

SOFTWARE NO ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA: ALGUMAS IDEIAS PARA DISCUSSÃO

Hélia Oliveira

Centro de Investigação em Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

hmoliveira@fc.ul.pt

António Domingos

Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa

amdd@fct.unl.pt

Resumo: O presente texto decorre do trabalho do Grupo de Discussão dedicado ao tema “Software no ensino e aprendizagem da Matemática”. Orientações curriculares nacionais e internacionais apontam no sentido de uma valorização da integração de *software* na matemática escolar, no entanto, a investigação tem evidenciado que essa integração é sido lenta e pouco conclusiva relativamente ao impacto real que tem sobre as aprendizagens. Face à diversidade de *softwares* hoje disponíveis surge a necessidade de conhecer as suas potencialidades e limitações, avaliando, em cada situação, da sua adequação aos objectivos de aprendizagem estabelecidos. Deste modo, a dinamização deste grupo pretendeu promover uma reflexão em torno do lugar do *software* no ensino e na aprendizagem da matemática, encarado como recurso e como ambiente de aprendizagem, e do papel do professor e dos desafios decorrentes da sua utilização em sala de aula. A discussão destes aspectos emergiu da apresentação de várias comunicações que se agruparam em duas grandes temáticas: i) ferramentas computacionais e *software*, incluindo-se aqui os ambientes de geometria dinâmica, a folha de cálculo e os quadros interactivos; ii) a gestão curricular e a prática profissional com as TIC. A partir desta discussão identificamos um conjunto de dicotomias associadas ao uso das TIC e, em particular, de *software* na matemática que, do nosso ponto de vista, condicionam a sua adequada integração no processo de ensino e aprendizagem.

Introdução

As TIC têm sido apontadas, nas últimas décadas, como um ingrediente central no processo de mudança do ensino da matemática – assumidas quer como uma certa inevitabilidade decorrente da informatização da sociedade, quer como parte integrante de novas perspectivas sobre a natureza da matemática escolar e da aprendizagem na disciplina.

Os documentos curriculares dos vários níveis de escolaridade, no nosso país, têm vindo desde a década de 90 a incluir explicitamente as TIC nas suas orientações para o ensino, no entanto, especialmente no que diz respeito à utilização sustentada e continuada de *software*, o impacto nas práticas profissionais não tem sido muito significativo. Nos últimos anos têm-se multiplicado as iniciativas para fomentar a utilização das TIC pelos professores, nomeadamente, as plataformas *www*, mas não

encontramos iniciativas com grande repercussão na criação de ambientes de aprendizagem apoiados na utilização de *software*.

Internacionalmente, a situação das TIC no ensino da matemática também merece reflexão. Kynigos, Bardini, Barzel & Maschietto (2007) reconhecem que, embora tendo existido um esforço por parte de muitos países europeus no financiamento de iniciativas que visam a promoção do uso das TIC, não ocorreu a tão esperada expansão. Autores conceituados que se têm dedicado à investigação nesta área apontam também algumas fragilidades nos resultados que vêm a ser apresentados (Kieran & Drijvers, 2006). Como referem, a investigação tem tido:

dificuldade em fornecer evidência de melhorias na aprendizagem através dos meios tecnológicos, assim como em compreender a influência da tecnologia na aprendizagem. Em suma, o optimismo original no que diz respeito aos benefícios da tecnologia (...) ficou bastante mais diluído. (p. 206)

Perante este panorama parece legítimo interrogarmo-nos: Qual o lugar das TIC no processo de ensino e aprendizagem de matemática? A verdade é que não é possível retroceder: as TIC estão por todo o lado, fazendo parte do nosso quotidiano. Se, por um lado, essa é uma realidade incontornável, por outro, muitos dos estudos realizados permitem-nos perceber a necessidade de continuar a investir nesta área, cogitando outros percursos. A utilização de *software* na matemática escolar constitui também uma recomendação curricular importante, nacional e internacionalmente, sendo encarada como uma contribuição significativa no sentido de promover a compreensão dos conceitos, a exploração de diversas representações e de as relacionar, a investigação de propriedades e de relações matemáticas, os processos de natureza indutiva e experimental, a generalização e os processos argumentativos e a modelação, entre outros. Para concretizar estas orientações o professor tem hoje disponível uma enorme variedade de *softwares*, em relação aos quais há que conhecer as suas potencialidades e limitações, avaliando, em cada situação, da sua adequação aos objectivos de aprendizagem estabelecidos.

A diversidade de *softwares* e a sua avaliação

A diversidade de *softwares* existente é um dos aspectos a ter em conta quando se pretende inferir o seu papel no ensino e aprendizagem da matemática. Numa classificação breve poderemos encontrar várias categorias de programas que estão disponíveis e acessíveis aos professores e alunos. Os tutoriais são sistemas onde o computador desempenha praticamente o papel do professor tendo as suas raízes nos pressupostos do ensino programado. Surgem aqui diversos tipos de *software* envolvendo essencialmente as modalidades de exercício e prática, jogos e simulações. No caso da modalidade de exercício e prática aparecem versões electrónicas de exercícios que o aluno deve resolver apelando essencialmente à memorização e repetição de procedimentos. Os jogos são uma outra modalidade de *software* onde o aluno tem alguma liberdade de interacção e descoberta das relações que se estabelecem num dado contexto, constituindo-se numa forma divertida de aprender conceitos que

podem por vezes apresentar configurações complexas, difíceis de simular na prática. As simulações e a modelação referem-se essencialmente à possibilidade de reproduzir no computador modelos de fenómenos do mundo real que não poderiam ser trabalhados pelos alunos com papel e lápis com igual qualidade e realismo. A simulação e a modelação constituem ambientes onde o aluno pode desenvolver hipóteses e testá-las, analisando resultados obtidos.

Uma outra categoria de *software*, que apresenta um leque bastante amplo de utilizações, reporta-se ao uso do computador como ferramenta. Processadores de texto, bases de dados, programas de cálculo e de geometria dinâmica, são alguns dos exemplos deste tipo de ferramentas. Aqui é necessário que o professor conheça bem as suas potencialidades para poder tirar partido da sua utilização no processo de ensino e aprendizagem.

No que se refere às questões relacionadas com a aprendizagem, podemos de uma forma simplista considerar que os *softwares* educativos se podem situar entre um paradigma behaviorista e um paradigma construtivista. Tendo em conta a categorização apresentada acima, podemos considerar que os tutoriais apresentam essencialmente características mais próximas do behaviorismo, enquanto que os programas que utilizam o computador como uma ferramenta se situam mais próximos de um paradigma construtivista. Esta classificação não deve ser encarada numa perspectiva fechada, mas antes como um contínuo onde um *software* pode apresentar características mais próximas de um pólo ou do outro. Neste contínuo podemos considerar que há outros paradigmas como o cognitivismo e o construtivismo social, dado que não podemos separar o *software* de quem o utiliza, o professor e o aluno, e do contexto social em que o faz. Esta abordagem remete-nos para os construtos de génese instrumental e técnica, centrados nas actividades que envolvem o binómio aluno-ferramenta. Estes referem-se às relações entre o aluno e a ferramenta, estando em jogo a identificação do ponto a partir do qual este escolhe recorrer à tecnologia para levar a cabo a actividade matemática e a determinação da extensão com que a tecnologia pode funcionar como uma ajuda efectiva que acompanhe os seus objectivos matemáticos. O facto de alguns ambientes de aprendizagem, proporcionados pelo *software*, envolverem conhecimentos de nível avançado em domínios complexos e pouco estruturados, leva-nos a considerar a teoria da flexibilidade cognitiva como uma abordagem a ter em conta quando pretendemos que os alunos adquiram esses conhecimentos e os transfiram para novas situações. Trata-se de uma teoria que tem em conta a capacidade que o sujeito tem de, perante uma situação nova (ou problema), reestruturar o conhecimento para resolver a situação (ou o problema) em causa. A flexibilidade cognitiva resulta, não só, do modo como o conhecimento é representado, mas também da análise de muitos casos, desenvolvendo, deste modo, a capacidade de constituir esquemas que permitam a sua interpretação.

A avaliação do *software* é também uma das questões a considerar quando pretendemos inferir da qualidade das ferramentas a utilizar no processo de ensino e aprendizagem. Tendo em conta os resultados da investigação há algumas recomendações que deverão ser observadas quando se trata da avaliação de *software* educativo. Uma dessas dimensões tem a ver como carácter multidimensional dessa avaliação, articulando, sobretudo, as dimensões psicológica, didáctica e tecnológica. Estas dimensões podem incidir em três planos de análise que englobam o produto propriamente dito, a sua utilização em contextos concretos e os resultados da aprendizagem mediatizada por estes contextos. A avaliação poderá também visar a orientação dos professores no conhecimento e possibilidades do uso do *software* para que estes possam fazer a sua efectiva integração no currículo.

A discussão no grupo

Este grupo de discussão teve como objectivo promover uma reflexão sobre o papel e o lugar do *software* no ensino e na aprendizagem da matemática, através das várias comunicações apresentadas e do debate subsequente nas várias sessões. Os aspectos que consideramos centrais para esta discussão foram os seguintes:

- Reflectir sobre o lugar do *software* no ensino e na aprendizagem da matemática, como recurso e ambiente de aprendizagem;
- Questionar a natureza de algumas ferramentas computacionais mais utilizadas e de algumas que começam agora a emergir com algum destaque;
- Identificar os diferentes tipos de *software* utilizados na sala de aula e discutir os ambientes de aprendizagem criados por estes;
- Reflectir sobre a complexidade dos conceitos matemáticos envolvidos na utilização de determinados tipos de *software* didáctico;
- Questionar as condições para o desenvolvimento de experiências de utilização de *software* mais prolongadas no tempo, de modo a podermos inferir sobre a influência destes ambientes no ensino e aprendizagem;
- Conhecer o nível de participação dos professores no desenvolvimento e avaliação do *software* que utilizam;
- Discutir o papel do professor e os desafios decorrentes da utilização de *software* na aula de Matemática.

As comunicações propostas para este grupo de discussão incidiram fundamentalmente em dois grandes pólos: i) Software e ferramentas computacionais: os ambientes de geometria dinâmica, a folha de cálculo e os quadros interactivos, ii) a gestão curricular e a prática profissional.

i) *Software* e ferramentas computacionais

- Ambientes de geometria e matemática dinâmica e folha de cálculo

As comunicações neste grupo tiveram uma incidência particular sobre os ambientes de geometria dinâmica, um tipo de *software* que ganhou importância nas práticas profissionais dos professores. Aparentemente, estes são de fácil integração nas práticas dos professores e articulam-se com relativa facilidade com as orientações programáticas dos vários níveis de escolaridade, como se encontra bem expresso nas comunicações. Os estudos apresentados evidenciam modos de utilização muito diversificados, destacando-se, contudo, como elemento comum, a possibilidade de favorecer a integração de várias representações e o estabelecimento de conexões matemáticas.

Aos *softwares* de geometria dinâmica já conhecidos veio mais recentemente juntar-se o *Geogebra*, que possibilita o trabalho simultâneo no ambiente geométrico e algébrico e é de utilização livre. Devido ao facto de começar agora a ser usado na sala de aula, torna-se necessário desenvolver investigação em torno da sua utilização, por um lado, para identificar as suas vantagens para a aprendizagem em relação a outros

softwares e, por outro, para compreender se haverá dimensões da actividade com os ambientes de geometria dinâmica que poderão sair diminuídas neste caso.

A folha de cálculo está presente no mundo da educação há cerca de 30 anos, constituindo um dos primeiros recursos tecnológicos a ser utilizado com os alunos na disciplina de Matemática. No nosso país, a investigação sobre a integração deste recurso no ensino da matemática começou ainda na década de oitenta e, desde então, embora tendo menor expressão que a investigação em torno dos ambientes de geometria dinâmica, tem suscitado o interesse por parte de diversos investigadores. No caso das comunicações apresentadas, verificou-se o uso privilegiado da folha de cálculo nos níveis de escolaridade mais elementares, no apoio aos alunos na transição da aritmética para a álgebra e como uma ferramenta importante na resolução de problemas.

A partir das comunicações apresentadas levantam-se um conjunto de questões a explorar, sobre as quais importa reflectir:

- Qual a função principal do *software* no processo de ensino de aprendizagem?
- Quais as características do *software* que mais se destacam?
- Como se caracteriza a actividade do aluno com o *software* quando comparada com a actividade realizada com papel e lápis?
- Como é que os alunos lidam com a complexidade do conhecimento envolvido na utilização proporcionada pelo *software*?
- O surgimento de *software* de utilização livre, como o *Geogebra*, poderá facilitar a sua integração no ensino?

- Quadros interactivos

As comunicações apresentadas e o debate em torno deste tema permitem perceber do interesse crescente neste tipo de tecnologia que está a chegar a muitas escolas. Sendo um recurso novo no nosso país, não encontramos ainda investigação significativa sobre o modo como está a ser utilizado na sala de aula. No entanto, partindo de experiências pontuais, começa-se a perceber que o facto de este permitir uma grande diversidade de modos de utilização, pode constituir uma dificuldade para o professor, que não saberá como poderá integrá-lo de modo a constituir um elemento favorável à aprendizagem. Adicionalmente, a investigação a nível internacional, discutida neste grupo, não apresenta evidências inequívocas das suas potencialidades específicas para a aprendizagem na matemática.

Este recurso tecnológico é designado na língua inglesa por *Whiteboard* e na nossa língua por Quadro Interactivo. Que interactividade está em causa na utilização deste recurso? Esta é uma questão de investigação que nos parece interessante explorar futuramente, na medida em que a interactividade aparece muitas vezes como uma das principais potencialidades deste recurso, sendo, com frequência, associada à motivação dos alunos. A entrada do Quadro Interactivo na sala de aula parece necessariamente ter implicações nas rotinas do professor, contudo, não é ainda possível perceber até que ponto este altera também a actividade do aluno, de um modo significativo.

Muitas questões levantam-se, ainda, no que diz respeito à utilização do Quadro Interactivo na aula de Matemática. Destacamos algumas destas:

- Quais as vantagens que apresentam relativamente à utilização do computador na sala de aula?

- Até que ponto os quadros interactivos podem vir a mudar substancialmente o modo como se aprende matemática na sala de aula?
- Que desafios se levantam ao professor na sua utilização?
- Como poderemos caracterizar este tipo de aulas? Qual a sua dinâmica?
- Qual o papel do aluno durante a utilização do quadro pelo professor ou pelos seus pares?

ii) **Gestão curricular e prática profissional**

A investigação tem mostrado que a introdução de determinada ferramenta computacional no processo de ensino e aprendizagem não conduz necessariamente à transformação das práticas lectivas, dependendo esta, em primeira instância, de uma mudança de todo o ambiente de aprendizagem (Chiappini & Reggiani, 2003). A chegada de recursos tecnológicos de utilização mais complexa à escola, como é o caso dos Quadros Interactivos, levanta-nos questionarmos: até que ponto estes poderão ser integrados com sucesso nas práticas quando existem notórias dificuldades na integração, por exemplo, do uso do computador com *software* educativo relativamente simples?

Os momentos de debate que ocorreram no grupo, por diversas vezes, trouxeram para discussão a questão recorrente de pensar como se produz a indução do professor na integração de *software* didáctico na prática de sala, em particular, de uma forma que favoreça o uso sistemático e continuado no tempo. A existência de formação inicial substancial nesta temática e de formação contínua em contextos favoráveis à experimentação pelo professor, apoiada pelos seus pares, são aspectos destacados das comunicações apresentadas. O papel das instituições, na criação e manutenção das condições adequadas para o uso dos computadores pelos alunos, foi também considerado um elemento-chave neste processo.

A partir daqui levantam-se algumas questões quanto à gestão curricular e prática do professor no contexto da utilização de *software*:

- Que contextos podem favorecer a integração curricular das TIC na matemática?
- Quais os principais desafios da integração curricular das TIC para o professor de matemática?
- Qual o nível de conhecimentos que o professor deve ter dos *softwares* que utiliza?
- Face à diversidade de recursos tecnológicos, qual a formação em TIC de que necessita o professor de matemática?

***Software* no ensino e aprendizagem da Matemática: Alguns mitos e dicotomias**

A introdução de *software* na disciplina de Matemática aparece, por vezes, associada a um conjunto de mitos e de dicotomias que importa identificar de modo a reflectirmos sobre o papel que os recursos tecnológicos podem ter junto dos alunos, apoiando-os na aprendizagem. Estes estiveram presentes, em diversos momentos, no debate no grupo.

- Novas Tecnologias *versus* Velhas Tecnologias: expressa uma certa concepção de que as TIC são Novas Tecnologias que vêm substituir os recursos anteriormente utilizados, tornando-os obsoletos (na realidade, em muitos casos, haverá grande vantagem na sua coexistência);
- Descentração da matemática com as TIC *versus* Centração na matemática sem as TIC: nesta perspectiva a tecnologia sobrepõe-se à matemática, fazendo com que o foco da atenção do aluno se centre na tecnologia em vez de na matemática;
- Quantidade de conhecimentos que se aprendem com as TIC *versus* Natureza das aprendizagens com as TIC: o reconhecimento da rapidez com que se efectuam determinados procedimentos com o auxílio de *software* aparece, por vezes, associado à ideia de que é possível aprender muito mais, em termos quantitativos, desconsiderando-se a natureza das aprendizagens realizadas com ou sem as TIC;
- TIC como diversão *versus* Matemática como trabalho: atribui ao uso das TIC um carácter lúdico em oposição ao trabalho em matemática, sem estes recursos, como uma obrigação;
- Uso das TIC em espaços exteriores à aula de Matemática *versus* Trabalho na Matemática na aula de Matemática: a utilização das TIC tende a decorrer fora do espaço físico da aula de Matemática e em áreas curriculares não disciplinares, carecendo de maior articulação com a actividade normal da disciplina.

Tais mitos e dicotomias estão, em alguns casos, associados a uma certa pressão social e política no sentido da infusão das TIC na escola, conduzindo a uma visão da tecnologia como um fim em si mesma ao invés de um meio para aprender matemática. A introdução das TIC no processo de ensino e aprendizagem precisa ser acompanhada por investigação sustentada que nos permita perceber como professores e alunos se apropriam desses recursos. Sabe-se que o processo de génese instrumental, que permite a gradual transição da utilização de um artefacto tecnológico (objecto material) para o uso enquanto um instrumento que é integrado na actividade, é complexo e lento e difere de aluno para aluno (Guin & Trouche, 1999). No caso dos alunos portugueses, ainda sabemos muito pouco acerca do modo como ocorre esse processo relativamente ao uso computador no trabalho com os diversos *softwares*. A investigação sobre a utilização de *software* no processo de ensino e aprendizagem tem, pois, um longo caminho a percorrer, constituindo uma agenda importante para a comunidade de educadores matemáticos.

Referências

- Chiappini, G., & Reggiani, M. (2003). Toward a didactic approach based on mathematics laboratory activities. In *Proceedings of CERME III*, Belaria, Italy.
- Carvalho, A. A. A. (2000). A representação do conhecimento segundo a teoria da flexibilidade cognitiva. *Revista Portuguesa de Educação*, 13(1), 169-184.
- Costa, F. A. (2005). Avaliação de *software* educativo. Ensinem-me a pescar! In Ministério da Educação (Ed.), *Utilização e Avaliação de Software Educativo* (Vol. 1, pp. 45-51). Lisboa.

- Guin, D., & Trouche, L. (1999). The complex process of converting tools into mathematical instruments: The case of calculators. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 3, 195-227.
- Kieran, C., & Drijvers, P. (2006). The co-emergence of machines techniques, paper-and-pencil techniques, and theoretical reflection: A study of CAS use in secondary school algebra. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 11, 205–263.
- Kynigos, C., Bardini, C., Barzel, B., & Maschietto, M. (2007). Tools and technologies in mathematical didactics. In *Proceedings of CERME V* (pp. 1332-1338). Larnaca, Cyprus.