

# Um caso multimédia na formação inicial: contributos para o conhecimento sobre o ensino exploratório da Matemática<sup>1</sup>

Ana Paula Canavarro

Universidade de Évora e UIDEF/IE/UL

**Resumo:** Este artigo tem como foco o uso de casos multimédia na formação inicial de professores e procura analisar o seu contributo para o desenvolvimento do conhecimento didático de futuras professoras acerca do ensino exploratório da Matemática, bem como apreciar as suas perspetivas sobre as mais-valias do caso multimédia utilizado como recurso formativo. Analisam-se questionários e relatórios de treze alunas do Mestrado em Educação Pré-Escolar e Ensino do 1.º Ciclo da Universidade de Évora, que trabalharam sobre um caso multimédia que retrata a prática de ensino de uma professora de 1º ciclo. O caso inclui recursos diversificados, sendo os vídeos de sala de aula complementados com o plano da aula, as resoluções da tarefa pelos alunos, as reflexões da professora sobre a sua prática, um quadro de referência sobre o ensino exploratório da Matemática e artigos teóricos sobre ensino de natureza exploratória da Matemática. As alunas em formação apreciaram conhecer e explorar o caso multimédia, ressaltando a possibilidade de através dele conhecerem uma nova prática real de ensino da Matemática; sublinharam a importância de ouvirem as reflexões da professora para dotar de sentido a respetiva prática, revelando as intenções das suas ações; aprenderam também conhecimentos relevantes para pôr em prática o ensino exploratório, nomeadamente relativos ao conhecimento do processo instrucional, tanto no diz respeito à planificação, como à condução da aula.

Palavras-chave: ensino exploratório da Matemática, formação inicial de professores, casos multimédia



Canavarro, A. P. (2013). Um caso multimédia na formação inicial: contributos para o conhecimento sobre o ensino exploratório da Matemática. *Da Investigação às Práticas*, 3(2), 125–149.

Contacto: Ana Paula Canavarro, Universidade de Évora, Portugal / [apc@uevora.pt](mailto:apc@uevora.pt)

---

<sup>1</sup> Este trabalho é financiado por fundos nacionais através da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) no âmbito do Projeto Práticas Profissionais dos Professores de Matemática (contrato PTDC/CPE-CED/098931/2008).

**Abstract:** This article focuses on the use of multimedia in initial teacher training and attempts to analyse its contribution to the development of future teachers' knowledge about exploratory mathematics teaching, as well as to examine their opinions as to the applied value of multimedia as a training resource. We analyse the questionnaires and written reports of 13 students on the Master's Course in Pre-school and 1st Cycle Teaching from the University of Évora, who worked on a multimedia example for around six weeks during the Didactics of Mathematics classes. The study case includes various resources, with classroom video being complemented by the lesson plan, problem solving by pupils, the teacher's reflections on her practice, a frame of reference for the exploratory teaching of Mathematics, and theoretical readings about the exploratory teaching of mathematics. The trainees appreciated the chance to explore the multimedia case, highlighting its potential for a new teaching of mathematics, in a real way, and stressed the importance of listening to the teacher reflect, revealing the purpose of her actions and thus helping to endow her practice with meaning. The trainees also acquired various kinds of knowledge important for putting exploratory teaching into practice, including items relevant to the instructional process and the planning and execution of classes.

Key words: exploratory teaching of Mathematics, initial teacher training, multimedia

**Résumé:** Cet article se centre sur l'utilisation de cas multimédia dans la formation initiale des enseignants et cherche à analyser leur contribution pour le développement de la connaissance didactique des futurs enseignants au sujet de l'enseignement exploratoire des mathématiques, ainsi qu'à apprécier leurs perspectives sur le bénéfice du cas multimédia utilisé comme support de formation. Sont analysés des questionnaires et les rapports écrits de 13 étudiants de maîtrise en éducation préscolaire et enseignement du 1er cycle de l'Université d'Evora, qui ont travaillé sur un cas multimédia pendant environ un mois et demi dans le cadre du cours de didactique des mathématiques. Le cas comprend des ressources diversifiées, les vidéos de salle de classe sont complétées par le plan de leçon, les résolutions de la tâche par les élèves, les réflexions de la professeure sur sa pratique, un cadre de référence pour l'enseignement exploratoire des mathématiques et des lectures théoriques sur l'enseignement de nature exploratoire des mathématiques. Les élèves en formation ont considéré positif de connaître et explorer le cas multimédia, soulignant la possibilité de connaître ainsi une nouvelle pratique de l'enseignement des mathématiques, de façon réelle, elles ont souligné l'importance d'entendre la professeure du cas réfléchir et contribuer à donner du sens à sa pratique, révélant les intentions de ses actions. Les élèves en formation ont également appris diverses connaissances pertinentes pour mettre en œuvre l'enseignement exploratoire, notamment la connaissance du processus d'instruction, de planification et de conduite de classe.

Mots-clés: enseignement exploratoire des mathématiques, formation initiale des enseignants, cas multimédia

## CONTEXTO E OBJETIVO DO ESTUDO

Este artigo tem como foco o uso de casos multimédia na formação inicial de professores e procura analisar o seu contributo para o desenvolvimento do conhecimento didático de futuras professoras acerca do ensino exploratório da Matemática, bem como apreciar as suas perspetivas sobre as mais-valias do caso multimédia utilizado como recurso formativo. Trata-

se de um trabalho realizado no contexto do *Projeto P3M – Práticas Profissionais de Professores de Matemática*, que tem uma vertente dedicada à produção e à experimentação de recursos multimédia para a formação de professores de Matemática com vista à promoção de práticas de ensino-aprendizagem exploratório da Matemática (Ponte, Oliveira, Canavarro et al., 2012). Este tipo de prática tem sido alvo de grande atenção nos anos mais recentes devido à sua importância para a promoção de aprendizagens matemáticas ancoradas na compreensão e na construção do conhecimento com significado, a partir do trabalho realizado sobre tarefas desafiantes que os alunos resolvem e discutem e a partir das quais sistematizam coletivamente aprendizagens, orquestrados pelo professor (Canavarro, 2011; NCTM, 2000; Ponte, 2005; Stein et al., 2008). A aprendizagem da Matemática nestes moldes está também em sintonia com a evolução das orientações curriculares para o ensino da Matemática na últimas décadas, nomeadamente das que perspetivam orientações metodológicas para o trabalho a desenvolver em sala de aula (DEB, 2001; ME, 2007; NCTM, 2000).

Por se tratarem de práticas complexas e muito exigentes que colocam desafios diversos ao professor (Canavarro, 2011; Canavarro, Oliveira, & Menezes, 2012), e por se distinguirem significativamente das práticas mais usuais de ensino da Matemática (APM, 1998; Franke, Kazemi & Battey, 2007), é importante que os professores tenham oportunidade de contactar com elas e de desenvolver competências de as planear e conduzir, bem como de refletir sobre elas e sobre a sua integração no ensino da Matemática. No entanto, o contacto com estas práticas nem sempre é fácil ou mesmo possível, sendo da maior relevância criar estratégias formativas que o possibilitem. O recurso a vídeos que retratem aulas de ensino exploratório permite tornar acessível esta prática de ensino, dando a conhecer a realidade de salas de aula que a adotam, nomeadamente a experiência matemática que aí acontece por parte dos alunos. O uso dos vídeos revela-se, pois, uma estratégia prometedora para o desenvolvimento profissional dos professores, especialmente importante no contexto da formação inicial. Por um lado, os futuros professores têm pré-conceções sobre o ensino da Matemática muito marcadas pelas próprias vivências enquanto alunos do ensino básico e/ou secundário; por outro lado, durante a experiência formativa ao longo dos seus cursos são-lhes proporcionadas, em geral, oportunidades limitadas e balizadas contacto com a prática de ensino de outros docentes. Assim, é importante acautelar que durante a sua formação os futuros alunos possam contactar com uma experiência de observação e análise da prática de ensino exploratório, considerando tudo o que ela envolve, desde a planificação, à condução da aula e à reflexão do professor sobre a mesma.

O recurso aos vídeos tem vindo a ser adotado, nos anos recentes, em contextos variados, existindo um corpo crescente de investigação sobre as implicações da sua utilização na formação inicial de professores de Matemática (Llinares & Valls, 2009; Santagata & Guarino, 2011). No entanto, em Portugal, a investigação sobre esta utilização está ainda a dar os primeiros passos. Embora o uso de vídeos possa ser já adotado em algumas instituições de formação, a investigação não tem dado conta de trabalhos continuados com o uso desta tecnologia e, nomeadamente, com o foco sobre o ensino exploratório da Matemática. Além disso, no âmbito do *P3M* assumimos os vídeos de sala de aula como uma componente decisiva, mas criámos casos multimédia que incluem outras componentes para além dos vídeos que lhes conferem uma identidade própria enquanto recursos para a formação. Desta forma, o presente artigo descreve uma experiência de formação inicial com alunas futuras professoras de 1.º ciclo do ensino básico, a qual recorreu a um caso multimédia que é aqui caracterizado, e analisa o conteúdo do conhecimento didático desenvolvido pelas alunas acerca do ensino exploratório da Matemática, bem como as suas perspetivas acerca do uso do caso e dos respetivos contributos na sua formação.

## FUNDAMENTOS TEÓRICOS

A fundamentação teórica recai sobre os três domínios de referência deste artigo, organizados em três secções: o ensino exploratório da Matemática; o conhecimento profissional do professor que ensina Matemática; e o uso de vídeos na formação de professores.

### O ensino exploratório da Matemática

O ensino exploratório da Matemática, tal como qualquer modelo de ensino, tem subjacentes perspectivas ideológicas sobre a aprendizagem, sobre o ensino, sobre o conhecimento. Neste modelo de ensino, ao invés de se valorizar uma lógica do professor que transmite os conhecimentos matemáticos aos alunos na expectativa de que estes os apreendam e revelem em exercícios de aplicação, valoriza-se uma perspectiva em que os alunos aprendem a partir do trabalho que realizam com tarefas valiosas (NCTM, 1994) que fazem emergir a necessidade ou a vantagem das ideias matemáticas, as quais são sistematizadas através da discussão coletiva, num discurso dialógico coproduzido por alunos e professor (Ponte, 2005). Os alunos têm a possibilidade de ver os conhecimentos e procedimentos matemáticos surgir com significado e, simultaneamente, de desenvolver processos ou capacidades matemáticas como a resolução de problemas, o raciocínio matemático e a comunicação matemática (Boavida, Paiva, Cebola, Vale & Pimentel, 2008; NCTM, 1994, 2000).

Para que o ensino exploratório possa acontecer, muito há a preparar pelo professor, sendo da maior importância todo o trabalho que pode fazer antes da aula (Canavarro, 2011; Stein et al., 2008). A prática de ensino exploratório da Matemática inicia-se com a identificação e seleção das tarefas para a sala de aula. A seleção de uma tarefa adequada e valiosa é muito importante pois ela tem implícita uma determinada oportunidade de aprendizagem mas, uma vez selecionada, é crucial que o professor equacione como explorar as suas potencialidades junto dos alunos e se prepare para lidar com a complexidade dessa exploração na sala de aula (Canavarro & Santos, 2012; Stein et al., 2008).

Uma aula exploratória típica é geralmente estruturada em três ou quatro fases: a fase de “lançamento” da tarefa, a fase de “exploração” pelos alunos, e a(s) fase(s) de “discussão e sintetização” (Stein et al., 2008), que podem ocorrer sequencialmente ou articuladas. Na primeira fase, o professor apresenta uma tarefa matemática à turma. A tarefa é frequentemente um problema ou uma investigação, exigindo interpretação. O professor deve assegurar, em poucos minutos, que os alunos entendem o que se espera que façam e que se sintam desafiados a trabalhar na tarefa. O professor tem também de organizar o desenvolvimento do trabalho pela turma, estabelecendo o tempo a dedicar às diferentes fases, gerindo os recursos a usar e definindo os modos de trabalho dos alunos (Anghileri, 2006).

Na segunda fase, o professor apoia os alunos durante o trabalho autónomo sobre a tarefa, realizado individualmente ou em pequenos grupos, procurando garantir que todos participam e de forma produtiva. É importante que os comentários e as respostas do professor às eventuais dúvidas dos alunos não reduzam o nível de exigência cognitiva da tarefa (Stein & Smith, 1998) e não uniformizem as estratégias de resolução, de modo a não frustrar a hipótese de, em seguida, promover uma discussão matemática interessante e desafiante para cada aluno. O professor precisa também de garantir que os alunos se preparam para apresentar o seu trabalho à turma toda e que produzem os materiais adequados em tempo

útil para a fase de discussão. Enquanto isso, o professor tem de selecionar, a partir da sua rápida observação e apreciação das produções dos alunos em resposta à tarefa, as soluções que avalia como contribuições positivas para a discussão coletiva e estabelecer a sequência da sua apresentação pelos alunos (Stein et al., 2008).

Depois desta fase, a turma retorna ao plenário para a discussão coletiva das resoluções selecionadas. O professor tem de orquestrar essa discussão, não apenas gerindo as intervenções e interações dos diferentes alunos, mas também promovendo a qualidade matemática das suas explicações e argumentações (Ruthven, Hofmann & Mercer, 2011) e cuidando da comparação de resoluções diversas e da discussão da respetiva diferença e eficácia matemática (Yackel & Cobb, 1996).

O professor precisa também de manter um clima positivo e de genuíno interesse pela discussão, tentando garantir a participação de todos os alunos. É importante que a discussão tenha como objetivo mais do que a comparação e o confronto das resoluções dos alunos, e contribua para que estes realizem novas aprendizagens relevantes, não só sobre os conceitos, procedimentos ou processos em presença, mas também sobre os modos legítimos de produção do conhecimento matemático (Boavida, 2005). O professor tem aqui um papel crucial na orientação guiada dos alunos para o apuramento das principais ideias matemáticas que surgem a partir da discussão (Anghileri, 2006).

O final da discussão é um momento de institucionalização das aprendizagens que toda a turma deve reconhecer e partilhar, no qual tanto podem surgir novos conceitos ou procedimentos emergentes da discussão da tarefa, como serem revistos e aperfeiçoados conceitos e procedimentos já conhecidos e aplicados, estabelecidas conexões com situações anteriores e reforçados aspetos fundamentais dos processos matemáticos transversais como a representação, a resolução de problemas, o raciocínio matemático, a comunicação matemática (Canavarro, 2011; Stein et al., 2008).

Atendendo à caracterização acima apresentada, naturalmente reconhece-se que o papel e a ação do professor jogam um papel crucial no ensino exploratório, que começa com a escolha criteriosa da tarefa e o delineamento aprofundado da respetiva exploração matemática com vista ao cumprimento do seu propósito matemático. Já em aula, para além de gerir o trabalho dos alunos, o professor precisa de interpretar e compreender como eles resolvem a tarefa e de explorar as suas respostas de modo a aproximar e articular as suas ideias com aquilo que é esperado que aprendam. O ensino exploratório da Matemática, em especial no que diz respeito à orquestração das discussões matemáticas, constitui uma atividade complexa e considerada difícil por muitos professores (Stein et al., 2008). Para desenvolver um ensino desta natureza, é fundamental que o professor esteja disponível para contrariar um conjunto de tendências que surgem frequentemente associadas ao ensino da Matemática (Canavarro, 2011) e desenvolva o conhecimento profissional necessário para tal.

### **O conhecimento profissional do professor que ensina Matemática**

É desde há muito reconhecido que o professor é um profissional detentor de um conhecimento profissional específico, que o assiste na realização da sua prática diária de ensino (Canavarro, 2003; Ponte, 2001). Trata-se de um conhecimento de natureza prática, que resulta da síntese pessoal que o professor realiza ao combinar o seu conhecimento teórico com a sua experiência de ensino e o balanço que dela faz. É, por isso, um conhecimento dinâmico, que evolui com a prática de ensino, que se inicia logo desde o tempo

em que foi aluno, reconhecendo-se a marca que muitas das primeiras experiências deixam ficar, nomeadamente ao nível do conhecimento matemático (Ball, Lubienski & Mewborn, 2001). É um conhecimento essencialmente dirigido para a ação, orientado para a resolução das situações e problemas profissionais que se colocam num dado contexto. É também na ação que este conhecimento se revela, pois o seu caráter implícito e tácito nem sempre o torna traduzível de forma proposicional.

No que diz respeito ao conteúdo do conhecimento profissional, este é multifacetado e identificam-se vários domínios que importa considerar. Reconhece-se a importância do conhecimento do professor sobre si mesmo, considerado como um filtro de tudo o que pensa e faz. Reconhece-se igualmente a importância do contexto, assumindo especial destaque a sala de aula e os alunos que ensina, mas também o grupo de colegas e a escola. Existem quatro domínios que orientam diretamente a prática letiva, frequentemente designados por conhecimento didático (Canavarro, 2003; Ponte, 2001) e que se adotam neste artigo: a Matemática; o currículo; os alunos e seus processos de aprendizagem; e o processo instrucional.

Como refere Shulman (1986), saber para si mesmo é diferente de saber para ensinar. No que diz respeito à Matemática, o conhecimento do professor inclui não só o saber sobre os conteúdos disciplinares propriamente ditos, como a geometria ou a aritmética, mas também um meta-saber acerca da disciplina. Para além do conhecimento e da compreensão dos conceitos, das propriedades e dos procedimentos, importa conhecer os processos de construção de conhecimento válidos na disciplina e que, no ensino exploratório, ao pretenderem-se como parte da experiência matemática dos alunos, são parte essencial do conhecimento que o professor deve dominar. Como exemplos temos o conhecimento sobre estratégias diversificadas de resolução de problemas, sobre diversos modos de representar ideias e de as relacionar, sobre como estabelecer uma conclusão a partir da análise de diversas situações particulares, sobre como redigir de forma correta e rigorosa proposições compostas a partir de ideias dos alunos, como conectá-las com os conceitos que o professor pretende que eles aprendam (Ball & Bass, 2003; Boavida et al., 2008). As qualidades do conhecimento matemático necessário para um ensino eficaz incluem o respeito pela sua integridade, a possibilidade de o tornar acessível e aberto aos alunos, ou seja, descompactado, justificado e produto do raciocínio, a possibilidade de o relacionar dentro e entre domínios, a construção baseada em ideias prévias e a antecipação de tópicos mais avançados (Ball & Bass, 2003). O domínio de aspetos como estes permite ao professor ter uma postura confiante perante a atividade matemática que os alunos podem ter na aula.

O currículo de Matemática é outro domínio do conhecimento didático do professor. As versões mais pobres destes documentos, que têm como objetivo fornecer indicações ao professor sobre a incidência do conteúdo do seu ensino, constituem-se essencialmente como uma listagem dos conhecimentos matemáticos a esgotar no final de um ano ou ciclo. No entanto, o professor deve também conhecer as finalidades e objetivos do ensino daquilo que ensina, de modo a poder orientar a sua ação como um educador e não como um técnico (Pacheco, 1996). É, pois, importante que o professor conheça a tendência das orientações curriculares que acolhem sintonia nos países com os quais Portugal se pretende comparar, como os que participam nos estudos realizados pelo *Programme for International Student Assessment (PISA)* e o *Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)*. Proporcionar aos alunos o acesso democrático a ideias matemáticas poderosas, com enfoque tanto nos conteúdos como nos processos matemáticos, e reservando-lhes um papel de relevo, pode ser entendida como uma formulação geral de uma grande finalidade curricular

atual adotada em muitos países que apoiam e justificam as suas orientações curriculares em investigação em educação matemática (NCTM, 2000, 2003). Ensinar com este propósito constitui um grande desafio para os professores, que precisam de reconceptualizar a aula de Matemática relativamente ao modo como eles mesmos aprenderam a disciplina (Sowder, 2007). O ensino exploratório da Matemática inscreve-se, por tudo o que foi exposto antes, claramente nesta finalidade.

Um outro domínio diz respeito aos alunos e seus processos de aprendizagem. Um professor precisa de conseguir lidar com as diferenças que se revelam entre os diversos alunos de modo a mobilizar todos para a disciplina (DEB, 2001). Para além de adequar o ensino às necessidades específicas dos alunos, o professor precisa de organizar o seu ensino com base em trajetórias de aprendizagem adequadas à turma, que tomem em consideração os conhecimentos prévios dos alunos e lhes permitam ancorar os conhecimentos em desenvolvimento. Isto é fundamental no âmbito do ensino exploratório (Wilson, Sztajn, Edgington, Myers & Decuir-Gunby, 2013) para que o professor possa orientar de forma eficaz as produções matemáticas dos alunos, que, em princípio, serão diversificadas, e para que possa relacionar os conhecimentos emergentes com aquilo que são os seus propósitos matemáticos. É de sublinhar a importância de o professor conseguir compreender e gerir os erros que os alunos revelem como fonte para a aprendizagem que pode ser mobilizada na fase de discussão coletiva (NCTM, 2000). Importa ainda que o professor saiba como mobilizar afetivamente os alunos para a aprendizagem, e tendo em conta que cada aluno está inserido numa comunidade, onde interage com outros colegas e com o próprio professor. A criação de expectativas elevadas acerca do que os alunos podem e conseguem fazer em matemática é certamente um elemento decisivo para que estes adiram com convicção às tarefas que o professor lhes propõe (Canavarro, 2008). Como sublinha o NCTM (2007, p.13):

Os professores transmitem expectativas nas suas interações com os alunos durante as aulas, através dos comentários que fazem aos trabalhos dos alunos, quando os distribuem por grupos de aprendizagem, (...) Estas ações (...) vão determinar as suas oportunidades de aprendizagem e influenciar a sua crença acerca das suas próprias capacidades de ter sucesso em Matemática.

Por último, mas não menos importante, considera-se o conhecimento do processo instrucional, que compreende a planificação, a condução e a avaliação do processo de ensino-aprendizagem. É este conhecimento que organiza a prática letiva e que assiste o professor diretamente em situação de interação com os alunos (Canavarro, 2003). Começa pela planificação que o professor faz a diversos níveis e na qual procura satisfazer diferentes preocupações, destacando-se a preparação da ação a desenvolver com os alunos e a tentativa de redução da imprevisibilidade, um dos fatores de complexidade da sala de aula. As tarefas da aula, que o professor seleciona tendo em mente o conhecimento matemático e os objetivos que pretende desenvolver, constituem aspetos fulcrais da planificação. Antever as reações dos alunos é uma preocupação do professor, que procura adaptar as suas propostas e estratégias às respetivas turmas. Para além dos alunos, o professor tem em conta constrangimentos como, por exemplo, o tempo, os materiais disponíveis, os recursos existentes onde leciona.

Também na condução da aula são os alunos que mais parecem estar na origem das decisões interativas do professor, nomeadamente em relação à sua predisposição para a aula, à adesão à tarefa, ao seu envolvimento na atividade, às dúvidas que colocam. Manter os alunos envolvidos na atividade da aula constitui a principal preocupação do professor, que, em

simultâneo, tem de gerir todos os imprevistos que nela surgem e fazer opções pelo curso de ação a seguir, nomeadamente no que diz respeito à organização da aula, à gestão do tempo letivo, às formas de trabalho dos alunos. Este curso de ação é muitas vezes infletido em relação ao previsto, fruto de um processo de aproximações sucessivas em que o professor vai avaliando o sucesso das opções que toma face à orientação que pretende dar à aula (Brown & McIntyre, 1993). A criação de um ambiente de trabalho propício à aprendizagem é uma das suas responsabilidades principais na aula. Para além disso, compete-lhe promover um discurso compatível com o tipo de atividade matemática a desenvolver, o que passa essencialmente por reservar aos alunos um papel importante na construção do conhecimento matemático (NCTM, 1994).

A preparação e a condução das aulas no quadro do ensino exploratório requerem um conhecimento instrucional bastante sofisticado por parte do professor (Stein et al., 2008). Este combina de forma coerente e inter-relacionada todos os outros domínios do conhecimento didático. Por exemplo, no que diz respeito ao ambiente da aula, não é suficiente que os alunos se mantenham de forma disciplinada e que saibam aguardar com calma enquanto os colegas menos rápidos resolvem exercícios ou passam as resoluções que outros fizeram no quadro; a criação de uma cultura de vontade de partilha, pautada pelo saber ouvir o outro, pelo ter interesse pelo que o outro apresenta, pela colocação de questões genuínas e pela troca de ideias e argumentos (Boavida et al., 2008) é um investimento que um professor que pratica o ensino exploratório tem de conseguir concretizar com atenção, inteligência, persistência e paciência.

### **Os vídeos e a formação de professores**

Nas últimas décadas, os vídeos têm vindo a ser largamente usados no contexto da formação de professores. Este facto não causará surpresa se atendermos ao acesso cada vez mais facilitado que o cidadão comum, as instituições formadoras, os formadores e os professores têm a dispositivos que captam som e imagem (Brunvald, 2010). Contudo, o uso dos vídeos na formação ultrapassa o deslumbramento da novidade tecnológica. Na realidade, eles proporcionam de forma única descrições das práticas dos professores e, pela grande riqueza de elementos que conseguem capturar, permitem uma reflexão sustentada sobre as interações em sala de aula (Koc, Peker & Osmanoglu, 2009, van Es & Sherin, 2008;). Quando comparados com casos em suporte escrito, reconhece-se-lhes facilmente a possibilidade de fornecerem um quadro mais completo, rico e realista da sala de aula, a partir do qual se tem acesso às vozes, à linguagem corporal, ao ambiente da aula (Alsawaie & Alghazo, 2010; Koc et al., 2009; MacGraw, Lynch, Koc, Budak & Brown, 2007).

Aos vídeos de aulas reconhecem-se diversas potencialidades em termos da formação. Por um lado, ao constituírem-se como uma possibilidade de representarem a própria prática, permitem que essa prática seja descrita e analisada por terceiros, servindo assim como recursos produtivos para que estes ativem e mobilizem os conhecimentos que detêm e que colocariam em ação numa situação real de ensino semelhante (Kersting, Givvin, Thompson, Santagata & Stigler, 2012). Por outro lado, a procura de coerência ou razoabilidade das práticas profissionais analisadas permite estabelecer uma ligação entre a prática e o conhecimento de natureza teórica sobre o ensino (Koc et al., 2009) que, muitas vezes, em outros cenários, pode parecer artificial ou difícil de se concretizar.

Outros usos mais dirigidos dos vídeos têm também sido concretizados na formação, com o intuito de permitir aos formandos fazer observações mais focadas, como, por exemplo,

observar os raciocínios dos alunos, analisar o papel do professor, caracterizar o discurso de sala de aula, contactar com práticas inovadoras (Koc et al., 2009; MacGraw et al., 2007; Santagata & Guarino, 2011). É ainda de assinalar o uso de vídeos como promotores do desenvolvimento da capacidade de “reparar” (*noticing skill*) e que tem vindo a ser referida com três componentes essenciais: a) identificar o que é importante ou relevante numa situação de ensino; b) relacionar o que se conhece do contexto da situação com a situação de ensino em si; c) estabelecer conexões entre os diversos aspetos da situação e princípios gerais de ensino e aprendizagem que a poderão explicar ou justificar (van Es & Sherin, 2008).

Em suma, a investigação sobre o uso de vídeos na formação refere-os como oportunidades para o desenvolvimento profissional dos professores a diversos níveis. Por um lado, valorizam-se como possibilidade de proporcionar aos formandos contacto com práticas de ensino reais, das quais se tem um retrato bastante completo, e que podem interpelar quem as observa, pois podem constituir novas e desafiantes abordagens ao ensino (Alsawaie & Alghazo, 2009; Koc et al., 2009); por outro lado, a possibilidade de aceder a vídeos que podem ser vistos e consultados repetidas vezes e em diversos contextos proporciona um contexto ideal para a análise e a reflexão aprofundadas, mais ou menos focadas, sobre a prática registada, com o objetivo de dar sentido às situações de ensino, de aprofundar o conhecimento didático associado a essa prática e de ser capaz de a levar a cabo (Koc et al., 2009; Llinares & Valls, 2009).

## OS CASOS MULTIMÉDIA DO P3M

Os casos multimédia do projeto P3M foram desenvolvidos adotando uma determinada conceção sobre estes recursos, que se explicita de seguida, concretizando-se, posteriormente, através da apresentação de um dos casos produzidos.

### Dos vídeos aos casos multimédia

Sublinhamos que, no contexto do P3M, o nosso objetivo essencial para a formação de professores está centrado na promoção das práticas de ensino exploratório da Matemática. Assim, pretendemos que os vídeos reflitam aulas em que se regista um ensino exploratório da Matemática, sendo o nosso foco de interesse as práticas dos professores em sala de aula, entendidas como as suas ações e as intenções que estas têm subjacentes (Canavarro et al., 2012). Em sintonia com as perspetivas de Brunvand (2010) relativas à produção de materiais de formação que tiram partido do vídeo, concebemos os casos tirando substantivo partido dos vídeos, mas incluindo outros materiais que os complementam. Com isto pretendemos permitir aos utilizadores não só terem um conhecimento mais completo do que contribui para uma situação de ensino, que extravasa as paredes da sala mas também conhecerem cada um desses materiais e compreenderem como se relacionam uns com os outros, bem como confrontar o caso com as próprias perspetivas de ensino do utilizador (Oliveira, Menezes & Canavarro, 2012)

No âmbito do P3M, produzimos um caso multimédia para cada nível de ensino, adotando para todos a mesma filosofia, a mesma estrutura e o mesmo tipo de conteúdos. A consulta e o trabalho sobre os casos pode ser flexível de acordo com o seu utilizador, mas estes têm uma subjacente uma estrutura narrativa, propondo-se uma análise sequencial do caso que acompanha o desenrolar da história da aula, incluindo-se a sua preparação e a sua condução e

finalizando-se com uma proposta de reflexão sobre a aula e um convite para passar à prática (cf. Figura 1).



Figura 1: A estrutura do caso multimédia, organizado em cinco secções

Assim, o caso inicia-se com uma secção de “introdução ao caso multimédia”, que permite o primeiro contacto com dados que fornecem o contexto para a história da aula (sobre a escola, os alunos e a professora). Segue-se uma secção dedicada à “tarefa matemática” em que se baseia a aula, em que se dá a conhecer o enunciado e é apresentada uma proposta de análise do pontos de vista do conhecimento matemático e do enquadramento curricular. Passa-se, de seguida, à secção sobre “a aula” propriamente dita, estruturada nas quatro fases em que esta se organiza (introdução da tarefa, realização da tarefa, discussão e sistematização das aprendizagens), dando a conhecer, para cada fase, o respetivo plano elaborado pela professora e vídeo-entrevistas sobre as intenções que esta tinha, bem como vídeo-episódios legendados da aula, acompanhados das transcrições dos discursos respetivos. São também disponibilizadas as diversas resoluções dos vários grupos de alunos, sendo proposta a sua análise e apreciação.

Uma componente essencial dos casos é a sua aposta na promoção da análise e da reflexão por parte do utilizador. Isto traduz-se na apresentação de questões que devem ser respondidas em todas as fases da aula e que contribuem para analisar aspetos particulares da ação da professora orientada para promover as aprendizagens dos alunos e para gerir a aula. Para cada fase da aula, existe também um curto texto teórico, denominado “sintetizando”, que sistematiza as ideias principais que os seus autores pretendem evidenciar sobre o papel do professor em cada fase da aula, respondendo à preocupação de sustentar a prática com o referencial teórico sobre o domínio. Estes textos podem ser complementados com sugestões de leituras relacionadas com o ensino exploratório, disponibilizadas no sítio do projeto P3M onde os casos multimédia estão alojados.

Na secção “reflexão pós-aula”, apresentamos vídeo-entrevistas, acompanhadas pelas transcrições de excertos das reflexões feitas pela professora sobre cada uma das fases da aula, e convidamos ao confronto dessa reflexão com o quadro de referência relativo ao ensino exploratório da Matemática por nós proposto (Canavarro, Oliveira e Menezes, 2012), que sintetiza, em forma de tabela, para cada uma das quatro fases da aula do ensino exploratório, as principais ações que a professora realiza, associando-lhes as intenções que as justificam, distinguindo as que dizem respeito diretamente à promoção das aprendizagens matemáticas dos alunos e as que são mais orientadas para a gestão da aula.

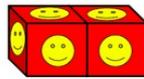
### **O caso multimédia do 1.º ciclo**

O caso relativo ao 1.º ciclo denomina-se “Cubos com autocolantes”, inspirado na tarefa matemática em torno da qual se desenrola e que se apresenta de seguida, na Figura 2.

**Tarefa “Cubos com autocolantes”**

A Joana está a construir um jogo com cubos e autocolantes. Ela une os cubos por uma das faces e forma filas de cubos. Depois cola um autocolante em cada uma das faces.

A imagem mostra a construção que a Joana fez com 2 cubos. Nessa construção ela usou 10 autocolantes.



1. Descobre quantos autocolantes a Joana usa numa construção com: três cubos; quatro cubos; dez cubos; cinquenta e dois cubos.
2. Consegues descobrir qual é a regra que permite saber quantos autocolantes a Joana usa numa construção com um qualquer número de cubos? Explica como pensaste.

Figura 2: A tarefa *Cubos com autocolantes* (adaptada de Moss, Beaty, McNab, & Eisenband, 2005)

O caso é protagonizado pela professora Célia, que lecciona uma aula focada no desenvolvimento do pensamento algébrico de uma turma de 4.º ano de escolaridade. Não é possível apresentar neste artigo todos os conteúdos do caso, nem com a dinâmica e as relações proporcionadas pela sua consulta on-line. No entanto, para permitir alguma compreensão do caso e da sua importância para a interpretação das evidências que à frente se apresentam, fazemos uma breve ilustração com uma seleção de quatro das sete diferentes resoluções realizadas pelos alunos (cf. Figura 3), bem como alguns excertos da reflexão da professora sobre a aula.

No que diz respeito às resoluções dos alunos, elas foram todas distintas, umas mais completas do que outras. Recorreram a representações múltiplas, como esquemas e tabelas para explicar os seus raciocínios, bem como a escrita simbólica de expressões numéricas com vista a sintetizar a regra solicitada na tarefa. Sublinha-se que todos os grupos conseguiram encontrar a generalização do problema, independentemente do modo como a exprimiram, surgindo no total da turma dois processos diferentes de estruturar o raciocínio, ambos corretos (cf. Figura 3).

Resolução do Grupo "João e Lawry"

A Regra para descobrir o número autocolorido é:  $4 \times m + 2 = n$  onde  $m$  é o número de cubos e  $n$  é o número de pontos autocoloridos.

$4 \times 4 = 16$  (nº de pontos autocoloridos por face)  
 $16 \times 2 = 32$  (nº de pontos autocoloridos totais)  
 $32 + 4 = 36$  (nº total de pontos autocoloridos)

Legenda:  
 1: cima  
 2: baixo  
 3: frente  
 4: trás  
 n: número qualquer  
 m: número total de cubos

Resolução do Grupo "Carolina e Daniel"

Se conseguirmos a regra que permite saber o número de pontos autocoloridos a partir de uma construção com um qualquer número de cubos, multiplicando 4 por qualquer número de cubos e somando mais 2.

$(4 \times m) + 2 = n$  Exp: Há 6 cubos  
 $4 \times 6 = 24$   
 $24 + 2 = 26$   
 $(4 \times 6) + 2 = 26$

nº de cubos	nº total de pontos autocoloridos
9	$(4 \times 9) + 2 = 38$
10	$(4 \times 10) + 2 = 42$
11	$(4 \times 11) + 2 = 46$
12	$(4 \times 12) + 2 = 50$

Resolução do Grupo "António, Fábio e Marco"

2 cubos  $5 \times 5 = 5 \times 2$   
 3 cubos  $5 \times 5 + 4 = 5 \times 2 + 4$   
 4 cubos  $5 \times 5 + 4 \times 4 = 5 \times 2 + 2 \times 4$   
 5 cubos  $5 \times 5 + 4 \times 4 + 4 = 5 \times 2 + 3 \times 4$   
 ...  
 10 cubos  $5 \times 2 + 8 \times 4$   
 20 cubos  $5 \times 2 + 30 \times 4$

$n = \text{nº total de cubos}$        $S = \text{nº total de smiles}$

$5 \times 2 + n \times 4 = S$

Resolução do Grupo "Betty, Matilde e Miguel"

Regra:  
 Fazemos sempre o número de lados  $\times$  o número de smiles que há em cada lado e ao mesmo fazemos  $+ 2$ , que dá o número de smiles que há em cada construção.

$(4 \times m) + 2 = n$

Legenda:  
 m: nº de lados  
 n: nº de smiles que há em cada construção

Figura 3: Resoluções da tarefa realizadas por quatro grupos de alunos

No que diz respeito à reflexão da professora sobre a aula, a que o caso multimédia dá acesso relativamente a cada fase da aula, sublinha-se que ela apresentou explicações sobre as suas intenções e expectativas, descrições sobre o que aconteceu realmente na aula, razões para as decisões que tomou e o trabalho prévio de preparação que havia feito, a nível da planificação, com vista a que a aula decorresse de forma a cumprir os seus objetivos.

Ilustra-se neste artigo, de forma breve, excertos da sua reflexão relativos à fase de discussão da tarefa na aula. A professora explicitamente valoriza esta fase da aula, pois, para si, constitui uma importante oportunidade de aprendizagem matemática para todos os alunos em sala de aula:

É extremamente importante porque não é só eles terem estado a pares a trabalhar [na tarefa], mas é... Depois o que é que isso é em termos da aula de Matemática, o que é que fica no coletivo, o que é que é discutido?

A professora refere que pede aos autores das formas de resolução selecionadas que exponham as suas estratégias e expliquem o seu raciocínio aos colegas, bem como que respondam às questões uns dos outros. Evita interferir na discussão, pois pretende que os alunos sejam os protagonistas:

A tentativa é que o momento seja deles, a apresentação seja deles, que as questões sejam colocadas ao grupo que apresenta (...) E eles estão constantemente a questionar os colegas e estão interessados...

Nesta fase, as principais preocupações da professora centram-se na orquestração das intervenções dos alunos, de modo a promover o esclarecimento das ideias matemáticas emergentes. Para esta professora, a discussão vai muito além da correção da tarefa e o confronto de diferentes estratégias e resoluções constitui um enriquecimento que quer proporcionar aos alunos, mesmo quando eles discutem resoluções com erros:

Eu acho que se apresentar diferentes [resoluções], se eles tiverem capacidade de apresentar diferentes representações e eu, depois, puder ligá-las e estabelecer as conexões entre elas, é muito mais rico do que apresentar uma só (...). A ideia também é deixar surgir aquilo que sai deles (...) e, às vezes, até pegar em situações que não estão certas.

Apesar de, na aula observada, manter, nesta fase, um papel discreto de orientação, a professora conduziu uma discussão específica por ela proposta, confrontando três das diferentes resoluções já apresentadas pelos alunos, que expôs em simultâneo no retroprojetor, recorrendo a acetatos produzidos pelos grupos. A sua explicação para esta ação, aparentemente contraditória, baseia-se na sua visão do papel da discussão da tarefa:

Há uma altura em que eu confronto três resoluções. A ideia é essa, de haver o confronto. [A discussão] é um momento de aprendizagem, portanto... Não pode ser uma apresentação, nem é uma correção, porque não é isso... o momento é de pôr em confronto, pensarmos em conjunto nas diferentes resoluções, nas diferentes representações, isso tem de sair dali, da apresentação... é um objetivo. (...) É colocá-los a eles a ter esse sentido crítico: "nesta situação, qual é aquela representação, aquela resolução... qual é a forma de pensar que, de facto, me ajuda mais? Porque posso ter duzentas mas, se calhar, há ali uma que eu posso escolher..."

## INVESTIGAR CONTRIBUTOS DO CASO MULTIMÉDIA NA FORMAÇÃO

A investigação que sustenta este artigo desenvolve-se a partir de uma experiência de formação que serve de contexto à recolha de dados sujeitos a posterior análise. Assim, descrevemos primeiramente a experiência de formação realizada e referimo-nos, de seguida, aos aspetos metodológicos.

### A experiência de formação realizada

A experiência de formação que aqui se apresenta decorreu em 2012/13, na Universidade de Évora, no contexto da unidade curricular *Didática da Matemática* do Mestrado em Educação

Pré-Escolar e 1.º Ciclo do Ensino Básico. Esta experiência foi conduzida pela autora deste artigo, docente da unidade curricular referida, e nela participaram as treze alunas da turma.

Esta formação teve como objetivo geral proporcionar o desenvolvimento de conhecimento didático relativo à preparação e à condução de aulas de natureza exploratória. Para tal, consideram-se como objetivos específicos a ser atingidos pelas alunas:

- Reconhecer os objetivos de aprendizagem matemática subjacentes à aula de natureza exploratória e a sua relação com a tarefa matemática proposta aos alunos;
- Conhecer a estrutura adequada à aula de natureza exploratória, bem como cada uma das suas fases;
- Identificar os aspetos a considerar na planificação de aulas de natureza exploratória;
- Analisar e caracterizar produções matemáticas dos alunos segundo as representações e estratégias usadas pelos alunos;
- Identificar e compreender as ações instrucionais do professor em cada uma das fases da aula, ao nível da promoção da aprendizagem e da gestão da aula;
- Reconhecer a importância das ações instrucionais associadas à gestão da aula no sucesso das aprendizagens matemáticas dos alunos;
- Reconhecer a complexidade e multidimensionalidade da ação do professor na aula de natureza exploratória e a vantagem de uma planificação cuidada e detalhada para lidar com esta complexidade.

Na formação, foi usado exclusivamente o caso multimédia “Cubos com autocolantes”. As alunas tiveram acesso ao caso através dos seus computadores portáteis durante três meses, tendo-o consultado presencialmente durante quatro aulas consecutivas, com a duração de três horas cada, trabalhando sempre em pequenos grupos, e, posteriormente, em trabalho autónomo extra-aula, para realização de trabalho individual ou de grupo (cf. quadro 1)

Quadro 1: Organização das atividades realizadas na experiência de formação

Agenda	Aula 1 04/10/12	Aula 2 11/10/12	Aula 3 18/10/12	Aula 4 25/10/12	Até 08/11/12	4 Aulas Nov e Dez
Foco/ objetivo	O caso O contexto A tarefa	Introdução à tarefa na aula	Realização da tarefa pelos alunos	Discussão e sistematiza- ção da tarefa	Reflexão pós aula	O ensino explora- tório
Dinâmica	Apresenta- ção pela docente; Trabalho de grupos	Síntese pela docente; Trabalho de grupos	Síntese pela docente; Trabalho de grupos	Síntese pela docente; Trabalho de grupos	Trabalho individual extra- aula das alunas	Trabalho de grupo: “Dinamizar uma aula”.
Material recolhido	Resoluções da tarefa	Respostas às questões	Respostas às questões	Respostas às questões	Trabalho escrito	Relatório até 06/01/13

Na primeira aula, após uma apresentação genérica do Projeto P3M, a docente apresentou de forma breve à turma o caso “Cubo com autocolantes”, referindo-se à sua estrutura e ao tipo de conteúdos nele presentes. De seguida, convidou as alunas a consultarem a informação disponibilizada sobre o contexto de desenvolvimento do caso (características da escola, alunos e professora) e a explorarem a tarefa matemática que dá nome ao caso, resolvendo-a, discutindo-a e respondendo às questões propostas para a análise no próprio suporte.. Estas

respostas foram registadas por escrito pelas alunas e enviadas à docente por correio eletrónico no final da aula para análise e preparação da discussão de aspetos relevantes a sintetizar no coletivo da turma na aula seguinte.

As três aulas seguintes seguiram a mesma estrutura, embora com focos distintos. Iniciaram-se com uma introdução, feita pela docente, geradora da discussão e da síntese coletiva de aspetos relevantes suscitados pelas respostas escritas das alunas às questões propostas pelo caso e entretanto apreciadas pela professora, entre as aulas. De seguida, as alunas trabalharam autonomamente em pequenos grupos, tendo dedicado cada aula a um tema diferente, correspondente a diferentes fases da aula exploratória: (1) Introdução à tarefa; (2) realização da tarefa; (3) e discussão e sistematização da tarefa.

Após estas aulas, foram pedidos dois trabalhos às alunas. O primeiro foi uma reflexão individual escrita, a entregar ao fim de duas semanas, tendo sido definidos como conteúdos:

1. Análise de duas secções da parte “Reflexão Pós-Aula” do caso multimédia, respondendo às questões que são ali formuladas.
2. Reflexão global sobre o ensino exploratório da Matemática: caracterização deste tipo de ensino; articulação entre as diferentes fases da aula e contribuição de cada uma para o propósito matemático da aula; cuidados a ter na planificação e na concretização deste tipo de ensino; relação entre as ações do professor realizadas para promover a aprendizagem matemática dos alunos e gerir a aula; dificuldades que antevê na concretização deste tipo de ensino.
3. Explicitação concreta das aprendizagens mais relevantes proporcionadas pela realização do trabalho, em especial pela análise do caso multimédia.

O segundo consistiu num trabalho de grupo, tendo sido proposto às alunas planearem e conduzirem na aula de *Didática da Matemática*, durante 90 minutos, tomando como alunas as suas colegas e a docente, uma aula de natureza exploratória sobre um tema matemático previamente combinado, tendo cada grupo escolhido um tema distinto (simetria, medida, pensamento algébrico, estatística). Após a exploração da tarefa matemática na aula, o grupo deveria finalizar com a apresentação da planificação previamente realizada, revelando explicitamente a intencionalidade subjacente a todas as opções tomadas. Estas dinamizações de aulas decorreram durante quatro semanas consecutivas, uma para cada grupo, nos meses de novembro e dezembro. Posteriormente, cada grupo entregou um relatório escrito sobre este trabalho, que incluiu, para além da tarefa e do plano da aula, uma descrição e uma reflexão sobre a aula realmente realizada..

### **Aspetos metodológicos**

Para investigar os contributos do caso multimédia para o desenvolvimento das perspetivas e conhecimentos sobre o ensino da Matemática das alunas que com ele trabalharam, realizámos um estudo de caso, de natureza exploratória, da turma, tentando captar e compreender os significados e os conhecimentos que as alunas revelaram, decorrentes da experiência formativa.

Para tal, e tendo em conta a diversidade e a riqueza dos trabalhos produzidos pelas alunas no decurso da experiência descrita anteriormente, considerámo-los como principais instrumentos de recolha de dados, tendo neste artigo especial relevância as reflexões individuais escritas das alunas sobre as suas aprendizagens relativas ao ensino exploratório da

Matemática. Estas foram sujeitas a análise de conteúdo, adotando-se as quatro categorias relativas ao conhecimento didático referidas na fundamentação teórica: conhecimento curricular, conhecimento matemático, conhecimento sobre os alunos e seus processos de aprendizagem e conhecimento do processo instrucional.

Adicionalmente, foi ainda pedido às alunas o preenchimento de um questionário anónimo *online*, com o objetivo de conhecer as suas impressões sobre o caso multimédia propriamente dito e a sua utilidade para a formação. Por isso, com vista a que ainda tivessem o caso bem presente, esse inquérito foi respondido durante o final de outubro, logo após a conclusão da exploração de todo o caso, sendo obtidas onze respostas. O inquérito era composto por treze questões de resposta fechada, respondíveis numa escala de Lickert com cinco níveis, e por três questões de resposta aberta, que possibilitaram a recolha de opinião mais personalizada das alunas. A análise de conteúdo das respostas abertas do questionário foi organizada em dois itens (aspectos de que gostaram/não gostaram no caso e aspectos do caso que valorizaram para a sua formação).

## **CONTRIBUTOS DA EXPERIÊNCIA DE FORMAÇÃO COM O CASO MULTIMÉDIA**

Sendo este artigo dedicado a analisar a apreciação que as alunas da formação inicial fazem do caso multimédia enquanto recurso formativo e também o seu contributo para o desenvolvimento do conhecimento didático destas futuras professoras no que diz respeito ao ensino exploratório da Matemática, apresentamos os contributos desta experiência organizados nas duas secções referidas.

### **Apreciação sobre o caso multimédia na formação**

Quando auscultadas no inquérito acerca do interesse global do caso multimédia, as alunas não hesitaram em considerá-lo muito interessante, tendo 9/11 atribuído o nível de interesse máximo.

Também na análise do nível de interesse relativamente a cada material específico incluído no caso, as alunas revelaram opiniões muito favoráveis, como se pode observar nos gráficos da Figura 4.



Figura 4: Gráficos relativos ao questionário respondido pelas alunas

Estes gráficos revelam a apreciação positiva que as alunas fizeram do facto de terem diversos materiais à disposição, tendo, em todos os casos, a maioria das respostas recaído no nível mais elevado de interesse.

A análise de conteúdo das respostas abertas do questionário confirma que a diversidade de recursos disponibilizados pelo caso foi um aspeto do agrado das alunas, como se pode ler em excertos de respostas: “A associação de várias ferramentas”; “Fornecer todos os dados referentes à aula, permitindo assim que se torne mais fácil a sua exploração e compreensão.”; “Considero que o site tem algumas características importantes ao nível dos vídeos; das transcrições dos vídeos; da planificação da aula; do quadro das ações intencionais da professora; das sínteses efetuadas no final de cada fase da aula; da existência de documentos de consulta; etc.”.

Os vídeos das aulas foram valorizados sem exceção por todas as alunas, como se pode verificar nas declarações seguintes: “O que reconheço como sendo importante no site são os vídeos”; “os vídeos que proporcionam contacto mais real permitem compreender bem este tipo de aula”. No entanto, é curioso notar que a possibilidade de ouvir as reflexões da professora e dispor de um quadro de referência sobre o ensino exploratório recolhem uma pontuação mais elevada nas questões de resposta fechada, como se observa nos gráficos (cf. figura 4). De facto, na análise de conteúdo das respostas abertas, foi especialmente referida por metade das alunas o gosto e o valor de ter acesso às “perspetivas da professora”, à “experiência transmitida por uma professora de 1.º Ciclo”, ou ainda “a organização/plano da aula da professora e em tudo o que pensou em termos de gestão de interações e aprendizagens dos alunos.”

Por outro lado, em oito das respostas das onze alunas é valorizado o caso sobretudo pela oportunidade de contacto com o ensino exploratório da Matemática, como refletem os seguintes excertos: “a possibilidade de lidar com novas formas de explorar a Matemática, utilizando mais do que o método expositivo”, ou ainda “aprender mais sobre o ensino exploratório”. Certamente que esta valorização do foco do caso estará relacionada com a forte apreciação do quadro de referência sobre o ensino exploratório acima referida.

Regista-se ainda que duas alunas apreciaram o facto de o caso ser, de algum modo, “interativo” e de promover “o fazer pensar” e duas alunas encararam-no ainda como uma forma diferente de abordar um conteúdo do programa da unidade curricular de *Didática da Matemática*, como “um método diferente para a realização de um trabalho”.

### **Contributos para o conhecimento didático sobre o ensino exploratório da Matemática**

Apresentamos, de seguida, os resultados da análise de conteúdo das reflexões individuais escritas das alunas sobre as suas aprendizagens relativamente ao ensino exploratório da Matemática, adotando as quatro categorias relativas ao conhecimento didático referidas na fundamentação teórica.

O foco no ensino exploratório da Matemática, já destacado na análise dos resultados do questionário, ganha força através da análise das reflexões escritas. Na realidade, todas as alunas referem como muito significativa a aprendizagem sobre formas alternativas ao ensino de natureza mais expositiva a que, em geral, se habituaram enquanto alunas de Matemática, tendo assim ampliado o seu conhecimento curricular. Nos seus escritos, algumas alunas perspetivam o ensino exploratório para além de uma metodologia de trabalho na aula, revelando compreensão sobre o que está subjacente a esta prática relativamente à aprendizagem dos alunos e às consequências para o que podem aprender:

O ensino exploratório é um tipo de ensino que permite a participação ativa das crianças, possibilitando-lhes explorar diferentes hipóteses, investigar, retirar conclusões e ideias. As crianças têm assim a oportunidade de construir as suas ideias e conceitos matemáticos, fazendo a sua apreensão, de forma significativa e pela necessidade. Assim, o professor não chega e expõe a matéria, mas coloca problemas e tarefas em que as crianças consigam chegar a esse conhecimento. (A?)

Ao longo da exploração do caso multimédia fui-me apercebendo de quão significativas eram as aprendizagens dos alunos ao resolverem estas tarefas e a importância extrema que assumem no desenvolvimento de várias capacidades nos alunos.

O contacto com o caso e, em especial, o ouvir o testemunho da professora sobre a respetiva prática parece também ter criado a oportunidade de algumas alunas se aperceberem da multiplicidade de ações que precisam de executar numa aula e da importância de essas ações serem articuladas e orientadas por propósitos que reflitam as intenções que o professor tem para as aprendizagens da turma:

Também aprendi como se dividem as intenções das ações do professor no ensino exploratório, tendo sempre em conta as aprendizagens das crianças e a gestão da aula, tarefas do professor a efetuar em simultâneo. Quanto a isto acho que nunca pensei muito, pois acho que já é inconsciente fazer uma planificação, tendo em

conta estas duas vertentes, apesar de talvez não ter consciência de algumas intencionalidades.

É interessante apontar o testemunho de uma aluna que, para além de se referir ao papel do aluno, explicitamente perspetiva também o papel do professor nesta modalidade de ensino, que considera mais rica e desafiante quando comparada com a que terá como sua referência:

Em suma, fiquei entusiasmada com o trabalho de ensino exploratório, pois torna-se mais desafiante e rico para ambos os intervenientes.

Muitas das alunas revelaram também aprendizagens no que diz respeito a um outro domínio do conhecimento didático: o conhecimento matemático. Neste caso, as suas referências não são tanto sobre matemática propriamente dita, mas sim sobre o reconhecimento da necessidade de o professor possuir um bom domínio dos conhecimentos matemáticos, que lhe permita sentir-se apto a lidar de forma flexível com as questões e os raciocínios próprios dos alunos, de modo a ir ao seu encontro e promover as suas aprendizagens:

Outra aprendizagem que retirei foi sobre o conhecimento matemático que o professor tem de possuir para garantir as aprendizagens dos alunos: dominar os conceitos, destreza no cálculo mental, entre outros... Este caso multimédia mostra bem o domínio da professora Célia na tarefa e o à-vontade com que esta age junto dos alunos.

Uma dificuldade que eu antevejo é com a matemática. O professor tem de saber muito bem resolver as tarefas de várias maneiras para poder acompanhar e perceber os raciocínios dos alunos, que são muito à frente quando comparados com os nossos.

Temos de lidar com a matemática de outra maneira, não é só explicar o que vem no manual, que é explicado corretamente, e depois fazer os exercícios sempre da mesma maneira, da maneira ensinada. (...) Temos de dedicar mais atenção à parte matemática na planificação.

Relativamente ao conhecimento dos alunos e dos seus processos de aprendizagem, as alunas manifestaram aprendizagens diversas. Há um sentimento generalizado de surpresa perante o que os alunos conseguem fazer quando lhes é dada oportunidade, que remete para um elevar das expectativas acerca das capacidades matemáticas dos alunos:

Observei a importância de dar atenção às crianças e de não menosprezar as suas capacidades, ideias e competências, devendo ter em atenção os seus conhecimentos prévios e a forma como podemos ampliar esses mesmos conhecimentos e aprendizagens.

Um outro aspeto focado relativamente às aprendizagens dos alunos tem a ver com a importância destes disporem de um tempo próprio para poderem pensar por si mesmos, eventualmente apoiados pelo professor. As alunas caracterizam também o tipo de apoio que o professor deve prestar, de modo a ir ao encontro das necessidades dos alunos e a mantê-los focados na atividade matemática, transparecendo aqui a ideia de que o papel dos alunos na aula é muito mediado pelo papel que o professor lhe atribui:

Aprendi a respeitar a autonomia dos alunos e o tempo de cada um no trabalho individual de exploração.

O professor deve achar formas de ajudar o aluno a fazer progressos sem lhes dar a resposta e solução, deixando-o pensar por si próprio, e utilizar, por exemplo, questões que lhes permitam pensar. Gerir a aula é algo bastante importante e que se tem de ter em conta, na medida em que a interação dos alunos e dos grupos deve ser promovida de forma respeitada e sempre em torno das necessidades dos alunos. É importante que o professor faça uma boa gestão para que os alunos não se dispersem e para que não percam o interesse no que estão a fazer.

Ainda um outro aspeto relacionado com o conhecimento sobre o processo de aprendizagem dos alunos prende-se com a importância das interações entre estes, nomeadamente no contexto do trabalho de grupo, reconhecendo-se o papel das suas vozes na clarificação das ideias e dos raciocínios:

Além disso, compreendi como o trabalho de grupo pode ser tão vantajoso na medida em que os alunos se envolvem, se ajudam, se respeitam, cooperam, e se desenvolvem socialmente. Tal como a professora disse num dos vídeos, por vezes os alunos entendem melhor o que o colega do lado diz, do que o que a professora, funcionando este como um “tradutor”.

Mas foi relativamente ao conhecimento do processo instrucional que mais se manifestaram as alunas, reconhecendo de forma muito generalizada diversos aspetos que incidem quer sobre a planificação, quer sobre a condução da aula, apontando, em muitos casos, conhecimentos bastante específicos associados às práticas de ensino exploratório, e sobre cada fase da aula.

Relativamente à planificação, as alunas reconhecem a importância da sua realização e com um nível de detalhe elevado que lhes permita lidar, nomeadamente, com a exploração matemática que pretendem fazer e acautelar que esta seja bem sucedida com os alunos. Não se trata, portanto, apenas de gerir a imprevisibilidade, mas trata-se de um suporte para gerir o que se consegue prever:

Quanto à planificação, esta mostrou-se um instrumento bastante útil nas propostas que se pretendem realizar, pois o professor pode antever as propostas, explicar as suas ideias, estratégias, recursos, permitindo assim guiar-se e garantir que não falha nada.

Realizámos o plano de aula de acordo com o plano da professora Célia, que nos orientou e nos ajudou na gestão da aula e na promoção de aprendizagens. Não nos baseámos somente no plano, também consultámos o quadro [de referência do ensino exploratório].

O cuidado e o envolvimento do professor na estruturação de uma aula de ensino exploratório foi outro aspeto que me surpreendeu. O trabalho prévio do professor, o cuidado elaborado na introdução tarefa mostrou-me que o trabalho em sala de aula vai muito além da prática diária com os alunos.

Já no que diz respeito à condução da aula, as alunas revelaram-se de algum modo surpreendidas com a importância da estruturação da aula em fases bem delimitadas, cada uma

com um propósito concreto, mas todos inter-relacionados de modo a dar sentido ao todo da atividade matemática desenvolvida:

Percebemos também que todas as etapas [da aula]: introdução da tarefa, realização da tarefa, discussão da tarefa e sistematização são essenciais para a compreensão da tarefa, dando-lhe sentido, e que a sua ligação tem de ser cuidada.

Por fim, a última aprendizagem importante que tive foi da organização de uma aula de ensino exploratório, talvez a mais importante de todas, pois tinha noção de algumas das fases, mas não da constituição completa. Todas as fases de uma aula de ensino exploratório são muito importantes no seu decorrer e nenhum deve ser ignorada, pois todas elas se complementam.

Considerando os aspetos mais concretos apontados pelas alunas, algumas revelaram-se bastante sensíveis à importância da gestão do tempo de modo a que os alunos possam ter a possibilidade de pensar e de responder por estratégias próprias às tarefas que lhe são propostas:

Perante a realização deste trabalho e das pesquisas que foram sendo realizadas, percebemos que é fundamental dar tempo para as crianças responderem às questões, para procurarem e experimentarem ideias.

Um outro aspeto bastante concreto referido tem a ver com a importância do uso de materiais e com a perceção da sua função, não como elemento de motivação dos alunos, mas como suporte à compreensão e aprendizagem matemática:

Pensamos que o material facultado são recursos importantes quer para introduzir a tarefa, quer para apoiar a apropriação da mesma por parte dos alunos.

É ainda de referir outro aspeto que surge recorrentemente nas ideias das alunas e que tem a ver com a importância do tipo de comunicação que promovem, nomeadamente com a importância de usarem um discurso interrogativo constituído por boas questões que ajudem os alunos a expressar as suas dúvidas e os seus raciocínios. Algumas alunas sublinham também o valor das questões e de ouvir as respostas dos alunos como forma de o próprio professor ter acesso ao modo como realmente os alunos pensam:

As questões que o professor coloca, que para nós era algo irrefletido, tornam-se uma ferramenta imprescindível, na medida em que não só ajudam os alunos a compreender e explicar os seus raciocínios, como também ajudam o professor a observar e compreender se as crianças entenderam o enunciado e as questões do problema.

Em suma, podemos afirmar que as alunas revelam, no final desta experiência formativa com base no caso multimédia, um conhecimento didático relativo ao ensino exploratório bastante completo e, além disso, manifestam vontade de o vir a praticar.

## CONCLUSÕES

Esta experiência de formação inicial com um caso multimédia corresponde a uma das primeiras que realizamos e relativamente à qual tínhamos bastante expectativas. Foi uma experiência encorajadora, tendo em conta que as alunas manifestaram grande gosto por ela,

apreciando muito favoravelmente o caso multimédia que foi usado enquanto recurso na formação. Para além dos aspetos assinalados pelas futuras alunas na secção anterior, sistematizamos, para concluir, algumas ideias e questões que esta experiência nos suscita.

Parece-nos indiscutível que o contacto com o caso representou uma mais valia muito significativa para estas alunas. Por um lado, confirmamos o seu poder como estratégia de dar a conhecer uma realidade nova no que diz respeito ao ensino da Matemática (Alsawaie & Alghazo, 2009; Koc et al., 2009), que se torna credível e autêntica aos olhos das alunas, por retratar, em contexto, com professora e alunos reais, um tipo de ensino que elas, segundo afirmou a maioria, nem idealizavam.

Note-se que proporcionar o contacto real e completo com a prática de ensino, incluindo não só a voz da professora que explana o seu pensamento, a sua intencionalidade, as dúvidas com que se deparou e as decisões que tomou, isto é, a racionalidade que permite dar sentido às suas ações, bem como outros recursos que fazem parte da narrativa da aula (como o plano, por exemplo) conferem ao caso um carácter de completude que projeta o seu potencial muito para além do uso avulso de vídeos na formação, por exemplo, para uma ilustração pontual de uma sala de aula. Além disso, o facto de o caso incluir diversos recursos, nomeadamente artigos teóricos e o quadro de referência do ensino exploratório, que as alunas muito apreciaram, facilita o estabelecimento da relação entre a prática e a teoria (Koc et al., 2009), que é por vezes difícil de articular na formação inicial. Como precisamente afirma uma aluna no seu relatório, “(a) análise de um caso real é uma mais valia para a nossa compreensão de como se faz e de como se passa, é uma prática que complementa a teoria”.

Um terceiro aspeto que merece a nossa atenção tem a ver com o carácter interativo do caso, que, ao questionar e interpelar as alunas, obriga-as a identificar o que é importante ou decisivo na situação de ensino em análise e a raciocinar sobre os acontecimentos particulares e a relacioná-los com princípios mais amplos de ensino e aprendizagem, desenvolvendo, assim, a capacidade de reparar (van Es & Sherin, 2008), tão importante para um profissional de educação.

Parece-nos também indesmentível que esta experiência formativa contribuiu para que as alunas desenvolvessem um conhecimento didático substancial relativamente às práticas de ensino exploratório da Matemática. A maioria das alunas elencou, nas suas reflexões, um conjunto de aspetos muito importantes a ter em conta por quem deseja praticar um ensino desta natureza, que incluem conhecimentos dos quatro domínios do conhecimento didático e, como era de esperar, muitos destes conhecimentos incidem sobre o processo instrucional, que se desvela muito naturalmente no caso, focando quer aspetos relacionados com a planificação, quer com a condução da aula.

Uma interrogação que nos fica tem a ver com o papel do caso na experiência formativa. Certamente que ele teve um papel decisivo, mas a experiência, como já relatado, contou também com momentos de discussão e sínteses por parte da docente desta turma; além disso, as alunas, em grupo, desenvolveram elas próprias alguma prática de ensino exploratório da Matemática, que não coube aqui analisar.

Uma observação que não podemos deixar de fazer tem a ver com os múltiplos olhares que o caso permite. Na realidade, o caso pretende retratar o ensino exploratório da Matemática, mas a reflexão que proporciona torna-se relevante para discutir e perspetivar o ensino e a aprendizagem da Matemática, mesmo pelos que advogam outro tipo de ensino. A natureza

das tarefas e o seu papel, como se estrutura uma aula, que recursos são mobilizados para promover as aprendizagens, a comunicação na aula, o papel do professor e do aluno, em que consiste aprender Matemática são certamente temas que merecem atenção por parte de todos os profissionais da educação.

### Referências

- Alsawaie, O. N. & Alghazo, I. M. (2010). The effect of videobased approach on prospective teachers' ability to analyze mathematics teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 13(3), 223-241.
- Anghileri, J. (2006). Scaffolding practices that enhance mathematics learning. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 9, 33-52.
- APM (1998). *Matemática 2001: Diagnóstico e recomendações para o ensino e aprendizagem da Matemática*. Lisboa: APM.
- Ball, D. & Bass, H. (2003). Making Mathematics reasonable in school. In J. Kilpatrick, W. Martin & D. Schifter (Eds.), *A research companion to Principles and Standards for School Mathematics* (pp. 27-44). Reston, Va: National Council of Teachers of Mathematics.
- Ball, D., Lubienski, S. & Mewborn, D. (2001). Research on teaching mathematics: The unsolved problem of teachers' mathematical knowledge. In V. Richardson (Ed.). *Handbook of research on teaching* (pp. 433-456). Washington: AERA.
- Boavida, A. (2005). *A argumentação em Matemática: Investigando o trabalho de duas professoras em contexto de colaboração*. Lisboa: APM.
- Boavida, A., Paiva, A. L., Cebola, G., Vale, I. & Pimentel, T. (2008). *A experiência matemática no ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação, Direção-Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular.
- Brown, S. & McIntyre, D. (1993). *Making sense of teaching*. Buckingham: Open University Press.
- Brunvand, S. (2010). Best practices for producing video content for teacher education. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 10(2), 247-256.
- Canavarro, A. P. (2003). *Práticas de ensino da Matemática: Duas professoras, dois currículos* (Tese de doutoramento, Universidade de Lisboa). Lisboa: APM.
- Canavarro, A. P., Oliveira, H. & Menezes, L. (2012). Práticas de ensino exploratório da Matemática: O caso de Célia. In A. P. Canavarro, L. Santos, A. Boavida, H. Oliveira, L. Menezes & S. Carreira (Eds.), *Investigação em Educação Matemática – Práticas de ensino da Matemática: Atas do EIEM2012* (pp. 255-266). Vila Viçosa: SPIEM.
- Canavarro, A. P. (2008). Raciocínio matemático: Uma questão de confiança. *Educação e Matemática*, 100, pp. 34-36.
- Canavarro, A. P. (2011). Ensino exploratório da Matemática: Práticas e desafios. *Educação e Matemática*, 115, 11-17.
- Canavarro, A. P., & Santos, L. (2012). Explorar tarefas matemáticas. In A. P. Canavarro, L. Santos, A. Boavida, H. Oliveira, L. Menezes & S. Carreira (Eds.), *Investigação em Educação Matemática – Práticas de ensino da Matemática: Atas do EIEM2012*, 99-104.

- Canavarro, A. P. & Santos, L. (2012). Explorar tarefas matemáticas. In A. P. Canavarro, L. Santos, A. Boavida, H. Oliveira, L. Menezes & S. Carreira (Eds.), *Investigação em Educação Matemática – Práticas de ensino da Matemática: Atas do ELEM2012* (pp. 99-104). Vila Viçosa: SPIEM.
- DEB (2001). *Curriculo Nacional do Ensino Básico, Competências essenciais*. Lisboa: DEB/ME.
- Franke, K. L., Kazemi, E. & Battey, D. (2007). Mathematics teaching and classroom practice. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 225-356). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Kersting, N. B., Givvin, K. B., Thompson, B. J., Santagata, R. & Stigler, J. W. (2012). Measuring usable knowledge: Teachers' analyses of mathematics classroom videos predict teaching quality and student learning. *American Educational Research Journal*, 49, 568-589.
- Koc, Y., Peker, D. & Osmanoglu, A. (2009). Supporting teacher professional development through online video case study discussions: An assemblage of preservice and inservice teachers and the case teacher. *Teacher and Teacher Education*, 25, 1158-1168.
- Llinares, S. & Valls, J. (2009). The building of preservice primary teachers' knowledge of mathematics teaching: Interaction and online video case studies. *Instructional Science*, 37, 247-271.
- MacGraw, R., Lynch, K., Koc, Y., Budak, A. & Brown, C. (2007). The multimedia case as a tool for professional development: An analysis of online and face-to-face interaction among mathematics preservice teachers, in-service teachers, mathematicians, and mathematics teacher educators. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 10, 95-121.
- Ministério da Educação (2007). *Programa de Matemática do Ensino Básico*. Lisboa: Ministério da Educação: Direção-Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular.
- Moss, J., Beaty, R., McNab, S. L. & Eisenband, J. (2005). The potential of geometric sequences to foster young students' ability to generalize in Mathematics. <http://www.brookings.edu/gs/brown/algebraicreasoning.htm>
- National Council of Teachers of Mathematics (1994). *Normas profissionais para o ensino da matemática*. Reston, VA: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Lisboa: IIE, APM.
- National Council of Teachers of Mathematics (2003). J. Kilpatrick, W. Martin, & D. Schifter (Eds.), *A research companion to Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Va: National Council of Teachers of Mathematics.
- Oliveira, H., Menezes, L. & Canavarro, A. P. (2012). The use of classroom videos as a context for research on teachers' practice and teacher education. In *Pre-Proceedings of 12th International Congress on Mathematical Education, Seoul, Korea* (pp.4280-4289).
- Pacheco, J. A. (1996). *Curriculo: Teoria e praxis*. Porto: Porto Editora.
- Ponte, J. P. (2001). A investigação sobre o professor de Matemática: Problemas e perspetivas. *Educação Matemática em Revista*, 11, 10-13.
- Ponte, J. P. (2005). Gestão curricular em Matemática. In GTI (Ed.), *O professor e o desenvolvimento curricular* (pp. 11-34). Lisboa: APM.
- Ponte, J. P., Oliveira, O., Canavarro, A. P. et al. (2012). Práticas profissionais dos professores de Matemática: O projeto P3M. In H. Pinto, H. Jacinto, A. Henriques, A. Silvestre

- & C. Nunes (Orgs.), *Atas do XXIII Seminário de Investigação em Educação Matemática* (p. 777). Lisboa: APM.
- Ruthven, K., Hofmann, R. & Mercer, N. (2011). A dialogic approach to plenary problems synthesis. In B. Ubus (Ed.), *Proc. 35th Conf. of the Int. Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 4, pp. 81-88). Ankara, Turkey: PME.
- Santagata, R. & Guarino, J. (2011). Using video to teach future teachers to learn from teaching. *ZDM Mathematics Education*, 43, 133–145.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Sowder, J. T. (2007). The mathematical education and development of teachers. In F. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 157-223). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Stein, M. K. & Smith, M. S. (1998). Mathematical tasks as a framework for reflection: From research to practice. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 3, 268–275.
- Stein, M. K., Engle, R. A., Smith, M. S. & Hughes, E. K. (2008). Orchestrating productive mathematical discussions: Helping teachers learn to better incorporate student thinking. *Mathematical Thinking and Learning*, 10(4), 313-340.
- van Es, E. A. & Sherin, M. G. (2008). Mathematics teachers learning to notice in the context of a video club. *Teacher and Teacher Education*, 24, 244–276.
- Wilson, H., Sztajn, P., Edgington, C., Myers, M. & Decuir-Gunby, J. (2013). Learning trajectories and student-centered teaching practices. In A. M. Lindmeier & A. Heinze (Eds.), *Proceedings of the 37th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 4, pp. 409-416.) Kiel, Germany: PME.
- Yackel, E. & Cobb, P. (1996). Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27, 458-477.