

As TIC e a Geometria na aula de Matemática: quatro testemunhos

Introdução

Os artigos e estudos de inovação e investigação sobre a integração das TIC no ensino e aprendizagem da Matemática, têm vindo a crescer em quantidade e na diversidade de abordagens e apontam, de um modo geral, benefícios acerca do seu uso. No entanto, a literatura reconhece simultaneamente que a integração nas práticas da sala de aula caminha a um ritmo muito vagaroso. Assim, para a presente Revista temática da *Educação e Matemática*, fomos pedir alguns testemunhos a um conjunto de quatro professoras do ensino básico e secundário, sobre usos recentes que fizeram de *software* para computadores, particularmente indicado para a abordagem da Geometria.

Os limites do espaço disponível, levaram-nos a *cortar* algumas partes e, para tornar a leitura mais coerente, optámos por ir organizando as questões em três secções, ao mesmo tempo que as palavras das professoras as vão ilustrando. Terminamos com uma pequena síntese e uma breve *leitura* das alterações curriculares anunciadas para o ensino básico.

As professoras de Matemática que contribuíram para este artigo foram, a Margarida Rodrigues (MR), professora do QND da EB 2,3 de Bocage — Setúbal, actualmente requisitada na ESE de Setúbal, a Isabel Gorgulho (IG), professora do QND da Escola Básica 2,3 de Aranguês — Setúbal, a Maria João Vieira (MJV), professora de do QND da Escola Secundária de Santo André — Barreiro e a Elvira Santos (ES), professora do QND da Escola Básica 2, 3 de Álvaro Velho — Lavradio.

Que TIC, em que temas e que potencialidades?

Quando falamos das TIC, estamos a referir-nos às folhas de cálculo, às calculadoras gráficas, aos Ambientes de Geometria Dinâmica (AGD), aos CAS (*Computer Algebraic Systems*) e a aplicações específicas, como alguns *applets*, para a abordagem de conceitos de matemática. No entanto, as experiências a seguir descritas centram-se exclusivamente no uso dos AGD, em particular, no *Geometer's Sketchpad*.

Os temas de Geometria envolvidos nestas experiências são: triângulos e soma das amplitudes dos ângulos internos de um triângulo (5º ano); quadriláteros (6º ano); decomposição de polígonos, relações entre ângulos verticalmente opostos e ângulos de lados paralelos (7º ano); lugares geométricos e semelhança de triângulos (8º ano); relação entre as amplitudes do ângulo inscrito e do ângulo ao centro e arcos correspondentes (9º ano); estudo das isometrias (9º ano).

A experiência da Margarida Rodrigues em sala de aula, leva-a a “realçar as potencialidades de programas de geometria dinâmica, como o *Cabri* ou o *Geometer's Sketchpad*” (GSP), ao nível da melhoria das aprendizagens e na promoção da compreensão matemática” (MR). Usando o GSP, a Isabel Gorgulho propôs-se investigar, entre outras coisas, “de que modo este AGD facilita a exploração de tarefas de carácter exploratório e investigativo e quais as suas potencialidades ao nível da aprendizagem da geometria, nomeadamente de que forma os alunos descobrem propriedades geométricas e como é que essas descobertas facilitam a compreensão de propriedades e relações geométricas” (IG).

Já Maria João Vieira, assume-se como uma fã do GSP, por vários motivos, mas “pelo facto das construções não serem imediatas, porque é preciso ter conhecimentos elementares de Geometria para poder construir alguma coisa e pelas potencialidades de exploração de conexões entre a Geometria e outros temas da Matemática” (MJV).

Finalmente, a Elvira Santos “incluiu a utilização do GSP quando do estudo da circunferência inscrita e circunscrita num triângulo, no sentido de diversificar as experiências de trabalho dos alunos. As características deste software dá aos alunos a possibilidade de experimentar, de uma forma rápida para muitos casos e assim construir relações que de outro modo, concretizada no papel com instrumentos de desenho, demoraria muito tempo” (ES).

O trabalho dos alunos na sala de aula

A Margarida refere que, “no 5º ano de escolaridade, as turmas envolvidas deslocavam-se à sala dos computadores e podiam, por exemplo, chegar, por si só, à propriedade relativa à soma das amplitudes dos ângulos internos de um triângulo. O recurso às ferramentas de medição e de cálculo do *Sketchpad*, associado ao facto de o dinamismo do programa permitir uma grande variação de triângulos, leva a que as propriedades matemáticas surjam como aquilo que se mantém constante no meio de tudo o que varia. Trabalhei ainda com turmas de 8º ano e 9º ano, em parceria com outra colega titular das referidas turmas, em diferentes anos lectivos. No 8º ano, o trabalho incidiu nos lugares geométricos, com o *Cabri*, e no 9º ano, incidiu essencialmente na descoberta da relação entre as amplitudes do ângulo inscrito e do ângulo ao centro, e arco correspondente, bem como no estudo das isometrias, com o *Sketchpad*” (MR).

O projecto de intervenção da Isabel incidiu em duas turmas, uma de 6º e outra de 7º ano e para o seu desenvolvi-



mento foram construídas tarefas de carácter exploratório e investigativo. “Os alunos participantes nunca tinham utilizado o GSP, não estavam habituados a desenvolver este tipo de actividades para além de que não era usual elaborarem relatórios, o que originou, no início, alguma dispersão até encontrarem um método de trabalho. Foram aplicadas quatro tarefas ao grupo do 6º ano e cinco tarefas ao grupo de 7º ano. Na resolução das tarefas propostas, os alunos desenvolveram conceitos relacionados com os triângulos e os quadriláteros. O grupo do 7º ano trabalhou ainda a decomposição de polígonos e as relações entre ângulos verticalmente opostos e ângulos de lados paralelos.

A actividade dos alunos passou pela construção de algumas figuras, pela medição, pela manipulação, pela identificação de propriedades e relações geométricas e pela verificação das descobertas. Todo este processo se baseou na discussão de ideias entre pares e na formulação de hipóteses, até chegarem a uma conclusão, que foi apresentada por escrito em forma de relatório.

Em todas as tarefas era solicitada a descoberta de propriedades e relações geométricas. Os processos utilizados pelos alunos na procura de regularidades foram os usuais em Ambientes de Geometria Dinâmica, como são a visualização e a manipulação, processos estes que, por vezes, se complementaram” (IG).

A Maria João trabalha há muito tempo com os alunos, com este *software* [GSP], onde “desenvolvem trabalho de investigação e exploração, quer a partir de construções previamente elaboradas, quer pela criação das suas próprias construções, e dentro das condicionantes que todos sabemos e

contra as quais lutamos, como a escassez de material informático, o elevado número de alunos nas turmas, etc.

No último ano lectivo, por uma série de felizes coincidências consegui condições especiais de trabalho: um laboratório equipado com 10 computadores e uma turma com reduzido número de alunos (treze), com a qual tem sido feito um trabalho regular em contexto de sala de aula. Esta turma, do ensino básico, é de percurso alternativo iniciado no 8º ano e terminará no final deste ano lectivo e aposta num currículo *rico* em Geometria. Os alunos trabalham em pares e apenas um trabalha sozinho, por opção. Todos os temas da Geometria foram leccionados recorrendo a actividades exploratórias e de investigação e utilizando o computador; com o GSP, mas também com a exploração de applets interactivos para o ensino, existentes em sítios como, por exemplo, o *Illuminations*², do NCTM.

É um facto que a opção por esta metodologia de trabalho em sala de aula se deveu ao facto dos alunos, devido ao seu percurso formativo, não estarem minimamente motivados para a aprendizagem, nomeadamente da Matemática e por revelarem muito pouca autonomia em relação às tarefas de aula, factor este que poderia ser, de alguma forma, impeditivo do sucesso desta abordagem.

Após ter sido estabelecida a metodologia de trabalho a adoptar durante as aulas, que passou pela existência de um pequeno manual de instruções do software e um guião de trabalho para cada tarefa, parti para a primeira experiência que se revelou uma agradável surpresa. No final da primeira aula, os alunos tratavam *por tu* os comandos e os menus e tinham conseguido concretizar todas as tarefas propostas —



sobre semelhança de triângulos, em menos tempo que o que lhes era proposto, tendo realizado, inclusive, apresentações espontâneas dos seus resultados" (MJV).

A Elvira trabalhou com uma turma de 24 alunos do 9º ano, num bloco de 90 minutos. "A turma organizou-se em 6 grupos de trabalho de 4 alunos e cada grupo tinha ao seu dispor um computador portátil, o GSP, um guião elaborado pela professora e os habituais elementos de trabalho numa aula, como o caderno, elementos de escrita e o manual escolar (...). O trabalho desenvolveu-se com os alunos a seguirem um conjunto de instruções que lhes permitiu usar os menus do GSP, primeiro, para desenhar um triângulo, seguido do traçado das bissectrizes dos seus ângulos internos e posteriormente a circunferência inscrita nesse triângulo. Após a construção deste lugar geométrico, os alunos foram convidados a observar a construção obtida, descrever as suas características e a arrastar a figura para verificar as condições desse lugar geométrico. Posteriormente repetiram o processo, mas desta vez com a utilização das mediatrizes dos lados de outro triângulo que deu origem à construção de uma circunferência circunscrita.

Depois de terminadas as construções e as experiências necessárias o guião incentivava os grupos a pesquisarem no manual os nomes adequados para o ponto de encontro das bissectrizes, mediatrizes, bem como para as duas circunferências construídas" (ES).

Algumas 'leituras' e conclusões

Segundo a Margarida, o seu trabalho pode resumir-se assim: "Em todos estes casos, o facto de as propriedades no domínio da geometria surgirem como sendo descobertas pelos próprios alunos, e não ditadas externamente pela professora como algo consumado que os alunos apenas terão de acredi-

tar como certo e verdadeiro, contribui fortemente para que essas mesmas propriedades sejam mais facilmente interiorizadas pelos alunos, pois tornam-se especialmente significativas, dada a experiência vivida. Lembro-me, em particular, como os alunos daquela turma de 9º ano, com manifestas dificuldades a Matemática, se apropriaram tão bem da relação entre a amplitude do ângulo inscrito e a amplitude do ângulo ao centro, e também do arco correspondente, ao trabalharem com o *Sketchpad*. E todavia, este é um assunto que geralmente os alunos tendem a confundir" (MR).

Já a Isabel referiu que "o processo desenvolvido pelos alunos constou de uma primeira fase de identificação das regularidades mais evidentes. Numa fase posterior, identificaram regularidades que sobressaíram com a manipulação. Verificase no entanto que a passagem para esta segunda fase teve de ser, por vezes, incentivada.

Os alunos utilizaram a potencialidade do *software*, de manipular figuras para descobrirem propriedades que não eram à partida evidentes através da visualização, para verificarem a veracidade de relações evidenciadas pelo *feedback* do programa e para validarem descobertas, apesar de esta última não se verificar em todas as tarefas. De uma forma geral pode-se afirmar que os alunos utilizaram a manipulação, essencialmente, para testar ideias e descobrir propriedades e relações que se apresentavam de uma forma explícita ou implícita.

Os alunos desenvolveram o estudo das propriedades geométricas utilizando numa primeira fase a percepção natural (visualização), para identificar regularidades. Essas primeiras descobertas convergiram para a conclusão final através de um processo de relacionamento com os conhecimentos anteriormente aprendidos e com a manipulação das figuras. O desenvolvimento e consolidação de conhecimentos fizeram-se através de um processo reflexivo" (IG).

Para a Maria João, “os resultados, ao nível das competências adquiridas, foram além das expectativas. Estes alunos, em determinados momentos, conseguiram ir mais além do que os outros que frequentavam o currículo normal, estabelecendo conjecturas, procurando conexões, relacionando propriedades. Por outro lado, passaram a encarar a Matemática com outros olhos e surpreenderam-se muitas vezes com o facto de lhes dizer que sabiam muito sobre Geometria, que consideravam muito difícil.

Uma aluna, das mais *preguiçosas* e com mais dificuldades, dizia no final do período, quando lhes foi pedida uma reflexão sobre as tarefas propostas:

“Eu gostei muito destas aulas, aprendi muito a fazer estes exercícios com jogos no computador. Foi divertido e aprendemos ao mesmo tempo. Aprendi mais este ano do que nos outros que só fazíamos fichas e era aborrecido”

Este ano continuamos e estendemos esta metodologia a outros temas e a outras aplicações e esperamos obter o mesmo sucesso” (MJV).

A Elvira Santos, refere que “os alunos são muito receptivos à utilização do computador na aula de Matemática e conseguem utilizar qualquer *software* com bastante facilidade, por isso, o desafio não acaba na aula e é pedida a elaboração individual de um relatório sobre a actividade que desenvolveram. O relatório entregue através de correio electrónico foi posteriormente comentado pela professora e reenviado ao aluno com a indicação de refazer ou colocá-lo no seu portefólio. Quando da recepção dos relatórios alguns alunos registam o seu prazer por este tipo de trabalho, como se pode ver pelos registos de estes dois alunos:

“Gostei da maneira que aprendi porque trabalhar com o computador portátil dá mais vontade de aprender.”

“Com a realização destes exercícios que foram feitos no computador portátil usando o *software* (GSP) a aprendizagem da matéria é feita de uma maneira mais simples e interessante.” (ES)

Em síntese

Estes testemunhos sobre o uso das TIC no ensino da Geometria centram-se sobre os AGD, em particular, o *GSP*, o que corresponde à ideia de que se trata do tipo de *software* mais usado para a abordagem da Geometria, embora algumas vezes complementado com o uso de *applets* ou de programas como o *Poly Pro*³.

Os aspectos da aprendizagem da Geometria parecem caminhar a par dos aspectos de motivação, presentes principalmente em turmas com percursos escolares mais irregulares.

O *software* permite a realização de um grande número de experiências e as tarefas exploratórias e de cunho investigativo são privilegiadas, também devido ao carácter aberto e dinâmico da aplicação *GSP* e à propriedade do *arrasto*, procurando as invariâncias, ou seja, aquilo que permanece constante entre tudo o que varia.

Também é reconhecido que a actividade dos alunos não passa apenas pela manipulação individual dos objectos geométricos que o *software* permite para visualizar conceitos,

descobrir propriedades e relações, procurando regularidades, mas integra a discussão de ideias entre pares, a formulação de conjecturas e a procura de explicações ou a respectiva validação das conjecturas.

O trabalho de grupo é usado como forma de organização natural devido ao número de equipamentos disponível, mas também para facilitar a interacção entre os alunos.

Aqui, como em toda a actividade pedagógica, o papel do professor é essencial no tipo de propostas e desafios que faz para promover a aprendizagem, na passagem das fases mais intuitivas e de descoberta, para as da prova e para o registo de conclusões que permite sistematizar as descobertas “através de um processo de relacionamento com os conhecimentos anteriormente aprendidos e com a manipulação das figuras”, nas palavras da Isabel, um processo reflexivo essencial para a consolidação dos conhecimentos. O registo sistematizado, normalmente sob a forma de relatório, permite prolongar o desafio para além da sala de aula.

Finalmente, os resultados parecem também ser animadores, ao nível das competências adquiridas que nalguns casos superaram as expectativas, levando os alunos a estabelecer conjecturas e a procurar relações e conexões e a ver a matemática com outros olhos.

O carácter dinâmico dos AGD convida à exploração e à descoberta, implicando directamente o aluno numa aprendizagem pessoal que assim se torna significativa, assumindo este, muitas vezes, uma postura de questionamento que ultrapassa os aspectos mais directamente ligados com as tarefas.

No entanto, vários autores e também uma das professoras entrevistadas, levantam questões para reflexão sobre a oportunidade e as condições para a introdução desta tecnologia, com vista a promover a aprendizagem. Por falta de espaço, voltaremos numa próxima revista a abordar o uso dos AGD, mas agora incidindo sobre algumas limitações e constrangimentos que se identificam.

Que relação com as alterações curriculares que se avizinham?

Finalmente, fomos ver até que ponto a proposta de reajustamento do programa de Matemática do Ensino Básico contemplava ou sugeria o uso das TIC e, em particular, dos Ambientes de Geometria Dinâmica, aqui referidos.

Nas orientações metodológicas gerais, a proposta aponta para que, “ao longo de todos os ciclos, os alunos devem usar calculadoras e computadores — usualmente designados por Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) — na realização de cálculos, na representação de informação e na representação de objectos geométricos” (p. 10).

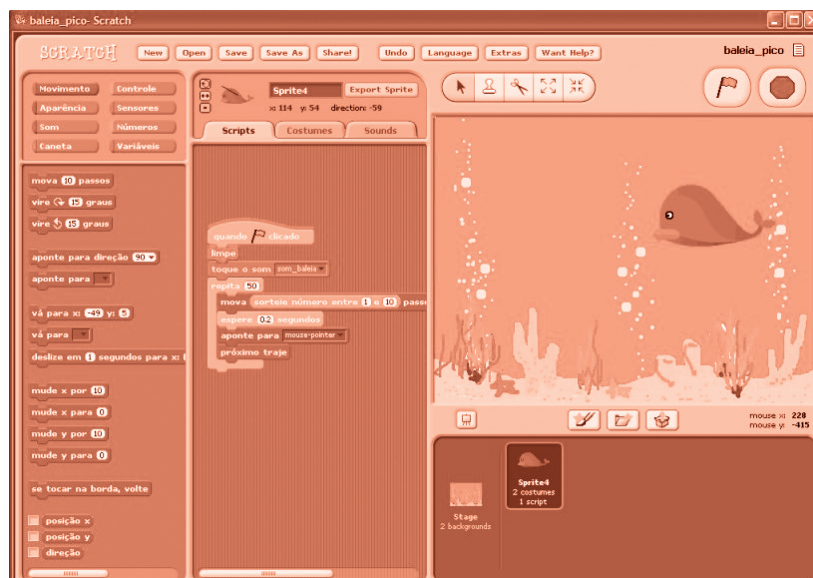
Já ao nível do 2º ciclo, nas indicações metodológicas relativas ao tema Geometria e Medida, refere-se que “é fundamental o recurso aos instrumentos de medida e de desenho (...) bem como a utilização de materiais manipuláveis (...) e de programas computacionais de Geometria Dinâmica e *applets*. A utilização destes instrumentos, materiais e programas computacionais, favorece a compreensão dos conceitos e relações geométricas, é um apoio importante na exploração, análise e resolução de situações de natureza geométrica e permite desenhos e construções com um rigor adequado” (p. 39).

Também nas indicações metodológicas para o tema Geometria, no 3º ciclo, sugere-se que “os alunos devem recorrer a *software* de Geometria Dinâmica, sobretudo na realização de tarefas exploratórias e de investigação (...) Tanto os recursos computacionais como os modelos geométricos concretos permitem desenvolver a intuição geométrica, a capacidade de visualização e uma relação mais afectiva com a Matemática” (p. 54), o que vem na linha de alguns testemunhos acima relatados. Os usos dos AGD que acima se descrevem através das palavras

das professoras, constituem uma ilustração concreta daquilo que as novas propostas curriculares já vêm reconhecendo, ainda que de forma muito ténue.

Talvez valha a pena aprofundar o debate sobre o uso da tecnologia no que respeita à valorização e melhoria das aprendizagens dos alunos, identificando alguns constrangimentos e limitações à sua real integração na sala de aula de matemática e à sua expressão, ainda pouco explícita, nos documentos de orientação curricular:

Está aí um novo Logo multimédia?!



O Logo da década de 80 caiu em desuso. Porquê? Porque acompanhou o movimento de *desencanto* que atravessou as linguagens de programação? Porque o esforço que se exigia em termos de conhecimento da linguagem, não revertia necessariamente em aprendizagens ao nível de conceitos da matemática? Porque as potencialidades técnicas eram limitadas e a sua apresentação visual *perdeu* face aos produtos multimédia emergentes?

O que é certo é que a linguagem Logo vestiu novas roupas e surgiu com novas interfaces, de que o *MicroWorlds* (versão 2.03, LCS, 1997) foi um exemplo e mais recentemente, o Scratch (um écran do programa, ver figura). Desenvolvido pelo grupo de investigação Lifelong Kindergarten do *Media Lab do Massachusetts Institute of Technology* (MIT), pode ser descarregado livremente no *website* do Scratch, em <http://scratch.mit.edu>.

Basicamente, o Scratch é constituído por uma área de comandos e duas áreas de trabalho: a área de construção de procedimentos e a área de gráficos. Os projectos construídos com o Scratch, podem ser histórias interactivas, animações, jogos, música, etc. Estão presentes, agora numa linguagem orientada a objectos, os *velhos* comandos do Logo, que permitem: a deslocação e orientação de objectos, mudar a aparência das formas, usar estruturas de controle, trabalhar com números e variáveis e a utilização de sensores. Depois pode publicar o seu projecto directamente na Web e partilhá-lo com o mundo.

Sabemos já de professores e alunos que estão a utilizar o Scratch. No próximo número da Revista contaremos novidades sobre os contextos em que está a ser usado e as mais valias que esses utilizadores vêem nesta recente aplicação. Se, por acaso, está a usar o Scratch, envie-nos, por *mail*, as suas ideias.

Notas

- 1 Para mais informações sobre o GSP, visite o site da Keypress (<http://www.keypress.com>)
- 2 Ver em <http://illuminations.nctm.org/>
- 3 Ver em <http://www.peda.com/polypro/>

José Duarte