (Schofield e Verban, 1988), quer em Portugal (Ponte, 1991). Por um lado, grande parte das escolas continua a não dispor de recursos informáticos suficientes para o trabalho lectivo com alunos, o que inviabiliza à partida qualquer tentativa de utilização do computador. Por outro lado, nas escolas em que existem as condições logísticas necessárias, a utilização do computador no ensino da Matemática é muitas vezes diminuta ou corresponde a experiências em que é reduzida a exploração do potencial didáctico daquele instrumento. Esta situação é reconhecida por Ponte: “A utilização do computador como uma ferramenta tanto pode ser perspectivada no quadro de actividades de projecto e como recurso de investigação e comunicação, como pode ser reduzida a uma simples aprendizagem, por processos formais e repetitivos, de uns tantos programas utilitários, como aliás se tem visto pôr em prática em diversos países” (Ponte, 1989, p. 7).

De facto, a utilização de computadores no ensino da Matemática pode corresponder a realidades muito diversas, não sendo naturalmente alheia tanto a factores exteriores ao professor (como por exemplo, as condições de trabalho com os computadores, a reacção dos alunos) como a factores inerentes ao próprio professor, em particular, às suas concepções sobre a Matemática, sobre o ensino desta disciplina, e em particular, sobre o papel que o computador aí pode ter.

Como seria de esperar, existem diferentes entendimentos sobre o papel do computador no ensino da Matemática. Alguns estudos (Canavarro, Belchior, Bernardes e Fragoso, 1990; Moreira, 1992; Schoenfeld, 1988) que discutem a forma como os professores percebem a utilização do computador no ensino da Matemática sugerem três concepções distintas, que se passam a sistematizar. Em primeiro lugar, alguns professores manifestam-se sobretudo sensíveis ao contributo que o computador pode trazer para o ambiente geral da aula — exemplos serão a motivação dos alunos, o ritmo da aula, a utilização dum material diferente. Esta concepção do computador como um *elemento de animação* não tem implicações directas ao nível das actividades matemáticas nem das metodologias de trabalho. Caracteriza-se essencialmente por se fazer o que já se fazia antes mas de modo ligeiramente diferente, mais aliciante. Em segundo lugar, outros professores consideram mais

importante o contributo que o computador pode trazer para a realização de determinadas actividades tradicionalmente feitas à mão. Como exemplos temos cálculos, traçado de gráficos, construções geométricas. Esta concepção do computador como *elemento de facilitação* caracteriza-se sobretudo por fazer o que já se fazia antes mas de modo mais eficiente, mais rápido, mais rigoroso. Por último, alguns professores consideram o computador como um elemento que permite equacionar a realização de actividades dificilmente concretizáveis de outras formas. Exemplos são actividades de experimentação, de exploração e investigação, formulação e testagem de conjecturas, trabalhos de projecto, trabalho com aplicações realísticas da Matemática à realidade. Esta concepção do computador como um *elemento de possibilidade* caracteriza-se essencialmente por se fazer novas coisas que anteriormente não eram feitas.

A forma como o professor perspectiva o computador, inspira, naturalmente, o tipo de aulas que prepara e leva a cabo recorrendo a este instrumento, sobretudo ao nível da natureza das actividades que propõe e do papel que destina aos alunos. No entanto, as ideias que um professor sustenta acerca da utilização do computador podem ser bastante influenciadas pelas experiências que vai fazendo. Este instrumento tem um tal potencial em termos de ensino da Matemática que a vivência de situações de utilização lectiva do computador pode proporcionar ao professor o contacto com realidades absolutamente inesperadas (para o bem e para o mal!), e levá-lo a reflectir e a reformular as convicções até aí sustentadas. As situações lectivas que um professor experimenta com o computador e os seus alunos podem conduzir tanto à rejeição daquele instrumento como à sua integração na prática pedagógica. Neste último caso, o computador poderá ser considerado como um despoletador de novas concepções e práticas do professor, contribuindo para o seu desenvolvimento profissional. É precisamente a influência do computador nas concepções e práticas de professores de Matemática que será discutida neste artigo.

Concepções e práticas dos professores

As tentativas de definir concepções sucederam-se ao longo dos anos 80. Alba Thompson, que representa um marco da investigação neste domínio (Thompson, 1982) realizou em 1992 uma importante revisão de literatura, onde ao procurar sistematizar o trabalho desenvolvido, avança com uma definição bastante abrangente... Identifica concepções com “uma estrutura mental mais geral, incluindo crenças, significados, conceitos, proposições, regras, imagens mentais, preferências e outras coisas semelhantes” (Thompson, 1992, p. 130).

Duas características essenciais parecem poder extrair-se das diversas definições encontradas (Guimarães, 1988; Ponte, 1992; Thompson, 1992). Em primeiro lugar, as concepções são identificadas com conjuntos de elementos onde se incluem invariavelmente as crenças. Em segundo lugar, as concepções são vistas como uma estrutura base das interpretações dos indivíduos que influencia as suas acções. Desta forma, numa tentativa de sistematização, podemos considerar as concepções de um professor como um sistema organizativo algo difuso que opera tácita e permanentemente sobre o conjunto de componentes que constituem as referências do professor — crenças, valores, conhecimento de vária natureza e elementos afectivos — gerando e suportando os seus modos de ver e de actuar.

Se a literatura sobre concepções é relativamente abundante, o mesmo não se pode dizer em relação às práticas pedagógicas dos professores. De facto, não é fácil encontrar documentos do âmbito da Educação Matemática que incluam uma conceptualização profunda deste conceito. No *Handbook of research on mathematics learning and teaching*, surge um artigo intitulado *Mathematics teaching practices and their effects*. Os seus autores, Mary Koehler e Douglas Grouws (1992), que se propõem examinar o estado corrente da investigação sobre as práticas de ensino da Matemática, não oferecem uma discussão sistemática sobre este conceito, parecem implicitamente assumi-lo como aquilo que o professor faz em situações de ensino e aprendizagem da disciplina.

Numa breve reflexão sobre este conceito, pode-se considerar as práticas pedagógicas de um professor como o conjunto de acções que este desenvolve no seu dia-a-dia profissional. Aqui se incluem os hábitos que tem ou as rotinas que repetidamente executa (por exemplo, passar TPC para o fim de semana) e não situações esporádicas e pontuais que não caracterizem a forma como vive o ensino. Desta forma, enquanto que as concepções estão muito associadas ao pensar, as práticas estão associadas ao fazer.

A relação entre as concepções e as práticas tem sido um dos grandes objectos de estudo neste domínio. Numa primeira abordagem, a tendência foi encarar as concepções como determinantes das práticas, o que permitiria explicar as acções de ensino do professor como função das suas convicções acerca da Matemática e do seu ensino (ver, por exemplo, Lerman, 1983). Hoje em dia, a hipótese da causalidade está ultrapassada, sendo a relação entre as concepções e as práticas perspectivada de uma forma muito mais interactiva, que Thompson (1992) caracteriza como dialéctica.

Se bem que as concepções de um professor sobre a Matemática e o ensino desta disciplina jogam um papel fundamental nas opções e acções que este diariamente protagoniza quando ensina os seus alunos, as suas práticas pedagógicas não

dependem exclusivamente — nem talvez principalmente — das suas concepções. Aquilo que um professor faz resulta da conjugação de muitos factores, dos quais se destacam elementos sociais e culturais associados ao contexto onde trabalha (Feiman-Nemser e Floden, 1986; Ponte, 1992).

Além disso, as concepções do professor não constituem um corpo estável e imutável, mas são também elas próprias susceptíveis de evoluir, influenciadas por uma multiplicidade de factores, muitos dos quais surgem da experiência que vai acumulando, das situações que vai vivendo ou conhecendo, enfim, da sua vivência profissional.

Existem diversos factores que podem induzir alterações nas concepções do professor, que têm a ver com situações esporádicas mas marcantes nas quais se envolve, como por exemplo, a participação em conferências, acções de formação, experiências com novas tecnologias ou outros processos com características inovadoras. Mas o maior factor de influência nas concepções dum professor é a sua prática pedagógica diária (Thompson, 1992). A constatação, na sala de aula, de realidades inesperadas e contrastantes com as expectativas e as concepções sustentadas pode originar tensões e conflitos que o professor procura resolver, adaptando as concepções, as práticas ou ambas.

Ponte (1992) salienta igualmente esta interacção entre as concepções e as práticas do professor:

A impregnação de elementos sociais no processo de construção do saber reforça a perspectiva de que existe uma relação interactiva entre as concepções e as práticas. As concepções influenciam as práticas, no sentido em que apontam caminhos, fundamentam decisões, etc. Por seu lado, as práticas, que são condicionadas por uma multiplicidade de factores, levam naturalmente à geração de concepções que com elas sejam compatíveis e que possam servir para as enquadrar conceptualmente (p. 198).

A alteração ou reformulação de concepções acontece, grande parte das vezes, a partir de situações em que o professor se sente confrontado com algum conflito, suscitado por determinadas experiências ou vivências (ver, por exemplo, Cooney, 1985). Estes conflitos, que podem ser mais ou menos intensos, mais ou menos prolongados, correspondem a situações em que o professor se depara com realidades diferentes daquelas que esperaria encontrar em função das suas convicções.

Ponte (1992, p. 219) avança com duas alternativas para a resolução dos conflitos experimentados por um professor: “A resolução de conflitos poderá processar-se por duas formas fundamentais: por acomodação e por reflexão. No primeiro caso procura-se simplesmente a solução mais ‘económica’ (isto é, mais imediata e menos

trabalhosa) para o conflito. No segundo caso procura-se ver o conflito de diversos ângulos, faz-se intervir elementos teóricos, e pesa-se os prós e os contras de diversas soluções.”

Alba Thompson prevê uma terceira alternativa, que corresponde à não resolução dos conflitos latentes. Reflectindo sobre diversos estudos, a autora refere (Thompson, 1992, p. 138):

(...) à medida que os professores interagem com o ambiente envolvente, alguns não experimentam conflitos entre as suas crenças e as suas práticas e outros aprendem a viver com conflitos por resolver, como o Fred fez. Outros professores, contudo, parecem reorganizar as suas crenças em resposta às pressões encontradas no ensino.

A situação de tensão ou conflito é particularmente interessante pelo potencial de reflexão que acarreta. A importância da reflexão pelos professores tem sido salientada por muitos autores (Thompson, 1992), que a consideram um ingrediente fundamental para que o professor se consciencialize das concepções que sustenta. Aliás, alguns autores (Moreira, 1992; Olson e Eaton, 1987; Thompson, 1984) parecem até sugerir que a consistência entre as concepções e as práticas dum determinado professor é directamente proporcional à tendência que este tem para reflectir sobre aquilo que faz. A reflexão sistemática sobre o trabalho que vai realizando, constitui uma oportunidade para o professor compreender e tornar mais racional a relação entre as suas concepções e práticas, encarando possibilidades alternativas.

Mas se a vivência de situações conflituosas pode despoletar alterações, menores ou mais radicais, nas concepções ou nas práticas de um professor, esta mudança nem sempre acontece. Um outro cenário prende-se com a ocorrência, muitas vezes imperceptível para o próprio professor, de uma mudança aparente nas concepções, sem que esta aconteça verdadeiramente. É o que se passa quando um professor adopta determinados termos de um discurso novo ao qual adere verbalmente sem que isso produza qualquer outro efeito que não o retórico, ou quando não integra conceptualmente as novas ideias, adaptando-as de modo a que estas se ajustem ao seu esquema conceptual prévio — fenómeno conhecido por assimilação sem acomodação. Este último fenómeno tem sido observado sobretudo em professores que participam em experiências inovadoras e traduz o que acontece quando um professor “modifica uma ‘nova’ ideia de forma a encaixá-la nos seus ‘antigos’ esquemas” (Thompson, 1992, p. 140). No fundo, ele adapta a inovação de modo a ir ao encontro da sua forma habitual de trabalho, sem provocar grandes perturbações no seu esquema conceptual e na normalidade das suas práticas pedagógicas.

Diversos estudos documentam a forma como professores têm vivido situações de ensino da Matemática com o computador. Apresentam-se de seguida alguns exemplos que procuram ilustrar algumas das ideias apresentadas acerca da relação concepções-práticas.

Olson e Eaton (1987) acompanharam um grupo de oito professores que, por sua iniciativa e sem quaisquer orientações exteriores, experimentaram usar o computador nas suas actividades lectivas. O objectivo da investigação era compreender como é que os computadores estavam a ser usados e o porquê das opções tomadas. Entre os oito professores, emergiram duas formas diferentes de utilização do computador: um grupo encarou-o como um novo tópico curricular e outro grupo encarou-o como uma ferramenta educativa para o ensino dos temas clássicos do currículo. No primeiro caso, ao fim de algumas experiências pouco sucedidas e sucessivas adaptações, os professores acabaram por isolar as actividades com os computadores, estabelecendo um esquema de funcionamento paralelo que não interferia com as práticas oficiais da turma, utilizando o acesso ao computador como uma recompensa de bom comportamento. No segundo caso, os professores integraram o computador nas suas rotinas habituais de ensino, sem arriscar grandes alterações que pudessem comprometer o cumprimento integral e efectivo do currículo ou pudessem comprometer a sua capacidade de resposta aos alunos. Os investigadores salientam que apesar do elemento inovador que entrou na sala de aula ser o computador, não foi a questão tecnológica que mais parece ter preocupado os professores experimentadores. O que mais marcou aqueles professores foi que a experiência veio desafiar “as práticas existentes na sala de aula e a relação entre professor e alunos, comprometendo os papéis tradicionais na sala de aula” (Olson e Eaton, 1987, p. 183). Em função das dificuldades que sentiram em lidar com estes desafios, a reacção dos professores foi tentar aproximar a experiência com os computadores do seu esquema de ensino, de forma a fazer com que aquele instrumento fosse o menos desequilibrador e comprometedor possível. Esta situação pode, pois, ser considerada um fenómeno de “assimilação sem acomodação”. É um reflexo da dificuldade inerente à integração de novas ideias que implicam um reformular das concepções e das práticas sustentadas pelos professores. Perante uma inovação, é natural que os professores experimentem conflitos entre os seus referenciais conceptuais e práticos e os elementos novos associados a essas ideias: “partes da inovação encaixam-se facilmente nas rotinas existentes; outras partes não. (...) Incorporar elementos de inovação dentro das actividades familiares de rotinas bem definidas é um resultado importante. Não se pode esperar que os professores abandonem de repente as suas práticas em favor de actividades de ensino muito distantes daquelas que eles estão habituados a fazer”

(Olson e Eaton, 1987, p. 189).

Ponte e Carreira (1991) documentam um caso onde existiu a incorporação de novas concepções por parte de algumas professoras, tanto sobre a Matemática como sobre o seu ensino. Estes autores relatam a experiência levada a cabo por um grupo de professoras estagiárias que decidiu introduzir o computador numa turma de 10º ano como uma ferramenta de suporte das actividades investigativas e de resolução de problemas que pretendiam desenvolver. Apesar das expectativas das professoras terem sido goradas no que diz respeito à reacção dos alunos, que na sua generalidade se manifestaram negativamente, para algumas delas esta experiência foi extremamente significativa. Um dos aspectos positivos que referem tem precisamente a ver com o computador. Este instrumento, que utilizaram com a folha de cálculo, revelou-se muito valioso na operacionalização das actividades matemáticas que pretendiam, promovendo uma abordagem diferente de diversos conteúdos, e alargando as suas perspectivas acerca de formas de trabalhar com a Matemática e acerca do que significa aprender Matemática. Convém salientar que este trabalho foi iniciado com uma grande abertura de espírito e uma forte vontade de mudar, tendo-se desenvolvido sempre sob uma forte dinâmica de grupo, apoiada pela orientadora, onde imperou a componente de exploração e discussão colectiva.

Um exemplo flagrante que ilustra como uma vivência significativa pode provocar uma mudança enorme nas concepções é dado por Lampert (1988). Esta investigadora documenta a experiência de sete professoras que participaram num programa de investigação que visava conhecer a sua opinião acerca do eventual potencial dum suporte lógico (o Geometric Supposer) para modificar o ensino da Geometria que elas habitualmente faziam. Este *software* foi concebido para ser usado na sala de aula pelos alunos como uma ferramenta para a exploração indutiva de relações geométricas, no contexto de um método de ensino/aprendizagem caracterizado por “pesquisa guiada”. As professoras, apesar de revelarem algum cepticismo inicial, concederam em reorganizar o curso anual de Geometria que habitualmente leccionavam de forma a colocar o trabalho com o Supposer como a sua componente principal. Lampert afirma que no final do ano as professoras tinham modificado a sua visão acerca do que significa saber Geometria, alterado as suas crenças acerca do conhecimento que pode ser adquirido nas salas de aula, e transformado as suas práticas de ensino. Estes resultados parecem ter surpreendido a própria investigadora, que refere:

Apesar de ser razoável imaginar que alterações na prática de ensino se seguem às mudanças das crenças e atitudes dos professores, a inovação do Supposer não funcionou dessa maneira. As crenças e atitudes das professoras mudaram ao longo do ano de trabalho com o Supposer,

sendo fortemente afectadas por aquilo que elas observaram que os seus alunos faziam enquanto trabalhavam com esta nova ferramenta (Lampert, 1988, p. 12).

Lampert dá-nos assim a conhecer uma situação em que a experiência positiva com práticas não habituais veio a contrariar as convicções iniciais das professoras, conduzindo a novas concepções e práticas de ensino. A isto não deve ser com certeza estranho o facto de as professoras trabalharem colaborativamente e acompanhadas por alguém que estimulava a discussão e a reflexão no grupo.

O computador no ensino da Matemática: vivências de três professores

Este artigo refere-se a uma investigação que procura estudar a relação entre as concepções e as práticas pedagógicas três professores do Ensino Básico e Secundário que, de formas diversas, usaram o computador nas suas aulas de Matemática. Tem em conta quatro domínios: a Matemática, o ensino da Matemática, a utilização do computador no ensino da Matemática e a sua vivência profissional. Os objectivos são 1) descrever e analisar as concepções e as práticas dos professores nos quatro domínios e 2) identificar interacções entre concepções e práticas, salientando aspectos de convergência, como consistências e influências, e aspectos de divergência, como inconsistências, tensões e conflitos.

A investigação usa uma metodologia de estudos de caso qualitativos e analíticos. A recolha de dados foi realizada ao longo do ano lectivo de 1991/92, a partir de entrevistas diversas, de observação de aulas com e sem computador e de sessões de um projecto extra-lectivo em que participavam as duas professoras. Foi também realizada análise documental de materiais produzidos pelos professores e respectivos alunos (para maior pormenor, ver Canavaro, 1993).

Os professores leccionavam todos numa escola secundária dos arredores de Lisboa. A escola era relativamente recente, com instalações modernas. O Projecto Minerva, entrado na escola há dois anos, dispunha de uma ampla sala, bem arranjada, equipada com cinco computadores de duas drives e uma impressora. A sala tinha ainda outra zona, com mesas, cadeiras e quadro de parede para trabalho dos alunos fora do computador.

De seguida, apresentam-se as vivências dos três professores no que diz respeito à utilização do computador no ensino da Matemática, que servirão de base à discussão do papel do computador nas concepções e práticas de professores de Matemática.

Fernando

O Fernando dá aulas de Matemática há três anos e está actualmente a fazer o seu estágio profissionalizante. Apesar do computador não constituir nenhuma novidade para ele, uma vez que o usava frequentemente na licenciatura, o mesmo não se pode dizer da utilização deste instrumento no ensino da Matemática. As escolas onde trabalhou nos anos anteriores não tinham sequer equipamentos informáticos. Foi este ano, ao participar nas aulas da orientadora, que o Fernando se apercebeu pela primeira vez que o computador pode ser usado no ensino da Matemática. A vontade de experimentar ele próprio com os seus alunos fez-se logo sentir e no segundo período o Fernando levou a cabo algumas aulas no Núcleo de Informática. Esta experiência parece tê-lo deixado deslumbrado:

Por exemplo, eu o ano passado dei 8º ano, e este ano estou a dar 8º ano mas de uma maneira totalmente diferente! Por exemplo, levei os alunos ao computador coisa que eu não imaginava que se podia, levar os alunos ao computador para fazer sistemas! (...) Eu adorei, os alunos nunca tinham ido ao computador em Matemática e fez-se um trabalho muito giro com os sistemas. Adorei imenso! Eu o ano passado tive 8º ano e não fiz nada de especial, estás a ver! É o normal, o normal. Não fiz nada de especial.

O papel principal que o Fernando atribui ao computador no ensino da Matemática é o de motivador por excelência para todos os alunos em geral. Esta ideia tem sido reforçada pelas reacções dos alunos das suas turmas:

Os alunos ficam muito mais entusiasmados. Eu por exemplo, na véspera, quando digo que vamos para os computadores, eles ficam excitadíssimos. (...) Realmente eles ficam muito contentes, um pouco eufóricos, pelo menos ficam mesmo muito eufóricos, gostam imenso de ir para lá.

A conceptualização do computador como um material que vem ajudar a cativar os alunos para a Matemática é muito importante para o Fernando, uma vez que ele considera que o professor de Matemática deve esforçar-se para apresentar a disciplina de uma forma “gira”, com o intuito de a tornar menos “chata” para os alunos. Aliás, “fazer coisas giras” é talvez a sua principal preocupação no ensino da Matemática.

A ideia do computador como um instrumento que torna mais rápido e mais fácil o trabalho a fazer é também expressa pelo Fernando:

Eles conseguem muito mais depressa. Por exemplo, nos sistemas eles conseguiam representar aquilo com muito mais facilidade e viam perfeitamente que aquilo era o ponto de intersecção

das duas rectas. Acho que facilita imenso, eles têm uma visão muito mais rápida.

A capacidade de representação gráfica de funções parece ser a potencialidade do computador mais valorizada pelo Fernando, embora se refira mais à rapidez com que o gráfico surge do que à possibilidade de ver rápida e rigorosamente feitos muitos e diversos gráficos e as consequentes implicações pedagógicas.

O tipo de actividades que normalmente propõe aos alunos para trabalhar no computador não difere substancialmente das actividades das aulas normais. Segundo o próprio, as actividades são exactamente as mesmas que faria em outra aula mas em maior quantidade, uma vez que as consegue realizar mais rapidamente. Caracteriza essas actividades do seguinte modo:

Faço mais ou menos assim em quantidade. Se fosse numa aula normal, ali na sala de aula sem computador, eu acho que tinha de ir mais à qualidade, ou seja, tinha que escolher só exemplos-tipo, e tentar explorar aqueles, e não sei se conseguia em 50 minutos explorá-los todos. No computador arranjo variadíssimos, vários, e consegue-se explorar muito mais, um maior número de exercícios.

O Fernando realizou diversas aulas com o computador, no Núcleo de Informática, recorrendo sempre à mesma metodologia. Os alunos trabalhavam em grupos, cada um no seu computador, com base numa ficha de trabalho que explicava a actividade.

As primeiras aulas com o computador constituíram experiências bastante gratificantes para o Fernando, devido ao entusiasmo que observou nos seus alunos. No entanto, a gestão das mesmas revelou-se uma tarefa bastante complicada para este professor, que não conseguiu acompanhar devidamente todos os grupos. A gestão das aulas é mesmo referida pelo Fernando como uma das maiores dificuldades à utilização lectiva do computador, a par com os condicionalismos de natureza logística.

Uma das insatisfações que o Fernando sentiu nestas aulas tem a ver com o não cumprimento do plano previamente estabelecido. Este professor faz, para cada aula, planos bastante detalhados, discriminando pormenorizadamente a abordagem dos conteúdos, as actividades a fazer, a sua resolução, a sequência, etc. Na execução das aulas, mantém-se sempre muito próximo do plano e tenta cumpri-lo, o que quase sempre consegue. Para isso muito contribui o papel de protagonista que assume nas aulas, onde conduz todas as actividades, funcionando os alunos como espectadores. Não admira, pois, que nas aulas com o computador, onde é naturalmente maior o grau de liberdade dos alunos, o Fernando sinta dificuldade em levar o plano avante.

É particularmente interessante observar a forma como este professor tentou

ultrapassar esta questão numa aula que conduziu com a sua turma de 8º ano. A aula pretendia ser uma primeira abordagem ao estudo das parábolas. O Fernando utilizou uma actividade elaborada pela sua orientadora que propunha aos alunos uma investigação para estudar o comportamento da família de funções ax^2 . Ele próprio conta em pormenor como foi:

Ainda agora na sexta-feira, eu dei a primeira que era $y = x^2$. Eles aí foram ver que aquilo já não eram — que eles estavam habituadíssimos a representar rectas — que aquilo já tinha uma forma totalmente diferente. Então aquilo era uma curva, pronto, esta curva tem um nome especial que se chama uma parábola, pronto. Nenhum deles tinha ouvido falar o que era uma parábola, pronto. Foi por aí! E depois vi quais eram as soluções, que eram no ponto zero, pronto. E depois a concavidade voltada para cima e depois dei exemplos. Com positivos, negativos, portanto, umas eram voltadas para cima, outras eram voltadas para baixo. E depois também dei exemplos de equações em que a parábola, os ramos eram mais abertos e depois começaram a ficar mais fechados, cada vez aproximar-se do eixo dos yy e foi isto. Ah, e pronto, e vimos que mais ou menos todas as que eu dei eram simétricas em relação ao eixo dos yy . Pronto, e depois aí vimos, também eu perguntei-lhes se elas eram injectivas, como eles já têm conhecimento do 7º ano das aplicações, vimos isso. Depois comecei a falar em contradomínios mas eles já não se lembravam. Então desisti. Acho que aí meti o pé na argola.

Este relato do Fernando, cheio de verbos conjugados na primeira pessoa, mostra bem o seu papel preponderante na condução da aula. Apesar de a actividade permitir (pedir) um papel bastante activo e com iniciativa dos alunos, ele limitou fortemente o papel que estes poderiam ter na descoberta, caindo na sua habitual tentação de protagonizar o desenvolvimento das actividades, com vista ao cumprimento do plano. No entanto, esta aula não parece ter deixado este professor muito satisfeito. Num dos seus comentários, em tom pouco entusiasmado, refere que acabou por “encaminhar demasiado”.

As experiências de utilização lectiva do computador não foram, assim, muito pacíficas para o Fernando, que não se sentiu confortável nem com uma situação menos estruturada mas mais adaptada ao trabalho dos alunos, nem com uma situação mais conduzida visando o cumprimento do plano.

A vivência destas tensões muito deve ter contribuído para que o Fernando se tenha desmobilizado em relação à utilização lectiva do computador. A aula descrita acima foi a última que realizou com aquele instrumento.

Isabel

A Isabel é professora de nomeação definitiva há cerca de vinte anos. O seu interesse pelo computador vem desde há longa data. Quando surgiram os primeiros

computadores pessoais em Portugal, ainda as *drives* eram todas de “cinco e um quarto”, a Isabel apressou-se a comprar um, que utilizava exclusivamente como uma poderosa máquina de escrever na realização de materiais escolares, nomeadamente, testes. A perspectivação do computador como uma ferramenta a usar no ensino da Matemática viria a surgir mais tarde, quando o Projecto Minerva chegou à sua escola. Foi aí que a Isabel conheceu *software* educacional, recebeu formação e contactou com colegas com experiência de utilização pedagógica do computador. Integrou a equipa de coordenação do Núcleo Minerva da sua escola, e neste contexto, desenvolveu em colaboração com algumas colegas um projecto interdisciplinar, extra-lectivo, no qual participavam cerca de dez alunos.

A Isabel reconhece ao computador um grande poder de interessar e cativar os alunos. Na sua opinião, esse poder advém do estatuto de novidade que aquele instrumento (ainda) tem e sofrerá uma redução drástica quando o computador passar a fazer parte da normalidade da aula:

Eu acho que os computadores e outras tecnologias novas podem ser muito interessantes até porque para eles é novidade e cativam e ficam interessados. Pelo menos nos primeiros minutos ficam muito interessados por aquilo que estão a fazer. Depois acaba por ser rotina e voltar tudo ao que era dantes.

Este poder de motivação do computador faz com que a Isabel o equacione como um dos poucos elementos de atracção dos alunos para a “horrorosa” Matemática, pois permite proporcionar-lhes uma experiência agradável com a disciplina. A Isabel compara mesmo o papel das actividades com o computador na Matemática com o papel das visitas de estudo das outras disciplinas:

Que a Matemática também pode ter coisas agradáveis, não é? Porque as outras disciplinas também têm os seus pontos fracos, não é? Mas depois há imensas visitas de estudo (...) que cativam muito os alunos, não é? Os alunos ficam entusiasmadíssimos com as coisas que vêm e portanto isso atrai! Nós na Matemática, podemos fazer muito pouco, não é? Portanto temos de arranjar também qualquer coisa que também os atraia, que seja novidade, porque o que eles gostam é da coisa nova.

Apesar de a Isabel valorizar o actual potencial de “motivação” que o computador tem sobre os alunos, esta professora não se entusiasma muito com a sua utilização em contexto lectivo. Para ela, são muitas e diversas as dificuldades que se colocam ao professor que pretende levar a cabo aulas com o computador. Refere dificuldades de natureza logística, que se prendem tanto com a exiguidade de salas devidamente

equipadas como com a sua disponibilidade nos horários necessários. Refere dificuldades de preparação e condução das aulas, que requerem um grande esforço do professor para se desdobrar por diferentes grupos de alunos que fazem paralelamente actividades com computador e sem ele, num ambiente propício a um comportamento global mais activo e disruptivo. Refere ainda dificuldades em obter *software* adequado para o ensino da Matemática, que na sua opinião deveria tratar os temas matemáticos da forma que o currículo prevê de modo a facilitar o seu cumprimento:

Só conheço um programa que trata as funções a nível de gráficos, não é? Mas as funções não são só gráficos! Será que existem programas que nos permitem através do computador fazer o estudo exactamente como o currículo exige? Como nós temos de fazer o estudo duma função, ver o seu domínio e tudo o resto?

Note-se aqui que uma das principais preocupações da Isabel no ensino da Matemática é o cumprimento do programa. Para si, o grande problema dos alunos nesta disciplina tem a ver com a falta de bases e por isso se esforça para nas suas aulas “transmitir” a maior quantidade possível de conhecimentos matemáticos. Defende o ensino com base na exposição e prática por achar que é mais eficiente do ponto de vista da aprendizagem dos alunos, para além de proporcionar um ambiente de trabalho mais calmo, menos susceptível ao barulho e à confusão que não gosta de ter nas suas aulas.

A Isabel considera, pois, que o espaço extra-aula, livre de condicionalismos de horário, de currículo e de “confusão”, é o adequado para a utilização do computador com os alunos. Tem-se empenhado na realização do projecto extra-lectivo, onde valoriza a oportunidade de estar com os alunos de uma forma mais descontraída e livre das pressões da aula, que tanto lhe pesam.

No contexto lectivo, a Isabel realizou apenas uma única aula com recurso do computador. Nas suas intenções era claro o propósito de entusiasmar os alunos do seu 10º ano, turma que se caracteriza por uma apatia considerável:

[O que eu esperava era] que fosse uma aula diferente que os entusiasmasse mais. (...) Porque para eles, realmente aquela novidade... É uma turma que nunca pegou no computador, não é? Portanto, a novidade, o facto de estarem a trabalhar nos computadores a mim pareceu-me que os ia entusiasmar muito mais.

Um factor que fez com que a Isabel se decidisse a fazer esta aula foi a disponibilidade de uma peça de *software* que permitia a abordagem da Trigonometria à moda do currículo (antigo 10º ano). Este programa foi construído por ex-aluno da

Isabel, o qual acompanhou com algumas sugestões de natureza científico-pedagógica. O programa é de utilização relativamente acessível, manipulável através do rato. Mostra no ecrã um círculo trigonométrico, no qual é possível marcar ângulos em qualquer quadrante. Para cada ângulo assinalado pelo utilizador, o programa exhibe os segmentos correspondentes a cada razão trigonométrica e indica os respectivos valores numéricos.

A Isabel esperava que a partir da consulta do programa os alunos conseguissem fazer de forma mais ou menos autónoma o estudo do comportamento das razões trigonométricas. Elaborou uma ficha de trabalho a usar por todos os alunos, quer estivessem a trabalhar no computador ou não. Na ficha constava uma tabela de dupla entrada, prevendo espaços para registar os valores das razões trigonométricas dos ângulos que são habitualmente estudados e também o sinal e sentido de variação das razões trigonométricas nos quatro quadrantes.

Para realizar este trabalho, os alunos não tinham mais que indicar ao computador os ângulos constantes na tabela, ler os valores respectivos no ecrã e registá-los nos espaços previstos pela professora. A própria Isabel reconhece que a tarefa é simples e imediata:

Enquanto que eles à mão têm que fazer o círculo trigonométrico, têm que marcar os ângulos e não sei quê, ali já estava o trabalho todo feito. Rapidamente eles marcavam o ângulo, tiravam as conclusões todas. Porque o que eu lhes pedia não era muito complicado, não é?

No entanto, esta aula acabou por ficar comprometida logo à partida por questões de ordem técnica. No início começaram a surgir problemas com os computadores, havendo dois deles que não aceitavam o programa. Ao fim de um quarto de hora, apenas um único computador se mantinha operacional. A Isabel tentou ultrapassar a situação mandando sentar os alunos nas mesas e fazer o exercício sem computador, mas levou o seu tempo até que eles desistissem de tentar fazer com que o programa funcionasse, tornando bastante complicada a gestão da aula. A Isabel ficou bastante aborrecida com esta experiência e no final da aula era visível a sua zanga com o equipamento que não funcionara, com os alunos que se tinham portado mal, com o tempo que tinha sido desperdiçado, com a matéria que ficara por dar. A primeira experiência lectiva que a Isabel se dispôs a fazer com o computador serviu essencialmente para reforçar a sua ideia de que é muito complicado usá-lo em ambiente lectivo.

Júlia

A Júlia é professora de Matemática há pouco mais de dez anos. A sua primeira experiência significativa com o computador foi uma iniciação à linguagem de programação BASIC e consistia em sessões de trabalho realizadas por um grupo de professores interessados que se encontravam informalmente no Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa com o objectivo de construir pequenos programas para a resolução de problemas matemáticos. Hoje em dia, a Júlia considera que estas reuniões foram um marco importante em termos da evolução da sua visão do ensino da Matemática, essencialmente devido às discussões que então teve oportunidade de fazer, relacionadas não só com o papel do computador no ensino mas, principalmente, com a natureza das actividades e o papel do professor e do aluno na educação matemática.

Mas foi com o aparecimento dos programas utilitários que ela mais se entusiasmou, pois sentia que a programação era morosa e difícil para a maioria das pessoas. Aprendeu a trabalhar com alguns utilitários e também com *software* específico que entretanto surgiu para a Matemática. Participou em diversas acções promovidas pelo Projecto Minerva e pertenceu às equipas de coordenação do Núcleo de Informática das escolas por onde passou, tendo dinamizado o desenvolvimento de alguns projectos extra-lectivos. Porém, foi indubitavelmente a introdução do computador nas suas aulas para o desenvolvimento de actividades lectivas com os alunos que maior satisfação lhe trouxe.

As expectativas que a motivaram inicialmente para a utilização do computador no ensino estavam directamente relacionadas com o desejo de proporcionar aos alunos um trabalho na escola assistido por instrumentos compatíveis às suas vivências exteriores, e assim conseguir uma maior motivação por parte destes. No entanto, hoje em dia justifica a utilização pedagógica do computador de outra maneira, tendo passado a equacionar o computador como um poderoso instrumento de trabalho com potencialidades apreciáveis para a realização de determinado tipo de actividades matemáticas por parte dos alunos. Segundo ela, o computador permite e facilita situações de ensino e aprendizagem não operacionalizáveis com outros instrumentos, contribuindo para a alteração qualitativa do ensino:

Numa primeira fase, foi tentar integrar o computador porque ele também faz parte do mundo dos alunos e eu aí dizia muitas vezes a palavra motivação. E depois, logo passado pouco tempo, comecei a ver que aquilo não ficava pela motivação e que a motivação só por si não dava, mas sim pelas potencialidades e por aquilo que era importante no tipo de trabalho que eu acho que um professor deve fazer com os seus alunos. (...) [Com o computador] acabei por poder definir estratégias que sem o computador eu não conseguiria. Eu acho que foi

importante o facto de terem aparecido os computadores e das escolas poderem cá ter mais esse material para trabalhar. E quando eu digo mais esse, acho que não é mais um. É um, mas é um muito grande, que tem muitas potencialidades. E por isso eu acho que o meu investimento na preparação das aulas e os resultados que eu tenho conseguido com os meus alunos não são bons por haver computador mas foram de certeza melhorados e de certa forma enriquecidos pelo facto do computador ter aparecido no meu ensino.

A Júlia destaca três aspectos que, para si, tornam o computador uma ferramenta poderosa para o ensino da Matemática. O primeiro é a possibilidade de realização de actividades de exploração e investigação por parte dos alunos, nas quais estes investem na elaboração e testagem de conjecturas e no estabelecimento de conclusões a partir dos resultados das inúmeras experiências que o computador proporciona de forma rápida e eficientemente

O segundo é a possibilidade de interpretação e acompanhamento geométrico de abordagens de conceitos associados às funções que eram, por tradição, analíticas. Esta possibilidade reflecte-se, por um lado, ao nível da conjugação das componentes intuitiva e formal, favorecendo inclusivamente o estudo antecipado de determinados conteúdos que podem assim ser tratados muito antes de chegar o momento da sua formalização (por exemplo, a noção de limite), e por outro lado, ao nível do alcance das relações que se podem estabelecer entre determinados conceitos, em particular, entre função e equação.

Um terceiro aspecto é a possibilidade de os alunos trabalharem facilmente com números realísticos, muito grandes, muito pequenos e não inteiros, favorecendo a relação da Matemática com o mundo real.

Atendendo à natureza das actividades que esta professora realiza com o computador, não será de estranhar a sua preferência por dois programas em particular. Um deles é o programa Funções, um *software* específico para a elaboração de gráficos, simples e rápido de utilizar, sem exigir grandes investimentos a nível da sua utilização. O outro é uma folha de cálculo com a qual trabalha há muito tempo e que acha particularmente adequada para actividades de exploração ou experimentação e para modelação, pela construção de leis que suscita e possibilita.

Como dificuldades à utilização do computador no ensino da Matemática, a Júlia refere essencialmente aspectos de natureza logística, como a não existência de sala disponível equipada com computadores suficientes para que todos os grupos de uma turma possam trabalhar em simultâneo no computador. No entanto, esta professora tem experimentado algumas formas de organização da aula para tentar ultrapassar essas limitações e actualmente consegue perspectivar diversas possibilidades como adequadas, desde um computador para cada grupo de alunos a um computador para

toda uma turma.

A nível do 11º ano, a Júlia fez este ano essencialmente dois tipos de utilizações do computador. Um desenvolveu-se aquando do estudo das sucessões, e teve como base a realização de uma actividade de modelação onde foi utilizada a folha de cálculo. Nesta actividade os alunos foram confrontados com situações reais para as quais construíram os modelos matemáticos que as traduziam. O segundo tipo desenvolveu-se continuamente ao longo do ano, suportando graficamente o estudo das funções, o que permitiu, na sua opinião, o tratamento mais intuitivo e global do programa.

Ao nível do 9º ano, esta professora desenvolveu algumas actividades no Núcleo de Informática relacionadas, sobretudo, com a exploração gráfica de situações diversas, tais como a resolução da equação $x^n = k$. Nas aulas que decorreram na sala de aula normal, o computador que conseguiu ter aí sempre presente foi algumas vezes utilizado por si na condução das discussões colectivas, outras vezes utilizado pelos grupos como instrumento de trabalho facultativo. Sempre que um grupo recorreu ao computador para resolver uma actividade, a professora estimulou a sua intervenção oral, solicitando a apresentação e explicação do processo seguido para os restantes elementos da turma e procurando confrontar diversas maneiras de fazer. A título de exemplo, relata-se a explicação dada por uma aluna no caso da resolução da equação $x^2 + 4x + 4 = 0$:

Nós fizemos o gráfico e vimos que era uma parábola. O que queríamos descobrir era quando a função se anula. Eu quero ver no eixo dos y quando é zero. E é ali (aponta com o dedo). Mas com as unidades que estão aqui marcadas no eixo eu não consigo saber ao certo qual é o valor, só sei que está perto de $-2,5$. Então fui procurar no quadro de valores quando é que o y é zero.

É interessante notar que enquanto esta aluna apresentava o trabalho desenvolvido pelo seu grupo, todos os outros prestavam atenção de um modo interessado, procurando observar o ecrã do computador, mas sem revelar nenhuma excitação em particular. O ambiente das aulas não parece ser afectado pela presença do computador, sendo este instrumento encarado de forma bastante natural pelos alunos.

Pode assim dizer-se que a Júlia integrou o computador nas suas práticas pedagógicas lectivas como um instrumento de trabalho a utilizar naturalmente com qualquer ano de escolaridade, em particular, para abordar intuitivamente (via gráfica) determinados tópicos do programa ou para explorar situações problemáticas que tenham relação com a realidade, nomeadamente, através da modelação. Nas suas aulas, o computador funciona como elemento de suporte a uma discussão colectiva, mas

também pode ser utilizado por um grupo que o deseje, sendo em qualquer dos casos valorizado o aspecto de comunicação matemática que tanto caracteriza as aulas desta professora.

Influências do computador nas concepções e práticas dos professores

Este estudo revelou uma consistência bastante grande entre as concepções e práticas de ensino da Matemática de cada um destes professores e as respectivas concepções e práticas associadas à utilização lectiva do computador. Todos os professores encaram o computador como uma ferramenta a ser usada com vantagem no ensino da Matemática, mas as vantagens referidas por cada um diferem muito, reflectindo as diferenças de preocupações e prioridades que cada um tem relativamente ao ensino da Matemática. Apesar de todos os professores se manifestarem favoravelmente (com mais ou menos reservas) em relação à utilização lectiva do computador, nem todos o integraram nas suas práticas pedagógicas, não podendo esta diferença ser explicada pelas condições logísticas, uma vez que os três leccionavam na mesma escola. Segue-se uma discussão individualizada da vivência de cada professor relativamente à utilização do computador no ensino da Matemática, reflectindo sobre as influências deste instrumento nas concepções e práticas de cada professor.

Fernando

As concepções que o Fernando manifestou acerca da utilização do computador no ensino da Matemática são consistentes com as respectivas práticas neste domínio e enquadram-se perfeitamente na sua vivência geral do ensino desta disciplina. Inclui o computador dentro da categoria das “coisas giras” com que tomou contacto este ano. Ficou deslumbrado quando viu a orientadora utilizar o computador nas aulas, quis experimentar ele próprio com as suas turmas e verificou que aquele instrumento constituía um forte elemento de motivação dos seus alunos.

A perspectivação do computador como mais uma coisa gira é consistente com a forma como o Fernando o integrou nas suas práticas. Nas aulas que conduziu retirou apenas partido da capacidade gráfica do computador, sem que esta tenha sido explorada para a realização de actividades de investigação, como seria apropriado na maior parte dos casos. Aliás, a intenção de investigação e exploração subjacente a algumas actividades concebidas pela orientadora do Fernando foram pervertidas

pela forma como este as conduziu na aula, essencialmente devido ao exagerado grau de protagonismo que assume quando lecciona.

Esta característica da sua prática pedagógica foi difícil de conjugar com as experiências de utilização do computador nas aulas. Ao observar o que acontecia quando os alunos trabalham livremente em grupos no computador, o Fernando sentiu que os acontecimentos lhe fugiam, tornando impossível o cumprimento do plano de aula. Procurou adaptar a sua forma de gestão das aulas com o computador, de modo a tornar este instrumento menos comprometedor dos seus objectivos. Porém, a realização de uma aula em que tentou *acomodar* o computador, conduzindo ele próprio a realização das experiências a fazer pelas alunos, revelou-se bastante difícil e deixou-lhe um sentimento de insatisfação.

Apesar do entusiasmo que revelou nas primeiras experiências lectivas que fez com o computador, o Fernando não chegou a integrar este instrumento nas suas práticas de ensino. A gestão da aula revelou-se extremamente complicada e ele não encontrou uma alternativa satisfatória, tendo deixado em suspenso a resolução do conflito. Esta dificuldade pesou concerteza para que este professor não tivesse no terceiro período feito nenhuma aula com recurso aos computadores. A reflexão sobre o papel do professor e dos alunos no ensino da Matemática e a capacidade de trabalhar com alunos em grupo serão concerteza dois aspectos essenciais para que o Fernando consiga vir a usar o computador nas suas práticas lectivas e equacionar este instrumento do ponto de vista didáctico.

Isabel

As concepções que a Isabel manifesta sobre o computador no ensino enquadram-se nas suas concepções gerais sobre o ensino da Matemática. Considera o computador como um elemento das novas tecnologias cujo interesse educativo resulta do poder de motivação dos alunos, não referindo outras potencialidades do ponto de vista didáctico. Foi com o objectivo de fazer “uma aula mais animada” que se decidiu a fazer uma experiência com o computador com uma turma de 10º ano. O tipo de proposta que realizou evidencia o facto de não atribuir ao computador potencialidades especiais a explorar com vantagem para o ensino da Matemática. Recorreu a uma peça de *software* que substituíu quase que exactamente a abordagem que teria feito na aula normal, para a execução de exercícios exactamente iguais aos que propôs aos alunos que trabalhavam sem o computador. Manteve objectivos exclusivamente ao nível da aquisição de conhecimentos, da aprendizagem de um tópico do programa. Propôs actividades que não necessitavam ou beneficiavam de nenhuma potencialidade específica do computador.

A irrelevância, do ponto de vista didáctico, da utilização do computador revela-se ainda numa reacção da Isabel na aula. Quando constatou que apenas um computador estava a funcionar, preferiu mandar os alunos trabalhar nas mesas com papel e lápis a rentabilizar para o grande grupo o único computador resistente, o que pode ter a ver com o facto de considerar as resoluções com e sem computador equivalentes em termos da aprendizagem dos alunos. Uma razão explicativa adicional — e talvez principal — pode ter a ver com o facto de esta professora querer manter um ambiente de aula relativamente calmo, sem dar oportunidade a “confusão”. A confrontação com um ambiente de trabalho mais excitado onde se tornou mais difícil o controle dos alunos também a influenciou negativamente.

Esta experiência, que contrariou em muito as expectativas da professora e a fez afastar-se daquilo a que dá prioridade no ensino da Matemática, veio reforçar muito fortemente as suas concepções quanto à inadequação do computador em espaço lectivo e fê-la decidir-se rapidamente a não voltar a usar o computador nas aulas.

No entanto, o computador teve bastante influência nas práticas pedagógicas extra-lectivas da Isabel, animando-a ao desenvolvimento de actividades com alunos com as quais se sente bastante satisfeita. O computador veio dar a conhecer a esta professora um novo espaço de realização profissional. Talvez a vivência deste projecto extra-lectivo, que desenvolve com outras colegas, venha a constituir um cenário favorável à percepção do potencial didáctico do computador e à reflexão sobre a sua utilização no ensino da Matemática.

Deve destacar-se ainda o papel que o computador teve enquanto elemento que influenciou a vivência profissional da Isabel. O seu interesse pelo computador constituiu uma das motivações para que viesse a participar no Projecto Minerva, o que acarretou, pelo menos duas consequências. Por um lado, passou a contribuir para a dinâmica pedagógica da escola, como elemento dinamizador da equipa responsável pelo Núcleo de Informática. Por outro lado, alargou os seus horizontes profissionais, começando a sair da escola para frequentar acções de formação, o que nunca tinha feito durante o seu já longo percurso de professora.

Júlia

A Júlia é, destes três professores, aquele que integrou de uma forma plena o computador nas suas práticas de ensino, em qualquer ano de escolaridade. Este facto não é concerteza alheio ao percurso que esta professora realizou no que diz respeito à sua relação com o computador. Quando o começou a utilizar nas suas aulas, ela fazia-o com o objectivo geral de motivar os alunos. Mas as práticas continuadas de utilização daquele instrumento e a experimentação de diversos tipos de *software*

foram-lhe sugerindo a possibilidade de fazer actividades de exploração ou investigação, suportadas por potencialidades específicas do computador, como a capacidade gráfica, por exemplo. A experimentação com os alunos deu-lhe ideias e mostrou-lhe possibilidades que ela, a priori, não tinha imaginado. É interessante notar que as experiências com a folha de cálculo evidenciaram um novo tipo de actividades a ter em conta no ensino, que são aquelas que ela chama de “simulação” e corresponderam ao desenvolvimento de actividades de tipo: “e se? e se?”, para usar a sua expressão. Assim, as experiências iniciais suportadas pela vontade de motivar os alunos induziram uma mudança nas suas concepções relativamente à utilização do computador no ensino, que actualmente perspectiva não como um elemento de motivação mas como um material que a ajuda a operacionalizar actividades de natureza intuitiva e investigativa, as quais passou a integrar no ensino, mesmo sem o computador.

A importância que a discussão e a reflexão tiveram neste processo é reconhecida pela professora, que várias vezes valorizou as oportunidades de contacto com outras pessoas relacionadas com a utilização da tecnologia no ensino da Matemática. Destacou, em particular, as discussões motivadas pelo uso do computador, sobre o papel do professor e dos alunos, que realizou com elementos de uma Instituição do Ensino Superior. Destacou ainda sessões de trabalho com formadores do Projecto Minerva e a troca de experiências com colegas. No caso da Júlia, que viria a integrar plenamente o computador nas práticas lectivas correntes, o confronto com a realidade da aula foi sendo acompanhado de discussão e reflexão apoiada por terceiros, o que terá sido determinante para a evolução por si realizada.

Conclusão

O computador é um instrumento capaz de suscitar o interesse e a atenção de professores com características muito diferentes, quer a nível da idade, quer da experiência profissional, quer das preocupações que têm no ensino da Matemática. Este interesse é suficientemente forte para animar os professores à sua utilização em aulas, como aconteceu com os três professores deste estudo. As primeiras experiências lectivas com computador, que tanto podem constituir situações gratificantes como momentos complicados, parecem influenciar de modo significativo as ideias que os professores formam acerca da utilização do computador em contexto de aula e as suas práticas posteriores neste domínio.

A utilização lectiva do computador é bastante defendida, mas nem sempre levada a cabo. Para isso muito contribuem as diversas dificuldades que se colocam aos professores que tentam fazer aulas com este instrumento. Apesar dos condicionalismos

logísticos serem muito referidos, são outros os aspectos que mais parecem condicionar os professores. A utilização lectiva do computador traz desafios enormes ao nível das actividades a propor aos alunos, das metodologias a usar, do papel do professor e dos alunos no processo de ensino e aprendizagem da Matemática. A gestão da aula revela-se quase sempre difícil, dando origem a tensões e conflitos nem sempre fáceis de resolver.

Estas situações que se revelam problemáticas para o professor têm um grande potencial em termos do seu desenvolvimento profissional. Quando não são ultrapassadas por simples *desistência*, elas têm o mérito de provocar reflexão por parte do professor, abrindo-lhe novas perspectivas sobre o ensino da Matemática.

O impacto das experiências iniciais de utilização do computador em contexto lectivo parece, efectivamente, estar associado ao grau de reflexão dos professores que as conduzem e às oportunidades de discussão que estes têm. Parece, pois, ser da maior vantagem que os professores que se iniciam no trabalho lectivo com o computador possam ser assistidos por colegas seus mais experientes neste domínio, que os acompanhem quer na fase de preparação, quer na fase de execução, quer na fase de avaliação da aula. Experimentar, discutir e reflectir são três elementos essenciais que podem proporcionar ao professor a progressiva integração do computador nas suas práticas lectivas e a sua perspectivação e utilização como um instrumento de possibilidade para o ensino da Matemática.

Referências

- APM (1988). *Renovação do currículo de Matemática*. Lisboa: APM.
- Ball, D., Higgs, J., Oldknow, A., Straker, A. e Wood, J. (1991). A Matemática contará? Em J. P. Ponte (Org.), *O computador na Educação Matemática* (Série Cadernos de Educação Matemática, nº 2, pp. 82-112). Lisboa: APM.
- Canavarro, A. P. (1993). *Concepções e práticas de professores de Matemática: Três estudos de caso*. (Tese de Mestrado, Universidade de Lisboa). Lisboa: APM.
- Canavarro, A. P., Belchior, M., Bernardes, A. e Fragoso, T. (1990). *Novas tecnologias da informação na educação: Contributos dos cursos de iniciação*. Trabalho de investigação não publicado produzido no âmbito do Projecto Minerva, DEFCUL.
- Cooney, T. J. (1985). A beginning teachers' view of problem solving. *Journal for Research in Mathematics Education*, 16, 324-336.
- Feiman-Nemser, S. e Floden, R. E. (1986). The cultures of teaching. Em M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 505-526). Nova Iorque: Macmillan.
- Fey, J. (1991). Tecnologia e Educação Matemática — Uma revisão de desenvolvimentos recentes e problemas importantes. Em J. P. Ponte (Org.), *O computador na Educação Matemática* (Série Cadernos de Educação Matemática, nº 2, pp. 45-79). Lisboa: APM.

- Guimarães, H. (1988). *Ensinar Matemática, concepções e práticas*. (Tese de Mestrado, Universidade de Lisboa). Lisboa: APM.
- ICMI (1986). *School mathematics in the 1990s*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Koehler, M. S. e Grouws, D. A. (1992). Mathematics teaching practices and their effects. Em D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics learning and teaching* (pp. 115-125). Nova Iorque: Macmillan.
- Lampert, M. (1988). *The teacher's role in reinventing the meaning of mathematical knowing in the classroom*. Trabalho não publicado, Institute of Research on Teaching, Michigan.
- Lerman, S. (1983). Problem-solving or knowledge-centred: The influence of philosophy on mathematics teaching. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 14, 59-66.
- Moreira, C. (1992). *Primary teachers' attitudes towards mathematics and mathematics teaching with special reference to a Logo-based in-service course*. Tese de Doutoramento não publicada, University of London.
- NCTM (1991). *Normas para o currículo e a avaliação em Matemática escolar*. Lisboa: APM e IIE.
- NRC (1989). *Everybody counts: A report to the nation on the future of mathematics education*. Washington, DC: National Academy.
- NRC (1990). *Reshaping school mathematics: A philosophy and framework curriculum*. Washington, DC: National Academy.
- Olson, J. K. e Eaton, S. (1987). Curriculum change and the classroom order. Em J. Calderhead (Ed.), *Exploring teachers thinking* (pp. 179-193). Londres: Cassel Educational.
- Ponte, J. P. (1990). Teachers' perceived roles of the computer in mathematics education. Em G. Booker, P. Cobb e T. N. Mendicuti (Eds.), *Proceedings of the 14th International Conference of Psychology of Mathematics Education, Vol. I* (pp. 183-190): México.
- Ponte, J. P. (1991). O computador no ensino da Matemática: Um processo de inovação, investigação e formação de professores. Em M. Blanco, T. Casado, I. Perez, J. Gallego, J. Santonja e J. Tendero (Eds.), *Memorias del Primer Congreso Iberoamericano de Educación Matemática* (Enseñanza Científica y Tecnológica, Colección de Documentos N° 42, pp. 53-69). Paris: UNESCO.
- Ponte, J. P. (1989). *O computador um instrumento de educação*. Lisboa: Texto Editora.
- Ponte, J. P. (1992). Concepções dos professores de Matemática e processos de formação. Em M. Brown, D. Fernandes, J. F. Matos e J. P. Ponte (Eds.), *Educação e Matemática: Temas de investigação* (pp. 186-239). Lisboa: IIE e Secção de Educação e Matemática da SPCE.
- Ponte, J. P. e Carreira, S. (1991). Computer spreadsheet and investigative activities: A case study of an innovative experience. Em J. Ponte, J. F. Matos, J. M. Matos, D. Fernandes, (Eds.), *Mathematical problem solving and new information technology: Research in contexts of practice* (pp. 301-311). Berlim: Springer-Verlag.
- Schoenfeld, A. (1988). Mathematics, technology, and higher order thinking. Em D. A. Grouws, T. J. Cooney e D. Jones (Eds.), *Effective mathematics teaching* (pp. 67-96). Reston, VA: NCTM e LEA.
- Schofield, J. e Verban, D. (1988). Computer usage in the teaching of mathematics: Issues that need answers. Em D. A. Grouws, T. J. Cooney e D. Jones (Eds.), *Effective mathematics teaching* (pp. 169-193). Reston, VA: NCTM e LEA.
- Thompson, A. (1982). *Teachers' conceptions of mathematics and mathematics teaching: Three case studies*. Tese de Doutoramento não publicada, University of Georgia.

-
- Thompson, A. (1984). The relationship of teachers' conceptions of mathematics and mathematics teaching to instructional practice. *Educational Studies in Mathematics*, 15, 105-127.
- Thompson, A. (1992). Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of the research. Em D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics learning and teaching* (pp. 127-146). Nova Iorque: Macmillan.

Ana Paula Canavarro, Departamento de Pedagogia e Educação, Universidade de Évora, 7000 ÉVORA.

RESUMO. O computador tem sido, nos últimos anos, internacionalmente reconhecido como um dos mais importantes contributos para concretizar as actuais orientações gerais do ensino da Matemática. No entanto, a sua utilização lectiva é bastante diminuta e quando acontece nem sempre explora completamente as potencialidades deste instrumento. A utilização do computador pode corresponder a realidades muito distintas, sendo naturalmente influenciada pelas concepções do professor em relação à Matemática, ao ensino desta disciplina, e ao papel que atribuem àquele instrumento. Simultaneamente, as experiências de utilização do computador em aulas de Matemática podem mostrar ao professor cenários inesperados, que ultrapassam ou contrariam as suas expectativas, que servem ou contrariam as suas preocupações. O computador é ele próprio um elemento de influência nas concepções e práticas dos professores, podendo abrir novas perspectivas sobre o ensino da Matemática, e incentivar um processo de desenvolvimento profissional, sobretudo quando a sua utilização é acompanhada de discussão e reflexão. Após uma abordagem teórica da relação entre as concepções e as práticas pedagógicas, este artigo apresenta a vivência de três professores relativamente à utilização do computador no ensino da Matemática, discutindo o papel deste instrumento enquanto influenciador das concepções e práticas dos professores.

