

As Tecnologias na aula de Matemática: do Projeto MINERVA à sala de aula do futuro

JOSÉ DUARTE

Este artigo constitui uma reflexão sobre o tema do título, a partir dos testemunhos de alguns dos protagonistas do Projeto MINERVA, desde alunos que vivenciaram a experiência, até professores e investigadores, alguns dos quais com uma intervenção destacada na área da Educação Matemática. Os testemunhos e a experiência aqui descrita decorrem do trabalho que acompanhei de perto, em escolas do distrito de Setúbal, enquanto formador da Escola Superior de Educação de Setúbal.

Em meados dos anos 80 do século passado, vários professores e investigadores tiveram uma profunda influência na forma como os computadores entraram no quotidiano das escolas e, em particular, na sala de aula. Aqui quero lembrar os nomes de Seymour Papert, Dias de Figueiredo e João Pedro da Ponte, pelas contribuições relevantes que deram à comunidade educativa.

Seymour Papert, educador matemático americano que nos deixou recentemente, foi uma referência internacional, marcada pelas ideias do livro *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas* e pela linguagem de programação LOGO. Segundo ele, o computador nas mãos das crianças, com elas ‘no comando’, programando num ambiente intelectualmente desafiador e estimulante, de que o erro faz parte integrante, pode ser um instrumento poderoso na descoberta e na construção do conhecimento, colocando à escola o grande desafio de ter que se reinventar para deixar de ser mera reprodutora de saberes ‘inertes’ e, como tal, deixar de ser necessária.

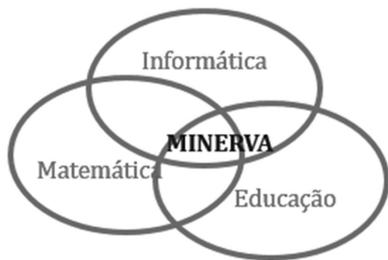
Dias de Figueiredo, do Departamento de Engenharia Informática da Universidade de Coimbra, foi o principal responsável e mentor do Projeto MINERVA, criado em novembro de 1985. Com forte sensibilidade para a educação, acreditou nas pessoas e nas equipas interdisciplinares que por todo o país deram vida aos Núcleos e Polos, sediados nas Universidades e Escolas Superiores de Educação. Em 2001 afirmava: “A nosso ver, uma parte significativa do futuro

da aprendizagem não se encontra nos conteúdos. Muito desse futuro, talvez a sua parcela mais crítica, encontra-se nos contextos”. Com esta frase avisava-nos que, mais do que correr atrás das tecnologias e fazer com elas o mesmo que se fazia até aí, apenas com ‘mais cor e som’, importava usar as suas potencialidades em ambientes de trabalho favoráveis à construção de novas aprendizagens, só agora tornados possíveis. A uma distância de 32 anos, Dias de Figueiredo refere hoje que na herança deixada pelo Projeto MINERVA “a pedagogia pode sair reforçada, na sua convivência com a tecnologia, mas a segunda deve estar sempre ao serviço da primeira, e não vice-versa”.

Finalmente, João Pedro da Ponte, professor e investigador no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, fruto da sua forte ligação à comunidade de Educação Matemática, espalhada por todo o país, em Departamentos de Universidades e Escolas Superiores de Educação, viria a ter um papel determinante na utilização do computador como uma ferramenta ao serviço da educação e como suporte a atividades de projeto, quer ao nível da Matemática, quer em atividades interdisciplinares. Convidado a identificar o que perdurou dessa experiência inovadora, refere “a confiança na capacidade criativa e reflexiva do aluno e do professor quando lhe são proporcionadas oportunidades de trabalhar com tecnologias poderosas e as necessárias condições de trabalho”.

Para muitos professores do 1.º ciclo e para os professores de Matemática com quem mais trabalhei, o MINERVA nunca foi um Projeto da Informática, mas um projeto que resultou da interseção de três domínios: a Matemática, a Educação e a Informática. E isso vai marcar as primeiras experiências com computador na sala de aula de Matemática.





Depois de recolher contribuições de responsáveis com dimensão nacional no Projeto, quis ouvir também quem, à época, era professor utilizador dos computadores na aula de Matemática e em espaços informais de aprendizagem, com os seus alunos. O Carlos Pimenta, professor na Escola Secundária D. João II, em Setúbal, refere a importância do Laboratório de Matemática, na sua escola, para poder visualizar mais funções quando comparado com o trabalho realizado com quadro e giz, a par da importância da folha de cálculo para o trabalho com as sucessões, os limites e as correspondentes representações gráficas. Lúcia Grilo, professora na mesma escola, hoje já aposentada, refere: “Tive uma turma de 7.º ano só com alunos repetentes, muito fracos e desmotivados, e consegui ‘agarrá-los’ para a Matemática, ensinando-lhes LOGO na sala do Projeto MINERVA, numa ou duas aulas por semana”.

Nestes dois testemunhos destaca-se o papel da visualização e das representações e a importância dada aos espaços informais de aprendizagem, nomeadamente aos Laboratórios e aos Clubes de Matemática, muito frequentes nos anos 80, para a ilustração de conceitos, mas também como motivação e para a melhoria da autoestima dos alunos.

Quando pergunto o que nos deixa o Projeto MINERVA para o futuro da sala de aula de Matemática, Teresa Martinho Marques, professora de Matemática e Ciências do Agrupamento de Escolas de Azeitão e principal responsável pela ‘chegada’ a Portugal da versão portuguesa do Scratch e pela tradução de vários manuais e materiais de apoio, diz



sem hesitação: “Um espaço aberto ao trabalho colaborativo, aberto ao desconhecido (quantas descobertas feitas ombro a ombro com os alunos) (...) Contextos motivadores e que permitem a imersão numa espécie de país da matemática (...) [Segundo Papert] o contexto para o desenvolvimento da língua materna era natural e rodeava os alunos constantemente, mas na matemática era preciso criar mundos (micromundos) onde se falasse matemática... e as linguagens de programação permitiram isso (...) A modelação, o ‘ver funcionar’, que o papel e lápis não permitiam. Estou a lembrar-me dos programas de geometria dinâmica, os aplets, os vídeos tão em voga hoje (...) A matemática como atividade de descoberta ativa, participada, partilhada”.

À mesma pergunta, João Torres, professor na Escola Secundária do Pinhal Novo nos primeiros anos do Programa Nónio (sucessor do MINERVA) e atualmente membro do Centro de Competência TIC da ESE de Setúbal, acentua a intemporalidade das boas ideias em educação: “A tecnologia disponível mudou muito (...) [Mas] será que alguma coisa resistiu à passagem do tempo? (...) As ideias subjacentes à sua [da tecnologia] utilização não mudaram assim tanto (...) Porque as ideias, quando são boas, duram muito mais tempo que as tecnologias!”



Sinais desses tempos são as equipas de professores e alunos, explorando e descobrindo em conjunto, criando currículo em ação, com o auxílio de ferramentas desafiadoras integradas de forma natural, ideias que perduram para o futuro, quando se pensa em aprendizagem.

Ficaria incompleta esta reflexão se não ouvisse alunos que viveram a experiência do Projeto, na segunda metade da década de 1980. Foi o que fiz, contactando dois alunos da Escola Primária N.º 2 de Palmela, através da sua professora Maria Augusta de Sousa: a Cláudia Rodrigues, economista que trabalha na área financeira de uma empresa e o Luís Filipe, doutorado em Ótica pelo Instituto Superior Técnico, engenheiro em empresa apoiada pela NASA.

Os dois viveram intensamente o projeto interdisciplinar *Descobrimo e Crescendo* que decorreu na escola entre 1984 e 1988, onde o computador ‘chegou’ no 2.º ano de escolaridade, experiência ilustrada em livro editado pela Caminho. De que se lembram hoje e o que ficou?



“Aprender e descobrir as potencialidades daquela ferramenta (...) em conjunto, o *output* dos trabalhos que eram desenvolvidos (...) eram maravilhosos, por comparação com os trabalhos que fazíamos, apenas manuais!! A programação em Logo que aprendemos a fazer, ajudava-nos a pensar”. Esta oportunidade “numa época em que ainda mal se utilizavam essas máquinas, foi já de si fantástico. Para a nossa vida profissional foi importantíssimo (...) este primeiro contacto com o computador (...) O que era novidade, passou a ser natural... e desafiante... (...) Utilizo o computador diariamente, como ferramenta de trabalho (...) Em casa, com os 3 filhos, temos um ‘canto’ do computador onde os ajudo a pesquisar” (Cláudia Rodrigues). Já o Luís Filipe refere: “[Sempre] um grande interesse por tecnologia e coisas mais ligadas a regras matemáticas e lógicas (...) entrei em Física no Técnico a pensar na fusão nuclear, mas saí de lá com um doutoramento em Óptica (lasers). Como passatempo, a música. E com ela, os registos multimédia (...) Segundo a teoria do caos, nunca saberemos ao certo como eu teria evoluído sem o Projeto Minerva. Não creio que tenha modelado muito os meus interesses, mas a desenvoltura técnica e lógica foi claramente

potenciada (...) E boa parte do meu à-vontade com a tecnologia radica naquele contacto precoce”.

O realce dos alunos vai para oportunidade e importância das experiências nos primeiros anos de escolaridade, principalmente quando elas constituem desafios para pensar.

Também Vânia Ramos, engenheira informática e professora do grupo 550 (Informática) viveu o Projeto MINERVA enquanto aluna, na Escola Básica Luísa Todi, em Setúbal: “Recordo com carinho as aulas de Matemática e Ciências em 1988/89 e as idas à sala de informática. Era como entrar noutra mundo (...) [Hoje, aos alunos], deixo-os descobrir a solução para os problemas/desafios que lhes lanço. Estou lá para os apoiar e ajudar mas o caminho é feito por eles. Considero que esta maneira de agir foi fortemente influenciada por aquele que foi o meu percurso enquanto aluna”.

O MINERVA, com o *Logo*, o trabalho de projeto e as ferramentas computacionais, foi também um elemento ‘agitador’ da organização tradicional da sala de aula, ao ‘pressionar, nem sempre de forma intencional, mas às vezes decorrente dos poucos recursos, o trabalho em equipa, a experimentação e a descoberta, dando ‘espaço’ ao aluno e ‘solicitando o professor para uma nova função de criador de contextos, mediador e gestor de situações de aprendizagem.

Num questionário realizado a 20 professores que viveram com intensidade o Projeto, as palavras mais comuns associadas ao MINERVA são *Inovação, Mudança, Fascinante, Criatividade, Referência, Aurora* (60 %), mas também *Motivação, Novidade, Pioneiro, Aprendizagem, Questionamento, Desafio, Interessante* (40 %), o que é de si revelador da representação que fazem do Projeto, como ligado à inovação e à mudança, com uma componente emocional forte.

Finalmente, não posso deixar de referir que o Projeto MINERVA deixou um conjunto muito significativo de relatos, destas e de outras boas práticas. Para além de ter criado contextos favoráveis ao desenvolvimento da investigação que, na área da Educação Matemática, se centrou, fundamentalmente, nas utilizações educativas do Logo e nas potencialidades da folha de cálculo para a resolução de problemas. Entre o final



Tese de Mestrado
Efeitos e dificuldades de aprendizagem de alunos do 2º ciclo com a **utilização da folha de cálculo** (L. Moreira, 1989)



De que forma a **utilização do computador na sala de aula** pode ser compatível com uma metodologia de trabalho que leva à descoberta? **Porquê a folha de cálculo?** (G. Tomé & Susana Carreira, 1989)

Tese de Doutoramento

Logo na Educação Matemática:
Um estudo sobre as concepções e atitudes dos alunos.
(João Filipe Matos, Universidade de Lisboa, 1991)

da década de 80 e o início da década de 90, realço como trabalhos de referência as investigações da Leonor Moreira e o trabalho da Susana Carreira e da Georgina Tomé sobre a folha de cálculo e a tese do João Filipe Matos sobre o Logo.

Afinal, quais os contributos que o Projeto MINERVA nos deixa para a sala de aula de Matemática do futuro, tendo em conta os testemunhos relatados e aquela que foi a minha experiência como coordenador do Polo do Projeto MINERVA da Escola Superior de Educação de Setúbal, mas também como professor de Matemática do ensino secundário e como formador na área da Educação Matemática?

Pela evidência aqui deixada nas palavras dos protagonistas e pela interpretação que delas faço, filtrada pela experiência que vivi, resumo esses contributos em algumas palavras e curtas frases:

Emoção e paixão; Inovação; Criar oportunidades; Desafios e resolução de problemas; Experimentar e descobrir; Integrar com naturalidade; A tecnologia a valorizar o que já existe; A importância dos espaços informais de aprendizagem; A trilogia tecnologia, currículo e pedagogia; Novos papéis do professor e maior responsabilidade dos alunos; Ideias, reflexão e contextos; Investigação.

Mas ... porque não se traduzem na realidade da sala de aula, as elevadas expectativas sobre os potenciais efeitos benéficos da utilização das tecnologias? Muitas respostas têm sido avançadas pela investigação e embora não exista uma resposta consensual, o choque com o currículo e, em particular, com a avaliação estabelecida, têm constituído claramente, nos últimos anos, um sério obstáculo.

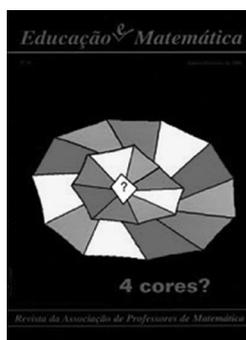
JOSÉ DUARTE

As tecnologias ... 17 anos em (Revista)

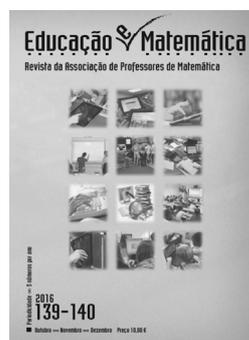
JOSÉ DUARTE

Este trabalho resulta de uma pesquisa que realizei há três anos, nas Revistas Educação e Matemática, de artigos que incidem sobre diferentes tecnologias, desde as calculadoras básicas, científicas e gráficas, às ferramentas computacionais de uso genérico ou específicas para o ensino da Matemática, aos micromundos, a diferentes utilizações dos computadores em sala de aula, à utilização pedagógica da Internet, aos quadros interativos, às plataformas de gestão de conteúdos digitais e a outras ferramentas da Web 2.0.

AS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO E MATEMÁTICA



2000



2016

17 ANOS EM (REVISTA)

A pesquisa incidiu, numa primeira fase, nos artigos da Secção de Tecnologias das revistas, mas alargou-se, em seguida, a todos os artigos integrados no corpo da revista, desde que incidissem nesta temática. O intervalo de tempo considerado, neste primeiro trabalho, iniciou-se no primeiro número que saiu em 2000 (N.º 56) e estendeu-se até ao N.º 126 que saiu em 2014. Esta opção decorreu do fator tempo, mas também, dado o tema *Tecnologias na Educação Matemática*, da produção teórica mais significativa e atual se encontrar nesse período. Hoje, a equipa da redação da Revista atualizou essa pesquisa até ao final do ano de 2016, que terminou com a publicação da revista temática dedicada à tecnologia.

Na lista de referências que elaborei, utilizei as referências bibliográficas automáticas do Word (em *Referências*, escolhi Estilo APA, 6ª edição), após introduzir em *Gerir Fontes*, cada um dos artigos com o tipo *Artigo de periódico*.

Este trabalho pode servir a professores de todos os níveis de ensino, do ensino básico ao superior, que queiram utilizar as tecnologias com os seus alunos, mas também aos formadores de professores de Universidades ou Escolas Superiores de Educação, responsáveis por unidades curriculares ou teses/relatórios de mestrado de alunos do ensino superior, como recursos bibliográficos.

A forma como achámos pertinente a sua divulgação foi criar

um ficheiro (em formato *Word*) com as referidas referências, ordenadas alfabeticamente e por ano, que poderá ser acedido pelos sócios a partir da versão digital da próxima revista (N.º 142).

Posteriormente, poderá vir a pensar-se num trabalho de recolha que incida nos números anteriores, desde o lançamento do primeiro número da revista, em janeiro de 1987, onde publiquei o primeiro artigo sobre tecnologias, intitulado *PROBAN: Uma simulação ou ... como tomar banho também acarreta problemas*, resultado de um trabalho académico realizado com o auxílio da linguagem de programação BASIC, que desenvolvi com a Susana Carreira, o Carlos Grosso e a Dulce Aldir.

Vivemos um momento em que é grande o fosso entre as potencialidades anunciadas para as tecnologias e o uso limitado que delas se faz na sala de aula de Matemática. Fatores vários podem ser apontados, como o retrocesso nos programas que vieram valorizar o formal em detrimento dos processos exploratórios e experimentais que a tecnologia permite, a pressão da avaliação e a proliferação de testes e exames que ignoram a tecnologia, a progressiva desatualização de equipamentos nas escolas, o desinvestimento em equipas de apoio técnico e a falta de reconhecimento de um desenvolvimento profissional centrado na escola, onde as TIC tenham presença, parecem ter contribuído para esta situação.

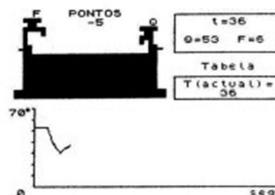
Trazer a público a memória coletiva do que foi feito e registado com as TIC e recordar algumas boas práticas foi outra das intenções deste trabalho.

PROBAN: Uma Simulação ou ... Como Tomar Banho Também Acarreta Problemas

José António Duarte, Escola Superior de Educação de Setúbal

Este programa, concebido para a área de Matemática/Física, simula uma situação real (as operações inerentes a encher e vaziar uma banheira com o auxílio de dois torneiros -- quente e fria) e simultaneamente tem as características de um jogo (implica a procura de uma estratégia ganhadora).

O gráfico que acompanha todo o decorrer do programa auxilia o utilizador na estimação do resultado pretendido (tomar banho a uma temperatura escolhida) e apela à capacidade de interpretação do conceito dinâmico de função.



Podem ser um instrumento de trabalho num clube de Matemática/Informática, no ciclo preparatório ou no ensino secundário, permitindo a procura de melhor estratégia de resolução do problema, desenvolvendo as capacidades de estimação ou ilustrando a interdependência entre variáveis.

Podem constituir um modelo sugestivo para exploração numa aula de Física de problemas de transferência de energia entre corpos (massas de água quente e fria) ou para "visualizar" o conceito de limite de uma função, descontinuidades e assíntotas, numa aula de Matemática do ensino complementar.

Um programa não deve ter um leque muito fechado de utilizações, porque cedo se torna cansativo e sua exploração pelos jovens. O PROBAN admite prolongamentos, como por exemplo, o trabalho com torneiras de diferentes caudais, o cálculo de volumes de sólidos através da sua imersão na banheira, etc. Para isso, bastariam algumas modificações na estrutura base do programa, que é de fácil acesso porque está organizado em sub-rotinas cada uma das quais com funções bem definidas. Este é um projecto de trabalho possível para os professores mais interessados na programação, e ser desenvolvido em conjunto com os seus alunos.

Mas, para além das palavras, convém observar o PROBAN que pode ser gravado em cassete ou disquete no Departamento de Educação da Faculdade de Ciências de Lisboa (Av. 24 de Julho), no Núcleo de Matemática/Informática de Escola Superior de Educação de Setúbal, ou na Secção de Computadores de Escola Secundária de S. Julião em Setúbal.

O Carlos Grosso, a Dulce Aldir, o José António Duarte e a Suzana Carreira, que foram os seus autores, gostavam de ouvir a vossa opinião. Não tenham medo de "meter água"!



JOSÉ DUARTE

XX ENCONTRO NACIONAL DE PROFESSORES DE 1º E 2º CICLO - A MATEMÁTICA NOS PRIMEIROS ANOS



O encontro terá lugar nos dias 3 e 4 de novembro de 2017 na Escola Superior de Educação de Castelo Branco. Sessões Plenárias, Comunicações, Sessões Práticas, Posters e um painel de apresentação de projetos envolverão os professores em mais uma jornada de reflexão sobre a aprendizagem da Matemática nos primeiros anos de escolaridade. Com início pelas 16 horas de sexta-feira, as atividades prolongar-se-ão até às 17-.30 horas de sábado e para todos os interessados será creditado como curso de 13 horas.