



Equipa do Projeto Minerva

30 Anos com Tecnologia: afinal onde é que estamos?

ANTÓNIO DOMINGOS

É claro que a principal finalidade do estudo da Matemática deve ser a de fazer os alunos pensarem.
(John Young)

O uso da tecnologia no ensino e aprendizagem da Matemática tem sido um tema recorrente ao longo dos últimos 30 anos. O aparecimento do Projeto Minerva, em meados dos anos 80 do século passado, constitui-se como um marco importante para que a utilização educativa do computador seja uma realidade na escola e na formação de professores, particularmente de professores de Matemática. A aposta então realizada mostra um esforço notável, numa época em que o acesso à tecnologia era ainda escasso e pouco democrático. As escolas que se encontravam próximas

dos 'Pólos' (era assim que se designavam os centros onde se desenvolvia o trabalho de formação e disseminação do uso das tecnologias) conseguiam ter uma interação próxima com toda a dinâmica que se criava à sua volta, podendo alguns professores beneficiar de formação na utilização das ferramentas computacionais aí disponíveis. É neste contexto que surgem as primeiras experiências de utilização das tecnologias no processo de ensino aprendizagem.

Nesta altura os currículos das várias disciplinas não preveem a utilização destas ferramentas, mas os professores co-

meçam a dar os primeiros passos e a constatar que há uma mais-valia na forma como podem abordar alguns dos conteúdos programáticos, recorrendo a outras representações que vão para além dos livros de texto e dos manuais escolares.

A proliferação destas ideias e das metodologias de ensino que se começam a vislumbrar levam a que muitos professores de Matemática se empenhem em aprofundar os seus conhecimentos e partam para uma nova etapa – a criação de Laboratórios de matemática nas suas escolas. Aparecem assim salas apetrechadas com computadores, onde se recorre a um exíguo conjunto de *softwares* para ensinar conteúdos de matemática. Para os professores que se envolveram nestas iniciativas, começava a ser claro o ganho que os seus alunos adquiriam quando trabalhavam nestes ambientes. Alguns *softwares* disponíveis na época eram desenvolvidos pelos Pólos do Projeto Minerva e, a título de exemplo, destaco aqui o ‘Trinca Espinhas’, o ‘Estimatempo’ ou o ‘Funções’. Era interessante ver a forma como os alunos se envolviam no trabalho com os divisores de um número e com os números primos, apresentados aqui na forma de jogo, criando assim uma motivação acrescida para o seu uso. Também a forma como interpretavam o gráfico de uma função (figura 1), traçado a partir da sua representação algébrica, que aparecia como um objeto dinâmico no ecrã do computador, era considerada um desafio por passarem a ter uma representação visual diferente daquela a que estavam habituados, a par com uma tabela de leitura pouco simpática acompanhada de um som que variava com o crescimento ou decrescimento da função (Domingos, 1994).

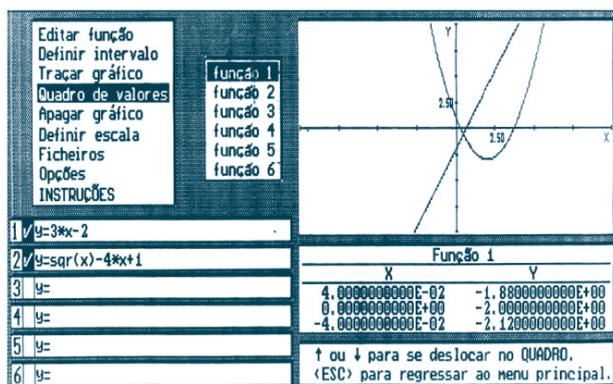


Figura 1. Ecrã do programa Funções.

Estas duas novas representações vinham ‘revolucionar’ a forma como se podia pensar sobre as funções, levando os alunos a fazer conjecturas acerca dos parâmetros presentes na representação algébrica. Esta era uma época em que se começava a olhar com esperança para o desenvolvimento destas ferramentas e para os ganhos em termos da aprendizagem de conceitos matemáticos por parte dos alunos.

Seguiram-se outros programas com vista à introdução das tecnologias na escola, como o Nónio-Século XXI, Internet na Escola, CRIE ou PTE, que procuraram manter e reforçar o esforço feito inicialmente. As escolas passaram a ter mais computadores, os *softwares* foram-se desenvolvendo, apareceram aplicações específicas (*applets*) para o ensino de conteúdos de matemática e a formação de professores ganhou uma dimensão nunca antes conseguida. A formação inicial passou a apostar na introdução, nos seus cursos, de disciplinas específicas relacionadas com as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e a formação contínua de professores ganhou uma posição de destaque nos Centros de Formação das Escolas e Associações de Escolas.

A par desta evolução das TIC surge uma outra ferramenta, a calculadora gráfica, que vai ganhando uma importância crescente, passando a ser considerada uma ferramenta de trabalho da aula de Matemática, nomeadamente no ensino secundário. O recurso a esta ferramenta foi alvo de interpretações muito diversas e o seu uso na aula de Matemática envolveu abordagens muito diferentes. Esta utilização variou desde a substituição do trabalho gráfico de papel e lápis realizado anteriormente ao seu aparecimento, até à utilização das suas potencialidades como ferramenta de aprendizagem, colocando os alunos no centro do processo, ao resolverem problemas e tarefas de investigação, impossíveis de resolver apenas com recurso a papel e lápis.

Hoje em dia as calculadoras gráficas apresentam um nível de desenvolvimento e sofisticação que lhes permite competir com o computador na aula de Matemática. É possível encontrar numa mesma unidade portátil uma calculadora científica, um programa de traçado de gráficos, um *software* de geometria dinâmica, uma folha de cálculo, um programa de representação e análise de dados, bem como a capacidade de recolher dados reais quando ligada a sensores apropriados. Esta tecnologia torna-se assim numa alternativa à utilização mais tradicional que o computador implica, por ser de fácil portabilidade, não implicar a deslocação dos alunos para espaços físicos próprios para a realização da aula com tecnologia, por ser de custo mais acessível que o de um computador (fazendo mesmo parte do material didático no ensino secundário) e acima de tudo, por se poder constituir como uma verdadeira ferramenta de aprendizagem quando devidamente integrada no processo de ensino e aprendizagem.

A evolução da tecnologia tem mantido um desenvolvimento permanente e a democratização do acesso à *internet* tem permitido o aparecimento de outras ferramentas. As plataformas de ensino, como por exemplo a Plataforma Moodle, a disponibilização de *applets* e vídeos educativos,

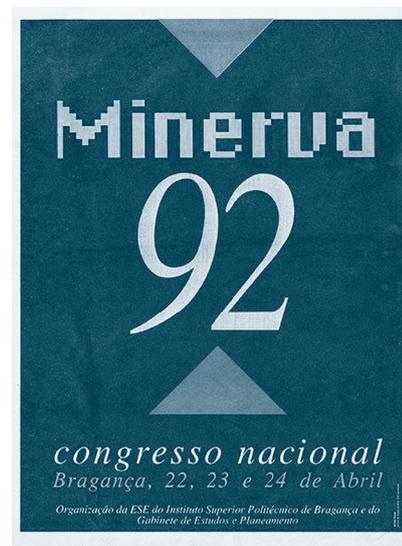
como os que são disponibilizados pela *Khan Academy*, a par com os progressos tecnológicos, têm vindo a sustentar novas abordagens ao uso da tecnologia. A integração das várias potencialidades destas ferramentas sustenta uma nova área, criada recentemente, de CTEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática) e leva à criação de novos ambientes de aprendizagem ricos e inovadores, como é o caso dos 'Laboratórios de Aprendizagem' ou 'Salas de Aula do Futuro'.

O percurso seguido pelo desenvolvimento da tecnologia deixa uma perspetiva de evolução constante, proporcionando cada vez mais e melhores meios para a implementação de ambientes de aprendizagem ricos e poderosos. São inúmeros os trabalhos de investigação e as experiências de ensino que mostram como a utilização de ferramentas tecnológicas são potenciadoras de aprendizagens significativas, onde os alunos desempenham um papel primordial na construção dos conhecimentos matemáticos. Tomando apenas como exemplo alguns dos trabalhos que foram publicados em números anteriores desta revista, podemos aferir sobre o papel de diferentes ferramentas no processo de ensino e aprendizagem da Matemática. É o caso da discussão sobre os materiais eletrónicos que acompanham os manuais e a sua relação com a aula de Matemática (Domingos e Teixeira, 2011), o recurso ao *Geometer's Sketchpad* para o estudo de pavimentações (Domingos e Vieira, 2012), a utilização da calculadora gráfica no estudo da estatística (Domingos, 2012) ou a forma com esta pode ser usada num dado ano de escolaridade para aprender sobre um tópico específico (Domingos e Rosa, 2013) ou ainda o papel formativo que o *Geogebra* pode desempenhar na compreensão de conceitos elementares que são estruturantes para a construção de conhecimento (Domingos, 2014). Estes trabalhos são uma

ínfima parte das produções científicas e das experiências com tecnologia que se têm realizado e atestam sobre as potencialidades das ferramentas tecnológicas no processo de ensino e aprendizagem da Matemática.

Na presença do cenário até aqui traçado parece poder afirmar-se que estamos perante um percurso favorável à integração da tecnologia no processo de ensino e aprendizagem. A realidade é, no entanto, muito diferente. As escolas possuem de facto laboratórios de informática dedicados essencialmente à lecionação de disciplinas relacionadas com as TIC, disciplinas estas que esgotam toda a sua ocupação possível. O parque de material que compõe estes laboratórios apresenta-se muitas vezes envelhecido e pouco capaz de dar resposta aos desafios que são colocados pelas tecnologias mais modernas. Os professores de Matemática são frequentemente confrontados com a impossibilidade de recorrer a estes espaços para poder envolver os seus alunos em ambientes de aprendizagem autênticos com tecnologia. Mesmo quando os professores se envolvem em programas de formação contínua, na modalidade de oficina, apresentam sempre enormes dificuldades em poder aceder a um laboratório com TIC para a realização de experiências de ensino pontuais. A recente criação de 'Salas de Aula do Futuro' também não vem potenciar, por si só, o uso da tecnologia em benefício do ensino da Matemática. Basta verificar que apenas, por si só, estão identificados pela DGE 12¹ destes laboratórios em todo o País.

O recurso à calculadora gráfica tem-se afigurado como uma alternativa às dificuldades colocadas pelo parque tecnológico das escolas. Embora no passado recente estas ferramentas tenham apresentado algumas limitações ao seu uso, atualmente elas apresentam potencialidades que podem ser comparadas aos *softwares* em uso nos computado-



res atuais, sem no entanto apresentarem limitações ao nível do acesso, uma vez que fazem parte integrante do material didático que o aluno deve mobilizar em aula. A falta de investimento, por parte dos professores, na valorização desta tecnologia tem vindo a degradar a qualidade do seu uso, sendo os alunos desencorajados a utilizá-la ou a usá-la em procedimentos e processos rotineiros que em nada beneficiam o desenvolvimento do raciocínio e a capacidade de resolver problemas. Este desinvestimento é fortemente potenciado pelo papel cada vez mais secundário que a calculadora gráfica tem vindo a desempenhar nos exames nacionais.

A par das dificuldades colocadas pelo parque tecnológico das escolas e a falta de investimento sério na utilização educativa da calculadora, há que ter em conta as orientações curriculares, nomeadamente ao nível do currículo prescrito e apresentado aos professores (Gimeno, 2000). Se no início do Projeto Minerva não tínhamos indicações curriculares para integração da tecnologia, as primeiras modificações que ocorreram posteriormente foram no sentido da utilização destas ferramentas de forma transversal a todo o currículo. É mesmo de destacar a utilização obrigatória da calculadora gráfica no ensino secundário, o que traduz uma grande inovação no nosso currículo em termos de recurso à tecnologia. Nas revisões curriculares mais recentes há um retrocesso enorme em termos da utilização das TIC que presentemente começa a dar sinal de abrandar, apesar dos sinais contraditórios vindos da tutela. Estes avanços e retrocessos que o uso da tecnologia tem vindo a ter no currículo prescrito têm-se revelado como determinantes no uso que lhe é dado na escola e, particularmente, na aula de Matemática. Se por um lado a escola continua a apostar e defender que as tecnologias devem fazer parte das aprendizagens dos seus alunos, a aula de Matemática parece afastar-se cada vez mais deste paradigma. As aulas centram-se essencialmente na realização de procedimentos e processos assentes em metas que privilegiam a memorização e a abstração em detrimento da manipulação e construção dos conceitos a partir das suas diferentes representações, onde a tecnologia pode ter um papel determinante pela sua facilidade em representar e manipular os objetos matemáticos em construção.

Passados 30 anos sobre as primeiras experiências de introdução das TIC na aula de Matemática temos ainda um longo caminho a percorrer. Embora nos tenhamos afastado do ponto de partida, tal afastamento parece insignificante dado o avanço que as tecnologias tiveram ao longo destes anos. Se o recurso à tecnologia na aula de Matemática tivesse acompanhado a evolução que essa mesma tecnologia sofreu estaríamos certamente hoje com todos os alunos a trabalhar em ambientes como os que se pretendem

recriar nas atuais ‘Salas de Aula do Futuro’, envolvidos em ambientes de aprendizagem autênticos, onde a construção dos conceitos matemáticos seria encarada com naturalidade, sendo os alunos os principais agentes da sua aprendizagem. No entanto a realidade é bem diferente. Isto não significa que nos devamos cingir à fatalidade dos factos, antes pelo contrário está na hora de modificar o atual panorama, uma vez que ainda está aberta uma janela de possibilidades para que a tecnologia possa efetivamente vir a ter um papel preponderante na aula de Matemática. As ferramentas existem, estão à disposição dos professores e alunos e têm a qualidade suficiente para que se possam tornar em ferramentas de aprendizagem autênticas. Para tal será necessário que se garanta a existência das ferramentas apropriadas que permitam que o professor se empenhe e recorra a metodologias de ensino que privilegiem o seu uso com qualidade. Se a tecnologia hoje se generalizou e está presente em todas as dimensões da nossa sociedade, por que é que não está generalizada no ensino e aprendizagem da Matemática?

Notas

- [1] Dados obtidos a partir da página web (<http://www.erte.dge.mec.pt/ambientes-educativos-inovadores>).

Referências

- Domingos, A. (1994). *A aprendizagem de funções num ambiente computacional com recurso a diferentes representações*. Tese de Mestrado não publicada, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Domingos, A., & Teixeira, P. C. (2011). Os materiais electrónicos que acompanham os manuais e a aula de matemática. *Educação e Matemática*, 115, 64-66.
- Domingos, A., & Vieira, M. J. M. (2012). Pavimentações com o Geometer's Sketchpad- um estudo no 10.º ano de escolaridade. *Educação e Matemática*, 119, 38-40.
- Domingos, A. (2012). Estatística com recurso à TI-Nspire. *Educação e Matemática*, 120, 32-34.
- Domingos, A., & Rosa, V. (2013). O Navigator e a forma como os alunos de 10.º ano utilizam a calculadora gráfica. *Educação e Matemática*, 123, 37-39.
- Domingos, A. (2014). O papel da tecnologia na aprendizagem da matemática. Um exemplo com recurso ao Geogebra. *Educação e Matemática*, 126, 14-16.
- Gimeno, J. (2000). *O currículo: uma reflexão sobre a prática* (3.ª ed.). Porto Alegre: Artmed. (Obra original publicada em 1988).

ANTÓNIO DOMINGOS

UIED, DCSA, FCT, Universidade NOVA de Lisboa