
FORMAÇÃO DE PROFESSORES EM ENSINO DA GEOMETRIA

Margarida Rodrigues

ESELx - Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Lisboa
UIDEF, Instituto de Educação, Universidade de Lisboa

margaridar@eselx.ipl.pt

Neusa Branco

Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Santarém
UIDEF, Instituto de Educação, Universidade de Lisboa

neusa.branco@ese.ipsantarem.pt

A geometria ocupa um lugar de grande relevância na educação em geral, sendo, por isso, fundamental proporcionar uma formação de qualidade aos professores neste domínio. De acordo com Goldenberg, Cuoco e Mark (1998), essa relevância justifica-se pelo facto de a geometria ajudar os alunos a estabelecer conexões com a matemática e por permitir o desenvolvimento de raciocínios visuais bem como a procura de invariantes. Numa perspetiva convergente, Johnston-Wilder e Mason (2005) destacam como aspetos centrais do pensamento geométrico (i) a invariância, (ii) a linguagem e pontos de vista, (iii) o raciocínio, e (iv) a visualização e representação.

Pensar na formação de professores em ensino da geometria, tema que dá corpo ao presente grupo de discussão, implica atender a diferentes aspetos, igualmente importantes, tanto do foro do conhecimento matemático como do didático. Um desses aspetos prende-se com a necessidade de os futuros docentes desenvolverem um conhecimento compreensivo e aprofundado dos conceitos geométricos, e não meramente um conhecimento dos processos matemáticos em que se podem envolver os alunos com que irão trabalhar (Ball, 1990; 1991; Paparistodemou, Potari, & Pitta-Pantazi, 2014). O desenvolvimento desse conhecimento passa necessariamente pelo desenvolvimento do raciocínio geométrico, o qual se encontra associado a três tipos de estruturação, correspondendo a níveis hierárquicos, alcançados em diferentes níveis de escolaridade: (i) estruturação espacial (em que uma forma é percebida através da identificação dos seus componentes e das relações espaciais entre os componentes e a forma global); (ii) estruturação geométrica (em que a estruturação espacial é descrita com recurso aos conceitos formais da geometria); e (iii) estruturação lógico-formal (em que as estruturas geométricas são organizadas num sistema, e os conjuntos de propriedades são organizados logicamente) (Battista, 2008). Assim, embora a estruturação lógico-formal deva ser desenvolvida no âmbito da formação de professores, esta implica o desenvolvimento dos níveis anteriores. Alguns estudos, realizados em Portugal (Serrazina et al., 2014; Tempera, 2010), evidenciam um conhecimento deficitário em conceitos elementares da geometria, por parte de uma grande parte dos estudantes à entrada da Licenciatura em Educação Básica, bem como

fragilidades ao nível da justificação. Estes resultados reforçam a importância de trabalhar na formação inicial abordagens que contemplem o desenvolvimento integrado dos três níveis de estruturação propostos por Battista (2008).

A justificação, embora se encontre no cerne da demonstração enquanto argumento transparente usado para validar as afirmações matemáticas, e com a dupla função de convencer e de promover a compreensão (Hanna, 1996), pode ser realizada de modo informal através de processos intuitivos e de métodos visuais e experimentais (Prusak, Hershkowitz, & Schwarz, 2012). O *software* de geometria dinâmica é um recurso que suporta a argumentação em geometria, envolvendo os estudantes, futuros docentes, em estratégias baseadas na inquirição. Facilita a atividade de conjecturar (processo de gerar generalizações acerca de uma classe de fenómenos), já que a opção de arrastamento permite mudar a forma de uma figura, revelando os invariantes que definem os atributos da figura (Koedinger, 1998; NCTM, 2000; Prusak, Hershkowitz, & Schwarz, 2012). A argumentação, enquanto processo de encontrar fundamentação para uma generalização (Koedinger, 1998), pode ser desenvolvida associada ao trabalho com este tipo de *software*, na medida em que após a emergência das conjecturas, os estudantes deverão ser incentivados a procurar justificá-las e prová-las (Prusak, Hershkowitz, & Schwarz, 2012).

De um modo geral, a formação de professores tem um papel importante na promoção de um ensino de Matemática de qualidade (Ponte, 2014). Essa formação integra uma formação matemática adequada e conhecimentos e capacidades no domínio da didática específica. Além disso, Ponte (2014) destaca a importância das qualidades humanas e profissionais e do relacionamento com os alunos. O NCTM (2017) reforça a componente profissional do professor de Matemática, nomeadamente no que respeita à procura de formação contínua que contribua para “que o seu conhecimento matemático para ensinar, o seu conhecimento da pedagogia da matemática e o seu conhecimento dos alunos enquanto aprendizes de matemática, aumentem e se aperfeiçoem” (p. 101).

Assim, um conhecimento aprofundado da geometria permite aos professores apoiar os alunos no desenvolvimento das suas aprendizagens. Mas não é suficiente. Segundo Serrazina (2012), não basta pensar no que deve ser ensinado, sendo necessário pensar também como o ensinar. Deste modo, importa que o conhecimento da geometria seja combinado com a compreensão de como os alunos aprendem geometria, e com o conhecimento didático de quais os métodos e recursos que potenciam o desenvolvimento das ideias matemáticas dos alunos (Paparistodemou, Potari, & Pitta-Pantazi, 2014). De acordo com Schoenfeld e Kilpatrick (2008), desenvolver nos professores a proficiência para ensinar matemática envolve diversas dimensões, designadamente: (i) conhecer a matemática escolar em profundidade e abrangência; (ii) conhecer os alunos como pensantes; (iii) conhecer os alunos como aprendentes; (iv) criar e gerir os ambientes de aprendizagem; (v) desenvolver normas de sala de aula e apoiar o discurso como parte de um ensino com compreensão; (vi) construir relações que suportem a aprendizagem; e (vii) refletir acerca da sua própria prática.

O Grupo de Discussão *Formação de professores em ensino da geometria* é composto por um total de cinco comunicações, três orais e duas em poster. Dado o reduzido número de comunicações e a diversidade de temáticas apresentadas, não nos foi possível estabelecer uma organização por temas. Serão discutidas diversas problemáticas associadas a temas como o raciocínio matemático e a comunicação escrita de futuros docentes, a avaliação reguladora do ensino, a implementação de tarefas exploratórias dentro e fora da sala de aula, envolvendo, nalguns casos, o recurso a tecnologia. Embora estas problemáticas se caracterizem pela sua transversalidade a

todos os domínios da matemática, elas serão aqui discutidas tendo como referentes as especificidades do ensino da geometria, quer tendo como foco os futuros docentes em formação inicial quer os docentes em exercício.

O grupo de discussão reúne estudos envolvendo a formação inicial (três estudos) e a formação contínua de professores (dois estudos). Os trabalhos referentes à formação inicial concretizam-se no 1.º ciclo de estudos, no âmbito da Licenciatura em Educação Básica, e no 2.º ciclo de estudos correspondente ao mestrado que habilita para o ensino no 1.º ciclo do ensino básico e nas disciplinas de Matemática e Ciência Naturais do 2.º ciclo do ensino básico. Dos estudos na formação contínua de professores, um decorre em Portugal no 2.º ciclo do ensino básico e outro tem lugar no Brasil nos anos finais do ensino fundamental.

Um conjunto de comunicações deste grupo de discussão é dedicado à formação inicial de docentes dos primeiros anos. O estudo de Lina Brunheira e João Pedro da Ponte, *A justificação de generalizações em geometria na formação inicial de professores*, decorre no âmbito de uma experiência de formação realizada no 2.º ano da Licenciatura em Educação Básica. Tem como objetivo compreender a forma como as estudantes justificam generalizações sobre famílias de figuras geométricas, num contexto de ensino exploratório. Os resultados evidenciam que as formandas, inicialmente, apresentam argumentos inadequados, revelando dificuldades sobre o que significa justificar e sobre o processo de justificar generalizações. Na segunda tarefa, os argumentos passaram a apoiar-se mais na estruturação correta das figuras geométricas. Os autores apontam que as diferenças que se evidenciam entre as duas tarefas apresentadas podem estar associadas à especificidade das tarefas, mas podem também corresponder a uma conceção mais correta do que significa justificar. Verifica-se que o processo de interação na sala de aula e a natureza das tarefas propostas nessa experiência de formação potenciam a melhoria das justificações que apresentam. Assim, apesar dos resultados se restringirem a duas tarefas, no início de um percurso, estes parecem apontar para a relevância da ênfase na compreensão das relações, tal como apontam outros autores. Assim, destacam a importância do ambiente de interação e do desenho das tarefas para a produção e confronto de justificações e representações.

Uma outra comunicação foca-se também na formação inicial de professores e analisa as produções escritas dos estudantes de uma turma da Licenciatura em Educação Básica, no âmbito do trabalho desenvolvido na Unidade Curricular de Geometria. Esta comunicação, *A escrita matemática na resolução de um problema de geometria por alunos de Licenciatura em Educação Básica*, proposta por Helena Martinho e Helena Rocha, caracteriza a comunicação escrita na resolução de um problema de medida geométrica e discute de que forma essa comunicação escrita contribui para a compreensão do conhecimento dos estudantes por parte do professor. As autoras assumem a escrita matemática como sendo um meio poderoso de aprendizagem e de descoberta, na linha do defendido por Sabrio, Sabrio, e Tintera (1993). A análise das produções escritas dos estudantes, futuros docentes, permitiu discutir o papel das intuições nos raciocínios dos alunos e identificar dificuldades na fundamentação das respostas, a preferência pela representação verbal bem como a desvalorização pelas abordagens prévias não conducentes à solução do problema. Ainda neste momento, será dedicado um tempo alargado final para realizar uma discussão global e uma síntese decorrente da discussão realizada no grupo, em torno das comunicações apresentadas.

Ainda no contexto de formação inicial de professores, o estudo de Teresa Neto e Lúcia Pombo, intitulado *Espaços indoor e outdoor no ensino da geometria: uma experiência na prática pedagógica supervisionada com alunos do 1.º ciclo do ensino básico*, é

desenvolvido na unidade curricular de Prática de Ensino Supervisionada do curso de Mestrado em Ensino do 1.º ciclo do ensino básico e de Matemática e Ciências Naturais no 2.º ciclo do ensino básico. Este estudo tem como objetivo descrever um processo de formação inicial que envolve a realização de tarefas em sala de aula e em contexto *outdoor* no âmbito do Projeto EduPARK. Os resultados mostram que as professoras estagiárias identificam diferentes estratégias de resolução e reconhecem a importância atribuída aos contextos *outdoor*. Por seu lado, nos alunos, verifica-se que as atividades *outdoor* promovem motivação e interesse na sua concretização.

Duas comunicações deste grupo de discussão referem-se à formação de professores em exercício, desenvolvida em contextos colaborativos. Elvira Santos e Leonor Santos, em *Práticas avaliativas reguladoras, tecnologia e regulação do ensino*, apresentam e discutem um modelo de aprendizagem e regulação do ensino, através da análise detalhada das práticas profissionais de um docente do 2.º Ciclo do Ensino Básico, envolvendo uma tarefa de medida geométrica, com recurso ao *Geogebra*. Os resultados do estudo apresentado no artigo evidenciam a importância da planificação de uma estratégia de avaliação reguladora na regulação do ensino, ao permitir ao professor interpretar o impacto das estratégias durante e após as aulas e selecionar outras estratégias que apoiem o trabalho dos alunos. Os gestos profissionais do docente, definidos por Jorro (1998) como os caracterizados pela intencionalidade pedagógica e que surgem da reflexão em ação, são marcadamente dirigidos para regular normas, orientar o raciocínio matemático dos alunos e orientar a atividade de manipulação de conceitos. O estudo de Rivaldo Sousa e Flávia Santana, *A implementação de uma tarefa exploratória envolvendo relações métricas no triângulo retângulo*, tem como objetivo analisar aspetos relacionados com a concretização em aula de uma tarefa exploratória envolvendo relações métricas no triângulo retângulo por um professor de matemática do ensino fundamental, no Brasil. A tarefa foi elaborada em colaboração com outros professores que faziam parte do Grupo Observatório de Educação Matemática, cujo objetivo era desenvolver materiais curriculares educativos sobre tópicos de matemática para os anos finais do ensino fundamental. Os resultados apontam para a existência de mudanças na prática e que a reflexão sobre o trabalho desenvolvido em sala de aula contribuiu para o desenvolvimento profissional do professor que decorreu da integração no grupo.

Complementarmente às ideias apresentadas nas comunicações, propomos um conjunto de questões associadas à temática do grupo, a formação de professores em ensino da geometria, tais como: (Q1) Como articular, na formação inicial de professores, o desenvolvimento do conhecimento matemático, em geometria, com o conhecimento didático? (Q2) Como integrar, na formação inicial de professores, os três níveis de estruturação do raciocínio geométrico? (Q3) Como desenvolver, na formação de professores, processos mais sofisticados de justificação em geometria? (Q4) Como desenvolver, na formação de professores, a visão da natureza da matemática, na qual se integra a geometria, com os seus processos específicos de validação do conhecimento? (Q5) Como desenvolver, na formação de professores, a integração de processos transversais, como a comunicação, o raciocínio, a avaliação, a utilização das tecnologias, que potenciem um ensino de geometria com maior qualidade e garante das aprendizagens dos alunos? (Q6) Como desenvolver, na formação de professores, processos reflexivos acerca da prática e de que modo esses processos contribuem para um melhor conhecimento dos alunos? (Q7) Que características são essenciais num contexto de formação que visa o desenvolvimento profissional em torno da promoção de práticas de ensino e de avaliação eficazes no ensino-aprendizagem da geometria?

(Q8) Será que se verifica um isomorfismo de práticas na formação inicial de professores e de que modo é equacionado este aspeto na lecionação das Unidades Curriculares relacionadas com geometria?

Referências

- Ball, D. L. (1990). The mathematical understandings that prospective teachers bring to teacher education. *The Elementary School Journal*, 90(4), 449-466.
- Ball, D. L. (1991). Teaching mathematics for understanding: What do teachers need to know about subject matter? In M. M. Kennedy (Ed.), *Teaching academic subjects to diverse learners* (pp. 63-84). New York: Teachers' College Press.
- Battista, M. T. (2008). Development of the shape makers geometry world. In G. W. Blume & M. K. Heid (Eds.), *Research on technology and the teaching and learning of Mathematics: Cases and Perspectives* (Vol. 2, pp. 131-156). NCTM & IAP.
- Goldenberg, E. P., Cuoco, A. A., & Mark, J. (1998). A role for geometry in general education. In R. Lehrer & D. Chazan (Eds.), *Designing learning environments for developing understanding of geometry and space* (pp. 3-44). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Hanna, G. (1996). The ongoing value of proof. In L. Puig e A. Gutiérrez (Eds.), *Proceedings of the 20th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 1, pp. 21-34). Valencia: Universitat de Valencia.
- Johnston-Wilder, S., & Mason, J. (2005). *Developing thinking in geometry*. London: The Open University in association with Sage.
- Jorro, A. (1998). L'inscription des gestes professionnels dans l'action. *Revue En Question*, 19, 1-19.
- Koedinger, K. R. (1998). Conjecturing and argumentation in High-School geometry students. In R. Lehrer & D. Chazan (Eds.), *Designing learning environments for developing understanding of geometry and space* (pp. 319-347). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- NCTM (National Council of Teachers of Mathematics) (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston: NCTM.
- NCTM (National Council of Teachers of Mathematics) (2017). Princípios para a ação: Assegurar a todos o sucesso em Matemática. Lisboa: APM. (Trabalho original de 2014, publicado em inglês)
- Paparistodemou, E., Potari, D., & Pitta-Pantazi, D. (2014). Prospective teachers' attention on geometrical tasks. *Educational Studies in Mathematics*, 86(1), 1-18.
- Ponte, J. P. (2014). Formação do professor de Matemática: Perspetivas atuais. In J.P. Ponte (Org.), *Práticas Profissionais dos Professores de Matemática* (pp. 343-358). Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Prusak, N., Hershkowitz, R., & Schwarz, B. B. (2012). From visual reasoning to logical necessity through argumentative design. *Educational Studies in Mathematics*, 79(1), 19-40.

- Sabrio, D., Sabrio, S., & Tintera, G. (1993). Writing to learn and learning to write mathematics: An experiment. *Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 3(4), 419-429.
- Schoenfeld, A. H., & Kilpatrick, J. (2008). Toward a theory of proficiency in teaching mathematics. In D. Tirosh & T. Wood (Eds.), *The international handbook of mathematics teacher education: Tools and processes in mathematics teacher education* (Vol. 2, pp. 321-354). Rotterdam: Sense Publishers.
- Serrazina, L. (2012). Conhecimento matemático para ensinar: papel da planificação e da reflexão na formação de professores. *Revista Eletrônica de Educação*, 6(1), 266-283. Acedido de <http://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/viewFile/355/162>.
- Serrazina, L., Barbosa, A., Caseiro, A., Ribeiro, A., Monteiro, C., Loureiro, C., Fernandes, F., Veloso, G., Vale, I., Fonseca, L., Menezes, L., Rodrigues, M., Almeida, P., Pimentel, T., & Tempera, T. (2014). O conhecimento matemático dos estudantes no início da Licenciatura em Educação Básica: Um projeto envolvendo três Escolas Superiores de Educação. In G. Portugal, A. I. Andrade, C. Tomaz, F. Martins, J. A. Costa, M. R. Migueis, R. Neves, & R. M. Vieira (Orgs.), *Formação inicial de professores e educadores: Experiências em contexto português* (pp. 115-131). Aveiro: UA Editora.
- Tempera, T. (2010). *A geometria na formação inicial de professores: Contributos para a caracterização do conhecimento dos estudantes* (Dissertação de mestrado, Escola Superior de Educação de Lisboa, Lisboa). Consultada em <http://hdl.handle.net/10400.21/2717>