

Editorial: Metodologias de Investigação em Educação Matemática

Editorial: Research methods in Mathematics Education

José Manuel Matos
Lurdes Serrazina

Os problemas relacionados com o ensino e aprendizagem da matemática requerem simultaneamente uma atenção à prática, mas também uma reflexão sobre essa prática. A Educação Matemática é pois simultaneamente um campo de estudo e de prática e é fundamental encontrar formas de articular estas duas vertentes.

A preocupação com a prática — métodos de ensino, materiais, programas, tópicos curriculares — esteve presente pelo menos desde a fundação da *Commission Internationale de l'Enseignement Mathématique* (CIEM ou ICMI) em 1908 e mantém-se até aos dias de hoje. Será apenas a partir da segunda metade dos anos 1960 que a comunidade de educadores matemáticos começou a prestar mais atenção à dimensão de reflexão (Furinghetti, Matos & Menghini, 2013). Embora seja desta época o alargamento do âmbito das intervenções curriculares, por exemplo no pré-escolar e na educação profissional e de adultos, a necessidade de fundamentações mais fortes surge porque o foco passou de questões de programas para o estudo mais amplo de várias dimensões da educação matemática. Deixou de bastar construir argumentos alicerçados apenas em teorias apelativas, relatar casos favoráveis de alunos nos quais as intervenções curriculares surtiam efeito ou omitir muitas das dimensões psicológicas e sociais que teimavam em perturbar a aplicação de métodos de ensino que se tinham como exemplares.

A reflexão sobre o papel e os métodos de ensino da matemática vai conduzir a uma gradual insatisfação com a mera experimentação de alterações curriculares que vai coincidir com uma alteração de fundo na relação entre matemáticos e educadores matemáticos que vinha germinando desde os anos 1950 (Furinghetti, Matos & Menghini, 2013). Este afastamento tornou-se público quando Hans Freudenthal, então Presidente da ICMI, *International Commission in Mathematics Instruction*, decide em 1968 lançar a revista *Educational Studies in Mathematics*, focada na publicação de artigos de investigação — e que espoletou a criação de outros jornais similares — e organiza em 1969 o primeiro *International Congress on Mathematics Education* (ICME), iniciativas tomadas sem dar conhecimento à *International Mathematical Union* de quem a ICMI dependia.

Sabemos hoje que os matemáticos e os educadores matemáticos olham para a matemática de forma diferente (Kilpatrick, 2008). Enquanto que para os primeiros ela é uma ciência da quantidade, do espaço, da estrutura e da mudança, para os segundos a matemática é sobretudo um campo de prática. Esta distinção levou tempo a sedimentar e só a partir dos anos 1960, no contexto das grandes reformas curriculares da Matemática Moderna, se tornou claro que os problemas de ensino e aprendizagem da matemática envolvem muitas dimensões para além das estritamente matemáticas — na época pensava-se sobretudo nas dimensões psicológicas e de política educativa.

Tornou-se também claro, especialmente a partir de meados dos anos 1960, a importância de adotar métodos de investigação que sustentassem as propostas curriculares em curso. O desconforto com a ausência desta reflexão é sintetizada por Edward Begle, então na Universidade de Stanford, precisamente durante o primeiro ICME. Referindo-se às discussões sobre os trabalhos apresentados, declara que:

A dimensão factual foi gravemente negligenciada em todas as nossas discussões e (...) a maioria das respostas que foram fornecidas tiveram geralmente pouca justificação empírica. Duvido se não será o caso de que muitas das respostas dadas às nossas perguntas sobre educação matemática estão completamente erradas. Em vez disso acredito que estas respostas eram geralmente demasiado simplistas e que os comportamentos matemáticos e realizações de estudantes reais são muito mais complexos do que as respostas nos querem fazer crer. (Begle, 1969, p. 233)

Esta mudança do final dos anos 1960 decorre também de uma crescente necessidade de os especialistas em educação matemática serem reconhecidos e respeitados na academia (Furinghetti, Matos & Menghini, 2013). Nesse sentido, o primeiro ICME propôs que devia ser dado um lugar adequado à nova ciência da educação matemática nos departamentos de matemática das universidades ou dos institutos de pesquisa e as Resoluções do Congresso assumem que a educação matemática estava a tornar-se numa ciência de direito próprio, com seus próprios problemas relacionados com conteúdo matemático e pedagógico.

Seguindo estas tendências, diversas organizações de pesquisa que combinam a prática em escolas com a investigação teórica são fundadas em países europeus. Na Alemanha Ocidental, em 1968 o *Zentrum für Didaktik der Mathematik* (Centro para a Didática da Matemática) em Karlsruhe por Hans Georg Steiner e Heinz Kunle, o *Institut für Didaktik der Mathematik* (Instituto para a Didática da Matemática) em Bielefeld por Steiner, Michael Otte e Heinrich Bauersfeld. Em França são fundados a partir de 1969 os primeiros IREMs, *Instituts de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques* (em Lyon, Paris, Estrasburgo). No início dos anos 1970 é criado em Southampton o *Collaborative Group for Research in Mathematics Education* com Geoffrey Howson e Bryan Thwaites. Em 1971 Hans Freudenthal fundou o IOWO, *Institut Ontwikkeling Wiskunde Onderwijs* (Instituto para o Desenvolvimento do Ensino da Matemática) (Furinghetti, Matos & Menghini, 2013).

No cerne do campo de Educação Matemática está pois a sua vertente de investigação. Jeremy Kilpatrick (1992) define-a como um questionamento disciplinado (*disciplined inquiry*). É um questionamento (ou um exame) porque responde a questões específicas, não é especulação vazia nem discussões centradas em si próprias. É disciplinado porque é guiado por conceitos e métodos de diversas disciplinas, e é divulgado de modo a ser examinado e verificado. Não precisa de ser baseado em hipóteses testadas empiricamente, mas deve ser académico, público e aberto à crítica e a possíveis refutações.

Em sentido semelhante, Alan Bishop aponta três componentes para que um estudo se qualifique como de investigação em Educação Matemática (1992):

- Inquirição (*enquiry*), que se refere à razão para a atividade de investigação. Representa a busca sistemática de conhecimento, a procura da compreensão, e dá o dinamismo à atividade. Uma investigação deve ser uma inquirição intencional.
- Evidência (*evidence*), que é necessária para manter a investigação relacionada com a realidade da situação de educação matemática em estudo, seja ela aulas, programas, livros de texto, ou documentos históricos. A evidência seleciona a realidade sobre a qual a teorização se foca.
- Teoria (*theory*), que reconhece a existência de valores, suposições e relações generalizadas. É a forma pela qual representamos o conhecimento e a compreensão que provem de qualquer estudo de investigação em particular. A teoria é o produto essencial da atividade de investigação e a teorização é, portanto, o seu objectivo essencial. (Bishop, 1992, p. 711, itálico no original)

Seria no entanto errado supor que existe uma uniformidade no conceito de investigação em uso pelos pesquisadores em educação matemática. Ao contrário de outros campos, tais como as ciências naturais e físicas, a educação matemática apoia-se em métodos de outros domínios de estudo como a psicologia, sociologia, a antropologia, estudos históricos culturais, o que lança a educação matemática em direções multidisciplinares e desconhecidas quer do ponto de vista teórico, com os seus paradigmas por vezes em conflito, quer do ponto de vista da articulação de distintas metodologias de investigação, com pressupostos por vezes em oposição.

Embora isso tenha contribuído para a complexidade inerente a um campo que lida com a cognição e sujeitos socialmente situados dentro dos maiores contextos de instituições e cultura, também deu motivo para celebrar a natureza multidisciplinar da educação matemática. (Sriraman & Nardi, 2013, p. 304)

Na tentativa de caracterizar essa diversidade, Bishop desenvolveu o conceito de *tradições de investigação*. Diferentemente dos paradigmas de investigação, as tradições

são o resultado da “criação [*upbringing* no original], educação, base cultural e formação em investigação” (Bishop, 1992, p. 712). Ao estudar as atas do primeiro ICME, ele fez emergir três diferentes tradições. Uma é tradição do pedagogo, que valoriza o papel dos professores que refletem sobre sua prática, sendo a experiência e a observação os componentes-chave da pesquisa. A tradição empírica-cientista estava refletida na posição de Begle, e acredita que a chave para o conhecimento e o processo de investigação foca-se na atenção sobre os métodos de obtenção de elementos de prova e analisa-os, muitas vezes quantitativamente. Em terceiro lugar, encontrou a tradição escolástica-filosófica, que se baseia na análise, na teorização racional e na crítica. A realidade do ensino é aqui uma manifestação imperfeita destas propostas teóricas.

Em Portugal antes de meados dos anos 1980 encontramos muitas experiências pedagógicas e grupos de reflexão sobre métodos de ensino da matemática, em especial desde a época da experiência da Matemática Moderna (Matos, 2009). No entanto, as investigações, no sentido de questionamento disciplinado proposto por Kilpatrick (1992), são muito escassas (ver Ponte, Matos e Abrantes, 1998, para uma análise destes poucos trabalhos).

As condições para o desenvolvimento de reflexões académicas sobre o tema apenas são criadas no princípio dos anos 1970 quando a formação de professores de matemática (e não só) passou a estar centrada nas universidades, obrigando à constituição de um corpo de especialistas em ensino da matemática. No entanto, apenas a partir de meados dos anos 1980 ocorre a formação de uma comunidade de educadores matemáticos acompanhando um período de grande dinamismo em que se congregam diversos grupos de professores de matemática de diversos graus de ensino e de professores universitários e em que se funda a Associação de Professores de Matemática (Matos, 2008).

Os primeiros trabalhos de investigação começam pois a ser publicados a partir de 1985, num contexto de forte oposição à Matemática Moderna e à tradição de investigação francófona que, na mente dos atores da época, a ela estava associada (Matos, 2011). Não será pois de admirar que, incorporando a formação anglo-saxónica da maior parte dos seus membros, as primeiras pesquisas em educação matemática assumam já uma valorização do confronto empírico na formulação das suas conclusões.

Assim, temos vindo a assistir a um aumento significativo da complexidade do campo da educação matemática. A compreensão e melhoramento dos processos de ensino e de aprendizagem da matemática apenas podem ser abordados recorrendo a uma multiplicidade de disciplinas e de paradigmas que incorporem inúmeros fatores envolvendo pessoas, conteúdos, contextos, história, políticas e valores. Esta interligação entre áreas científicas obriga a que os educadores matemáticos sejam capazes de apreciar construtiva e criticamente contribuições com uma origem por vezes distante das suas referências habituais e, em particular, conheçam alternativas metodológicas que eventualmente habilitem ao esclarecimento de aspetos do seu objeto de pesquisa que tenham estado impermeáveis ao questionamento ou que iluminem zonas já bem trabalhadas, mas que agora adquirem novos significados e induzem portanto em novas consequências.

Este número da Quadrante dedicado às Metodologias de Investigação pretende ser mais um contributo para a discussão. É composto por seis artigos correspondentes a abordagens diferentes que vão desde o *design research* (ou investigação baseada em design como é proposto no artigo de Ponte et al.), um artigo de investigação histórica da autoria de Teresa Monteiro e um outro de Ilídio Gaspar que faz uma análise quantitativa de resultados de exames. Nos quatro artigos situados no âmbito do design research, Gravemeijer começa por discutir a tradição holandesa de inovação curricular, associado ao que hoje se designa por Instituto Freudhental (herdeiro do IOWO criado em 1971), discutindo aspetos da inovação curricular baseada em design, nomeadamente as teorias locais de ensino, o papel do professor e a ligação teoria-prática. Célia Mestre e Hélia Oliveira procuram focar o seu trabalho na discussão do papel que nesta modalidade é atribuído ao professor que é também investigador e nos dilemas que se colocam, tendo por base uma experiência de ensino cujo objetivo era o desenvolvimento do pensamento algébrico numa turma do 4.º ano e onde a primeira autora assumiu aquele duplo papel. Fátima Mendes, Joana Brocardo e Hélia Oliveira discutem os desafios e dilemas colocados no desenvolvimento de uma experiência de ensino centrada na aprendizagem da multiplicação no 3.º ano de escolaridade, desenvolvida em colaboração com a professora da turma. É realçada a necessidade de uma permanente articulação entre a investigação, a planificação e a concretização das aulas, com base na implementação de tarefas, bem como uma análise retrospectiva constante. Finalmente, João Pedro da Ponte, Renata Carvalho, Joana Mata-Pereira e Marisa Quaresma apresentam uma discussão à volta da investigação baseada em design, suas potencialidades e problemas, apresentando ainda uma análise de trabalhos desenvolvidos em Portugal que assumem esta abordagem de investigação.

Referências

- Begle, E. G. (1969). The role of research in the improvement of mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 2, 232–244.
- Bishop, A. J. (1992). International perspectives on research in mathematics education. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 710-723). Nova Iorque: Maxwell Macmillan.
- Furinghetti, F., Matos, J. M. & Menghini, M. (2013). From mathematics and education, to mathematics education. In A. B. M. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick & F. Leung (Eds.), *Third International Handbook of Mathematics Education* (pp. 273-302). Nova Iorque: Springer.
- Kilpatrick, J. (1992). A history of research in mathematics education. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 3-38). New York: Maxwell Macmillan.
- Kilpatrick, J. (2008). The development of mathematics education as an academic field. In M. Menghini, F. Furinghetti, L. Giacardi & F. Arzarello (Eds.), *The First Century of the International Commission on Mathematical Instruction (1908–2008): Reflecting and Shaping the World of Mathematics Education* (pp. 25-39). Rome: Istituto della Enciclopedia Italiana.
- Matos, J. M. (2008). A resolução de problemas e a identidade da educação matemática em Portugal. In *Investigación en Educación Matemática XII*, 141-158.

- Matos, J. M. (2009). Changing representations and practices in school mathematics: the case of Modern Math in Portugal. In K. Bjarnadóttir, F. Furinguetti & G. Schubring (Eds.), *"Dig where you stand" Proceedings of a Conference on On-going Research in the History of Mathematics Education*, Gardabær, Iceland, June 20-24 2009. Reykjavik: University of Iceland.
- Matos, J. M. (2011). Identity of mathematics educators. The Portuguese case (1981 - 1990). In M. Pytlak, T. Rowland & E. Swoboda (Eds.), *Proceedings of the Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1740-1749). Rzeszów, Polónia: University of Rzeszów.
- Ponte, J. P., Matos, J. M. & Abrantes, P. (1998). *Investigação em educação matemática. Implicações curriculares*. Lisboa: IIE.
- Sriraman, B. & Nardi, E. (2013). Theories in Mathematics Education: Some Developments and Ways Forward. In A. B. M. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick & F. Leung (Ed.), *Third International Handbook of Mathematics Education* (pp. 303-325). Nova Iorque: Springer.