

18. Casos multimédia na formação de professores que ensinam Matemática

Hélia Oliveira

Instituto de Educação, Universidade de Lisboa

hmoliveira@ie.ulisboa.pt

Ana Paula Canavarro

Universidade de Évora

e UIDEF, Instituto de Educação,

Universidade de Lisboa

apc@uevora.pt

Luís Menezes

Escola Superior de Educação de Viseu e CI&DETS

menezes@esev.ipv.pt

- **Resumo:** Este capítulo apresenta um dispositivo de formação assente na utilização de casos multimédia com professores e futuros professores que ensinam Matemática nos diversos níveis e ciclos de ensino, que foi desenvolvido no âmbito do projeto P3M. Procura discutir o conceito de recurso multimédia que foi adotado e destaca as linhas orientadoras que presidiram à sua conceção e as opções que foram tomadas na sua construção. Para explicitar a natureza dos casos multimédia construídos, apresenta-se um deles, ilustrando o seu conteúdo com comentários e produções escritas de um grupo de futuros professores que o analisou. O capítulo procura também enquadrar as experiências de formação com os casos multimédia, que se encontram descritas nos capítulos seguintes deste livro, e discutir as potencialidades que os casos revelam assim como as questões que se levantaram quanto à sua utilização em diferentes contextos formativos.

- **Palavras-Chave:** Casos multimédia, formação de professores, ensino exploratório da Matemática.

Introdução

Uma das vertentes do projeto P3M consistiu na construção de casos multimédia para a formação em contextos diversificados, incluindo a formação inicial e contínua de professores, assente numa perspetiva de desenvolvimento de conhecimento didático sobre o ensino exploratório (Canavarro, Oliveira, & Menezes, 2014). Reconhecendo o desafio da introdução de metodologias de trabalho inovadoras na sala de aula, como é o ensino exploratório, os casos multimédia pretendem retratar práticas de professores experientes que partem da exploração de tarefas matemáticas desafiantes e desenrolam a aula valorizando a atividade dos alunos em torno da tarefa, conferindo um papel de destaque à comunicação matemática em sala de aula, em particular, criando momentos de discussão e sistematização das aprendizagens realizadas pelos alunos.

Os casos multimédia concebidos incidem nos diferentes ciclos do ensino básico e o ensino secundário e congregam uma variedade de recursos, em que os vídeos de sala de aula representam uma dimensão importante, complementada com artefactos ligados tanto à preparação da aula, como à reflexão do professor após a aula. Designar estes recursos por “casos” remete-nos para a sua particularidade – um caso de uma aula de ensino exploratório da Matemática – mas simultaneamente conduz, através da sua análise, à representação de ideias mais gerais sobre este tipo de ensino, permitindo múltiplas leituras e interpretações (McGraw, Lynch, Koc, Budak, & Brown, 2007).

Este capítulo enquadra o trabalho que foi feito no projeto em torno da elaboração e uso de casos multimédia na formação inicial e contínua de professores, estando organizado em cinco partes. Após esta introdução, fazemos um breve enquadramento relativo ao uso de recursos multimédia na formação de professores, em particular do vídeo. De seguida apresentamos as linhas orientadoras e o processo de construção dos casos multimédia. Exemplificamos depois a estrutura e conteúdo dos casos multimédia, com o caso referente ao 3.º ciclo. Por último, ilustramos e discutimos as principais ideias que sustentam a formação inicial e contínua de professores de Matemática recorrendo aos casos multimédia do projeto P3M, e colocamos questões para aprofundamento.

Recursos multimédia na formação de professores

Nesta secção apresentamos um breve estado da arte relativo à investigação sobre o uso de recursos multimédia na formação de professores, começando por discutir as suas potencialidades enquanto representação privilegiada da aula e concluímos com a discussão do seu uso na formação de professores.

Importa começar por referir que assumimos os recursos multimédia como recursos em que os vídeos são uma componente essencial, não obstante possam existir outros elementos que os constituam – como artefactos da aula, produções matemáticas dos alunos, etc. A proliferação do uso dos vídeos na formação de professores é um facto nos últimos anos, resultante do acesso muito facilitado a dispositivos simples de uso corrente que captam som e imagem com qualidade suficiente, sem complicações logísticas e em tempo real – e dos quais os professores, os formadores e as instituições de formação dispõem (Brunvand, 2010). Contudo, o uso dos vídeos na formação ultrapassa o deslumbramento pela novidade tecnológica; a possibilidade de aceder a imagem e som da aula tal como ela é, permite proporcionar uma representação real de um objeto multifacetado e complexo, ampliando a oportunidade de o conhecer e de o estudar.

Na realidade, os vídeos proporcionam de forma única descrições da sala de aula. 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 e ao ambiente da aula (Alsawaie & Alghazo, 2010; Koc, Peker, & Osmanoglu, 2009; McGraw et al., 2007). Pela grande riqueza de elementos que conseguem capturar, os vídeos de sala de aula permitem uma reflexão sustentada sobre aspetos específicos da aula. Um caso particularmente interessante diz respeito às interações diversas que ocorrem em sala de aula, entre professor e alunos e entre alunos (Koc, Peker, & Osmanoglu, 2009; van Es & Sherin, 2008).

A possibilidade de aceder a esta representação da aula e, por conseguinte, da prática do professor que a conduz, é tanto mais relevante quanto mais complexa é a prática de ensino. Tal é o caso das práticas de ensino exploratório da Matemática (Canavarro, Oliveira, & Menezes, 2014). O contacto com estas práticas de ensino nem sempre é fácil, oportuno ou mesmo possível no dia-a-dia dos professores ou futuros professores. 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 numa pluralidade de aspetos, nomeadamente no que diz respeito aos aspetos estruturais e organizacionais da aula atendidos pelos professores (Stein, Engle, Smith, & Hughes, 2008), ou a aspetos decorrentes da dinâmica da aula, como a experiência matemática desenvolvida pelos alunos ou a comunicação matemática em que se envolvem (Menezes, Guerreiro, Martinho, & Tomás Ferreira, 2014).

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 de professores de Matemática (Llinares & Valls, 2010; Santagata & Guarino, 2011). No entanto, em Portugal, a investigação sobre esta utilização está ainda a dar os primeiros passos e não tem dado conta de trabalhos continuados com o uso desta tecnologia e, nomeadamente, com o foco sobre o ensino exploratório da Matemática.

São diversas as potencialidades que se atribuem aos vídeos no contexto da formação, fazendo deles recursos produtivos. Por se constituírem como uma possibilidade de representação da prática, facultam aos formandos que a visionam a descrição e análise dessa prática. Esta situação convida a que cada formando possa imaginar-se protagonista da situação, e que ative e mobilize os conhecimentos que colocaria em ação numa situação real de ensino semelhante (Kersting, Givvin, Thompson, Santagata, & Stigler, 2012). Destaca-se assim a ideia do vídeo como um recurso para a promoção da reflexão do próprio formando, eventualmente entre pares e com o apoio do formador, sobre a sua própria prática, suscitada pelo confronto com a prática de terceiros.

A ideia de promoção da capacidade de os professores refletirem sobre o que é essencial na prática é especialmente assinalada por van Es e Sherin (2008), que se referem ao uso de vídeos como promotores do desenvolvimento da capacidade de “reparar” (*noticing skill*). Apontam-lhe 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). Outros autores sublinham que a procura de coerência ou razoabilidade das práticas profissionais analisadas por professores permite-lhes estabelecer uma ligação

entre a prática e o conhecimento teórico sobre o ensino (Koc, Peker, & Osmanoglu, 2009) que, muitas vezes, em outros cenários, pode parecer artificial ou difícil de se concretizar.

Os vídeos têm também sido utilizados na formação de professores com propósitos mais focalizados, com são exemplos observar os raciocínios dos alunos, analisar o papel do professor, caracterizar o discurso de sala de aula ou contactar com práticas inovadoras (Koc, Peker, & Osmanoglu, 2009; McGraw et al., 2007; Santagata & Guarino, 2011). Destacamos este último aspeto reportando-nos ao ensino exploratório da Matemática, foco do nosso interesse. Por se tratar de práticas complexas e muito exigentes que colocam desafios diversos ao professor (Canavarro, Oliveira, & Menezes, 2014), e por se distinguirem significativamente das práticas mais usuais de ensino da Matemática (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, desenvolvendo o seu conhecimento didático (Canavarro, 2003; Ponte, 2012). O contributo dos vídeos de aula no desenvolvimento do conhecimento didático dos professores, da sua prática profissional e da capacidade de refletir e dar sentido a situações de sala de aula, são aspetos sublinhados por Koc et al. (2009) e Llinares e Valls (2010).

Sumariando a investigação referida, parece ser evidente o valor do uso dos vídeos na formação de professores dos diversos níveis, sendo estes um recurso com muitas potencialidades para o desenvolvimento profissional. Por um lado, proporcionam um contacto facilitado com práticas de ensino reais, de forma bastante completa, dando a conhecer abordagens ao ensino que podem ser novas e desafiantes para quem assim lhes acede (Alsawaie & Alghazo, 2010; Koc, Peker, & Osmanoglu, 2009). Por outro lado, permitem a criação de contextos formativos focados na análise das evidências da prática videogravada, que pode ser visualizada as vezes necessárias, individualmente ou no coletivo, para aprofundar a reflexão e o conhecimento didático associado a essa prática, com vista a capacitação do formando para a concretizar (Koc, Peker, & Osmanoglu, 2009; Llinares & Valls, 2010).

Conceção de casos multimédia para a formação

Neste ponto abordamos as linhas orientadoras gerais subjacentes à conceção dos casos multimédia do projeto P3M, os passos dados para a sua construção e os casos desenvolvidos¹.

Linhas de orientação

Os casos multimédia, inspirados na investigação apresentada anteriormente sobre vídeos na formação de professores de Matemática, têm características próprias que assentam numa determinada conceção sobre o uso destes recursos, tendo em vista criar condições para o desenvolvimento da prática letiva, do conhecimento didático e da capacidade refletir e dar sentido a situações de sala de aula, ligando intenções e ações (Alsawaie & Alghazo, 2010; Koc et al., 2009; Llinares & Valls, 2010). A prática letiva do professor que se procura promover com estes casos multimédia, focada no ensino exploratório da Matemática, é entendida como as suas ações regulares e as intenções que lhe estão subjacentes (Canavarro, Oliveira, & Menezes, 2014).

As linhas gerais para a construção dos casos multimédia têm paralelo nas estratégias que Brunvand (2010) propõe. Estes materiais devem desafiar os professores para diversas perspetivas e tarefas, colocar desafios explícitos, confrontar os professores com o processo de gestão curricular, disponibilizar comentários do professor e perspetivas alternativas e facultar ferramentas de reflexão (Brunvand, 2010).

No projeto P3M, assumimos, desde início, que o conteúdo dos casos deveria ir para além dos vídeos de sala de aula, incorporando também outros elementos que contribuíssem para uma visão mais completa e integrada da prática, como as planificações de aula feitas pelos professores, excertos de entrevistas aos professores sobre as aulas que iriam lecionar (captando as suas intenções) e sobre as suas

1 A criação deste dispositivo de formação assente nos casos multimédia teve a contribuição de várias pessoas. O nosso sincero agradecimento vai em primeiro lugar, para os professores Célia Mestre, Cláudia Torres, Fernanda Tavares e Paulo Oliveira pela disponibilidade e generosidade em partilharem connosco a sua sala de aula, sem os quais este trabalho não teria sido possível. Assinalamos a dedicação e o profissionalismo da Ana Paula Gil, bolsreira do projeto P3M, no seu trabalho de recolha e edição de materiais para os casos multimédia. Agradecemos, ainda, à equipa do projeto que connosco discutiu os casos e, em particular, aos colegas que também os usaram em diferentes contextos de formação, proporcionando uma reflexão mais aprofundada sobre este dispositivo.

reflexões pós-aula, resoluções das tarefas pelos alunos no decurso da aula. Além disso, e vocacionados para o desenvolvimento profissional do professor, incluímos desafios para passar à prática e também textos de natureza teórica. A Figura 1 procura representar a forma como estes elementos se relacionam nos casos multimédia.



Figura 1 – Elementos dos casos multimédia do projeto P3M.

Os casos multimédia têm subjacente uma estrutura narrativa, propondo-se uma análise que acompanha o desenrolar da “história da aula”, incluindo a sua preparação, condução e reflexão. Assim, propõe-se como ponto de partida uma tarefa matemática que os professores resolvem e discutem enquanto potenciadora de aprendizagens matemáticas (num determinado contexto, antecipadamente conhecido: escola, alunos, professor). A partir daí, e apoiados em questões orientadoras, os formandos têm oportunidade de conhecer as intenções do professor para a aula (através do plano e do próprio discurso do professor sobre a aula). Um elemento importante dos casos são os vídeos de segmentos da aula que, de um modo geral, são curtos (em média entre três e quatro minutos), mas com grande poder ilustrativo do tipo de ensino praticado. Estes vídeos referem-se a todos os momentos do ensino exploratório da aula de Matemática (Canavarro, Oliveira, & Menezes, 2014): a) Introdução da tarefa, b) Realização da tarefa pelos alunos, c) Discussão da tarefa, e d) Sistematização das aprendizagens.

Dada a especificidade de cada um desses momentos, a tipologia de recursos complementares varia um pouco. Por exemplo, para a fase de discussão, são apresentadas as produções matemáticas efetivamente realizadas pelos alunos. Um outro traço comum é o questionamento proposto em cada uma das partes do caso, com a proposta de

questões que visam a análise da prática do professor e que se centram nas ações que dizem respeito à promoção da aprendizagem dos alunos e à gestão da aula.

A análise que é proposta da aula convoca diversos domínios do conhecimento didático do professor, nomeadamente o currículo, a Matemática, os alunos e a sua aprendizagem e o processo instrucional (Canavarro, 2003; Ponte, 2012) e contribui para o seu desenvolvimento e aprofundamento (Figura 2).

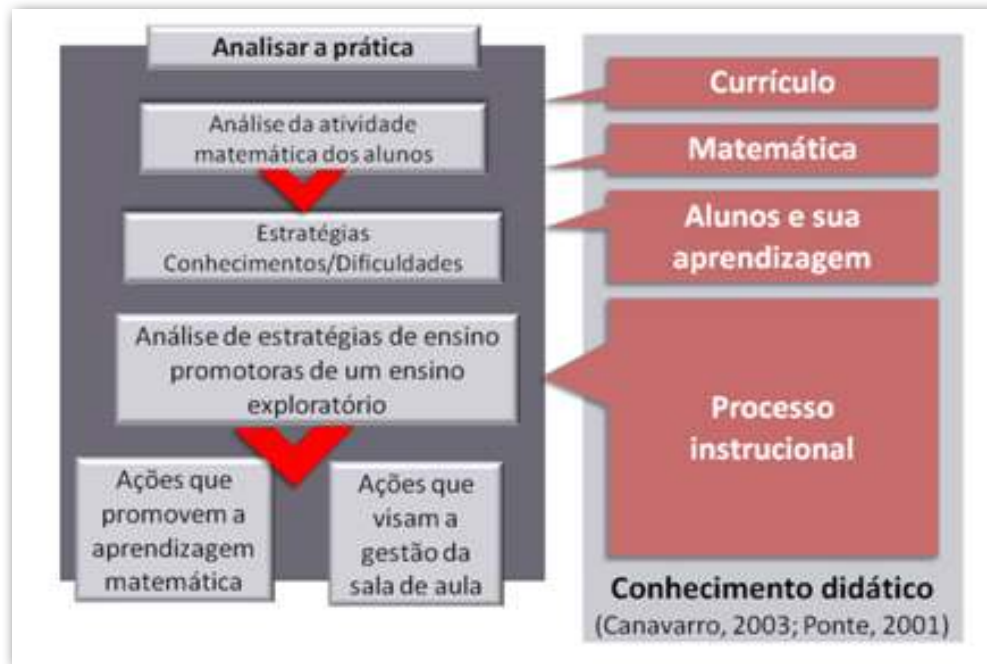


Figura 2 – Análise da prática e domínios do conhecimento didático.

Neste processo, a análise conflui para as ações que promovem a aprendizagem da Matemática pelos alunos e para as que visam a gestão da sala de aula, em cada fase da aula. A partir deste trabalho, complementado com as leituras sugeridas e o texto síntese designado por *Sintetizando*, propõe-se que os professores planifiquem e reflitam sobre aulas de Matemática de cariz exploratório, evidenciando os diversos tipos de ações e o conhecimento didático subjacente.

Construção dos casos multimédia

Os casos têm por base aulas de ensino exploratório da Matemática de professores experientes que se mostraram disponíveis para colaborar conosco. As aulas observadas foram antecipadamente discutidas entre o professor e investigadores da equipa do projeto, no âmbito de uma entrevista, com o objetivo de conhecer as intenções e a planificação do professor para as aulas.

De cada professor foram observadas duas a três aulas (da mesma turma), com a duração de aproximadamente 90 minutos, tendo sido gravadas por duas câmaras de vídeo (uma fixa, no fundo da sala, com plano geral, e outra móvel, que acompanhou os movimentos e as falas do professor no contato com os grupos). As primeiras aulas observadas de cada professor serviram para nos familiarizarmos com a sua prática de ensino e com a turma, e igualmente para que alunos se habituassem à presença das câmaras e dos investigadores na sala aula.

Os dados recolhidos antes e durante a aula foram analisados e serviram de base à realização de uma segunda entrevista ao professor. Esta entrevista, que visou obter a explicação e justificação sobre o desenvolvimento da aula e das ações do professor, incluiu o visionamento conjunto de curtos vídeos da aula. Do material recolhido de cada professor, selecionou-se uma aula e construiu-se um caso multimédia. Os casos foram alojados numa plataforma *online* para serem mais acessíveis, permitirem o trabalho em rede e beneficiarem das funcionalidades da internet.

Os casos multimédia estão organizados em cinco secções principais: Apresentação do caso; A tarefa, A aula, Reflexão pós-aula e Passar à prática (Figura 3).



Figura 3 – Aspeto geral de um caso multimédia.

Na primeira secção apresenta-se o contexto em que decorre a aula e dão-se indicações sobre o uso do caso. Na segunda revela-se a tarefa que serve de ponto de partida para a aula, aula essa que é apresentada a seguir nas suas várias fases. A reflexão pós-aula dá a conhecer a perspetiva do professor sobre acontecimentos das diversas fases da aula. Por fim, a secção Passar à prática desafia os formandos a planearem, conduzirem e refletirem sobre uma aula de Matemática no quadro do ensino exploratório.

Casos multimédia desenvolvidos no projeto P3M

Como se observa na Figura 4, foram desenvolvidos quatro casos multimédia, dos quais três para o ensino básico e um para o ensino secundário.



Figura 4 – Casos multimédia do projeto P3M.

O caso multimédia “Cubos com autocolantes” é relativo a uma turma do 4.º ano (1.º ciclo) de uma escola da região da Grande Lisboa. Na aula, a professora Célia aborda o tema *Números e operações*, tendo em vista o desenvolvimento do pensamento algébrico dos alunos. O caso multimédia “Subidas e descidas dos combustíveis” respeita a uma aula de uma turma do 6.º ano (2.º ciclo) de uma escola da região de Viseu. Na aula, a professora Fernanda trabalha o tema *Números e operações*, visando o desenvolvimento pelos alunos do conceito de percentagem. O caso multimédia do 3.º ciclo, com uma turma do 7.º ano de escola de Lisboa, chama-se “Eleição para o delegado de turma” e nele a professora Cláudia explora a *noção de equação*. Por fim, “Cortes na piza” é o nome do caso multimédia do ensino secundário. A tarefa é desenvolvida por uma turma do 11.º ano de uma escola do distrito de Lisboa. Na aula, o professor Paulo, trabalha o tema *Sucessões*.

O caso multimédia “Eleição do delegado de turma”: Uma narrativa contextualizada

Procuramos nesta secção explicitar como se estruturam e são constituídos os casos multimédia, exemplificando com o caso do 3.º ciclo. Com o intuito de ilustrar como o conteúdo do caso é apropriado pelos formandos, apresentamos comentários e produções escritas de um grupo de futuros professores que analisou o caso numa disciplina de Didática da Matemática, na Universidade de Lisboa (Oliveira & Cyrino, 2013).

Como referimos na secção anterior, todos os casos multimédia elaborados no âmbito do projeto P3M adotam uma estrutura semelhante, organizando-se em cinco secções principais: Apresentação do caso; A tarefa; A aula; Reflexão pós-aula e Passar à prática. Dado que a primeira e a última secções são genéricas, iremos debruçar-nos somente sobre as três restantes, o que nos permite evidenciar a narrativa que foi construída neste caso e que é proposta aos formandos para análise.

Embora o caso multimédia receba o nome da tarefa matemática proposta, os seus verdadeiros protagonistas são a professora e os alunos, isto é, o caso diz respeito à prática da professora e à atividade matemática dos alunos nessa aula. A escolha da tarefa que, neste caso se intitula “Eleição para o delegado de turma” (Figura 5), tem subjacente um conjunto de intenções da professora Cláudia que atendem aos alunos a que se dirige.

Tarefa - “Eleição para o delegado de turma”

A diretora de turma que coordenou o processo de eleição do delegado de turma, informou no final que:

1. Os 30 alunos da turma votaram e não houve votos brancos ou nulos;
2. Apenas três alunos receberam votos: a Francisca, o Lucas e a Sandra
3. O Lucas recebeu menos dois votos que a Francisca;
4. A Sandra recebeu o dobro dos votos que recebeu o Lucas.

Quem ganhou as eleições? Com quantos votos?

Não te esqueças de apresentar e explicar o teu processo de resolução.

Figura 5 – Tarefa “Eleição para o delegado de turma”.

A tarefa matemática

Neste caso, a professora escolheu uma tarefa que considerou ajustar-se aos seus objetivos para uma turma do 7.º ano, no contexto do programa de Matemática de 2007 (ME, 2007), na altura em que estava a terminar a unidade didática dedicada às Equações do 1.º grau. Embora o enunciado da tarefa e o momento em que esta tarefa é proposta pudesse indiciar que se tratava de um problema “para equacionar”, remetendo para uma resolução baseada em procedimentos que tinham sido trabalhados previamente, na realidade a perspetiva da professora sobre esta situação é mais abrangente. A escolha da tarefa decorre da possibilidade de esta ser resolvida por diversas estratégias, com diferentes níveis de sofisticação matemática (tentativa e erro, recurso a tabelas e à noção de sequência e resolução de uma equação). Esta variedade de estratégias, plausível para a professora dado o conhecimento que tem dos alunos, contribuirá, na sua opinião, para:

- reforçar a eficácia que caracteriza a resolução do problema através de uma equação, face a outras possíveis;
- promover conexões entre vários diferentes tópicos no tema da Álgebra daquele ano, de acordo com o programa de matemática então em vigor;
- promover as capacidades de resolução de problemas e comunicação matemática dos alunos.

Para além desses aspetos, segundo a professora, a exploração da tarefa também contribui para clarificar e reforçar noções importantes trabalhadas ao longo da unidade didática, constituindo-se como síntese de conceitos importantes. Como refere:

Vai ser possível discutir os vários tópicos e noções que foram trabalhadas nas equações, nomeadamente a noção de equação, de membro, termo, de redução de termos semelhantes, os princípios de equivalência, o que é uma solução de uma equação, equações equivalentes, portanto, há aqui uma hipótese muito alargada de podermos fazer uma síntese destes conceitos, que também é um objetivo desta aula (excerto da entrevista das Intenções)

Este caso multimédia assenta, assim, numa tarefa com características compatíveis com uma prática de ensino exploratório, de acordo com o quadro adotado em Canavarro, Oliveira e Menezes (2014). O problema selecionado não só permite a resolução através de estratégias diversas, de acordo com o nível de conhecimentos dos alunos, como tem também potencial para promover a reflexão da turma sobre diversos conhecimentos e processos matemáticos e contribuir para o aprofundamento da compreensão matemática dos alunos.

Os comentários dos futuros professores acerca da tarefa matemática “Eleição para o delegado de turma”, após a exploração do caso multimédia, evidenciam que se apropriaram das suas principais características, conseguindo enquadrá-la numa perspetiva mais global relativamente às tarefas que são adequadas no quadro do ensino exploratório.

Este é, portanto, um exemplo de uma aula onde se praticou a ideia de ensino exploratório da matemática, onde se preconiza que os alunos possam trabalhar tarefas interessantes, criando as suas próprias estratégias e construindo conhecimento de uma forma que evidencia a necessidade ou a vantagem de uma determinada ideia, conceito ou procedimento matemático. (Simone)

Verifica-se neste vídeo que existem alunos que para a resolução do problema ainda utilizam uma estratégia aritmética, enquanto outros já utilizam uma estratégia algébrica. A professora refere que estes alunos “já exploraram situações envolvendo regularidades” o que me parece lhes terá permitido fazer uma “ponte” para as equações, nomeadamente através da mobilização dos conhecimentos sobre a generalização simbólica de uma sequência. (Vânia)

Na exploração de cada caso multimédia, os formandos começam por resolver a tarefa para se familiarizarem com a situação de partida. Em seguida, devem responder a um conjunto de questões que visa a perspetivação de como e com que objetivos a tarefa pode ser introduzida numa aula do ensino básico. Os formandos são assim levados a raciocinar sobre as potencialidades da tarefa e também a antecipar possíveis estratégias de resolução dos alunos e dificuldades que estes venham a enfrentar. A inclusão destes dois últimos aspetos de difícil concretização, em particular para os futuros professores – e que por isso recebem uma atenção

particular no caso multimédia – pretende justamente levar os formandos a tomar consciência da exigência desta vertente da prática letiva, antes de a observarem na situação da professora visada no caso.

A aula

Esta constitui a secção principal do caso multimédia, onde se encontra a maior parte dos recursos que suportam a análise a ser realizada pelos formandos e onde é despendida a maior parte do tempo dedicado à exploração do caso. A exploração do caso multimédia é feita de modo sequencial, percorrendo as várias fases da aula, de modo a permitir, por um lado, uma análise centrada na especificidade de cada um desses momentos e, por outro, construir uma narrativa sobre a aula retratada. Para cada uma das quatro fases da aula, apresentam-se três subsecções: Preparação da aula, Concretização da aula e Sintetizando. Debruçamo-nos aqui apenas sobre as duas primeiras dado que o conteúdo da terceira, um texto, é comum a todos os casos, como já referimos, e não envolve um trabalho específico de análise.

A preparação da aula. Esta subsecção, presente nas quatro fases da aula, inclui o plano de aula elaborado e excertos da entrevista com a professora que antecedeu a realização da aula (Intenções). O plano de aula elaborado pela professora está estruturado segundo o modelo da aula em quatro fases mas não é apresentado no caso na sua totalidade, logo de início. O plano é disponibilizado gradualmente ao longo das quatro secções respeitantes às fases da aula; no que diz respeito à primeira fase, são apresentados apenas os aspetos gerais da aula (tópicos, objetivos específicos e recursos) e a forma como a professora pensa introduzir a tarefa (Figura 6).

Com esta opção pretende-se levar os formandos a focarem a sua atenção na especificidade das ações e intenções da professora em cada uma destas fases da aula, contribuindo para uma análise mais aprofundada da prática de ensino exploratório da Matemática. Deste modo, por exemplo, no que diz respeito à fase de *introdução da tarefa*, pretende-se que compreendam que o sucesso da aula não passa só pela qualidade e adequabilidade da tarefa mas que o professor tem de garantir que os alunos se apropriam da tarefa e se sentem desafiados para a sua resolução. Neste caso, a professora, para além de mostrar preocupação com a clarificação da situação de partida, manifesta a intenção de salientar e valorizar a diversidade de estratégias que os alunos podem vir a adotar, o que vai ao encontro do seu propósito para esta aula. Deste modo, promove também a adesão à tarefa, embora não estabelecendo conexões com experiências anteriores, para não condicionar a escolha da estratégia

pelos alunos. A professora salienta ainda aspetos ligados com a organização do trabalho, procurando garantir as condições para a realização da tarefa e, em particular, da discussão das resoluções dos alunos.

Sumário (no final da aula)	
Exploração da tarefa "Eleição para o delegado de turma" com recurso ao materiais: "Hands-on-equations". Síntese e conclusão da unidade das equações.	
Tópicos/Subtópicos	
Noção de equação – Demonstração e utilização dos materiais hands-on-equations.	
Objetivos específicos	Recursos
<ul style="list-style-type: none"> • Noção de equação. • Significado de membro e termo. • Significado de incógnita e solução da equação. • Noção de equações equivalentes 	<ul style="list-style-type: none"> Papel e lápis Materiais hands-on-equations Ficha de trabalho Manual
Capacidades transversais	
• Resolução de problemas; • Raciocínio matemático; • Comunicação matemática.	
Desenvolvimento da aula	
Apresentação da tarefa e definição da metodologia de trabalho: (5 min)	
A aula terá início com a proposta de realização da tarefa "Eleição do delegado de turma". Depois de distribuído o documento da tarefa, será feita a leitura do enunciado por um dos alunos da turma, com o objetivo de garantir se há alguma dúvida na linguagem, nomeadamente o significado de voto nulo e voto branco, e é explicado aos alunos que o objetivo da tarefa é encontrar o vencedor das eleições e com quantos votos ficou cada um dos candidatos. Para isso os alunos podem recorrer às estratégias de resolução do problema que acharem pertinente e deve ficar claro que têm que apresentar o seu raciocínio e conjeturas, assim como a estratégia que usaram, não esquecendo a resposta ao problema. Valorizar a apresentação de diferentes estratégias de resolução do problema. A tarefa pode ser realizada a pares e os alunos têm que estar preparados para apresentar a sua resolução à turma. Finalmente, fica definido 10 minutos de trabalho autónomo para realização do problema.	

Figura 6 – Primeira parte do plano de aula elaborado pela professora.

Uma das futuras professoras que analisou este caso multimédia salienta, na sua reflexão, a necessidade de o professor contemplar, na sua prática, o planeamento desta fase da aula, relacionando-a com o que observou na aula em análise:

O professor deverá, então, contemplar no seu plano de aula, um momento de esclarecimento de dúvidas de interpretação e de explicitação da metodologia de trabalho a desenvolver. No episódio analisado, a professora planeou e realizou na sua aula, um momento de leitura do enunciado em grande grupo, destinado à discussão do significado dos conceitos que poderiam suscitar algumas dúvidas. Houve espaço para que os alunos se apropriassem da tarefa, clarificando as questões a que teriam de responder, assim como o tipo de trabalho que iriam desenvolver, neste caso, a pares. (Matilde)

No que diz respeito à fase de *realização da tarefa*, destacam-se no plano de aula a antecipação das estratégias dos alunos e da forma como a professora pensa poder apoiá-los nas eventuais dificuldades que manifestem. No caso da primeira estratégia que antecipa, de tentativa e erro (Figura 7), a professora Cláudia explicita como esta pode emergir no trabalho dos alunos, através da tradução linear dos dados do problema, e as dificuldades que estes podem ter para conjugar as várias condições. Indica diversas questões que poderá colocar aos alunos para garantir o desenvolvimento da tarefa, evidenciando cuidado para não comprometer o nível de desafio cognitivo da tarefa e preservar a autonomia dos alunos.

Possíveis resoluções:

Hipótese 1:
Começam por dividir os 30 votos pelos três alunos, ficando cada um com 10 votos. Porém, como o Lucas tem metade dos votos da Sandra, os alunos percebem que não podem ter 10 votos cada um. Igualmente como o Lucas tem menos dois votos do que a Francisca por tentativa-erro os alunos vão procurar descobrir que a hipótese válida é o Lucas ter sete votos, a Sandra 14 votos e a Francisca ter 9.

Dificuldades na utilização desta tarefa: A utilização desta estratégia tem origem no delinear de um raciocínio "colado" à evolução do enunciado, ou seja temos total de 30 votos e 3 candidatos. Porém quando obtêm 10 votos para cada alunos, não é imediato trabalhar em simultâneo com as restantes condições do problema, o Lucas ter menos 2 votos que a Francisca e ao mesmo tempo interpretar que a Sandra ter o dobro dos votos do Lucas, significa o Lucas ter metade dos votos da Sandra. Para ajudar os alunos poderei colocar:
O que significa o Lucas ter menos dois votos que a Francisca? Objetivo os alunos perceberem que tem o mesmo significado de a Francisca Ter mais dois votos que o Lucas.
O que significa a Sandra ter o dobro dos votos do Lucas? Objetivo os alunos chegarem à relação que o Lucas tem metade dos votos da Sandra.

Caso os alunos não estejam a conseguir organizar as suas hipóteses sugerir que arranjam uma representação que permita organizar e visualizar os votos dos 3 candidatos em simultâneo. Neste sentido estou a orientar para a construção de uma tabela, sem explicitamente mencionar a tabela, pois podem fazer um esquema ou outra representação.

Figura 7 – Parte do plano de aula referente à fase de Realização da tarefa.

Para cada uma das fases da aula são também disponibilizados excertos da entrevista inicial à professora, onde esta explicita as suas intenções. Neste caso, Cláudia expõe de forma pormenorizada as dificuldades que prevê que alguns alunos tenham na interpretação do enunciado do problema e no desenvolvimento de uma estratégia de tentativa e erro e o que pode estar na sua origem pelo que conhece da turma. A professora denota assim que tenciona estar atenta a estes aspetos quando acompanhar o trabalho autónomo dos alunos:

Alguns alunos acho que têm, de facto, ainda bastantes fragilidades do ponto de vista da resolução de problemas, ou seja, “por onde é que vou começar?”, “Por onde é que vou começar e como é que eu traduzo a informação que vem do enunciado para linguagem matemática?”, ou seja, “que informação é que daqui é útil para eu

conseguir delinear uma estratégia e conseguir alcançar a resposta ao problema?” (excerto da entrevista das Intenções)

Outra dificuldade tem muito a ver com os alunos que vão por tentativa erro que usam muitas vezes o cálculo mental e têm depois muita dificuldade em fazer registos ou mesmo explicar aos colegas que tentativas é que experimentaram antes de chegar aquela que lhes permitiu dar a resposta ao problema. (excerto da entrevista das Intenções)

Estes são aspetos a que os futuros professores são sensíveis na leitura que fazem do plano de aula e das intenções da professora, quando salientam, por exemplo, a importância de antecipar as dificuldades dos alunos, reconhecendo a utilidade do conhecimento que esta tem da turma:

Consideramos este aspeto importante, porque é fundamental o professor refletir sobre as possíveis dificuldades dos alunos, para poder ajudar os alunos a ultrapassar essas dificuldades e também para poder gerir o tempo de uma forma eficaz. É também importante conhecer a turma, porque turmas diferentes poderão ter dificuldades diferentes. (Antónia e Simone)

Um dos aspetos destacados no que diz respeito a esta atividade de planeamento da aula é a forma como a professora tenciona dinamizar a fase de *discussão da tarefa*. A professora Cláudia explicita no plano (Figura 8) o seu principal critério para selecionar e sequenciar as resoluções dos grupos e refere algumas questões que colocará para dinamizar a discussão.

A apresentação das várias estratégias de resolução vai decorrer de acordo com o nível crescente de complexidade. De acordo com a listagem anteriormente feita com as hipóteses de estratégias usadas pelos alunos, Será dada prioridade à estratégia por tentativa-erro (hipótese 1), seguida da representação em tabela (hipótese 2), e finalizando com a resolução da equação (hipótese 3). A discussão será gerida pela professora, mas vão ser os pares a apresentar a sua estratégia e espera-se que sejam os restantes alunos da turma a questionar o par que apresenta a resolução. Porém, caso seja necessário, a professora pode colocar questões como:
Concordam com a estratégia dos vossos colegas? Como é que eles pensaram? Qual foi o ponto de partida? Como chegaram à resposta ao problema?

Figura 8 – Excerto do plano de aula referente à fase de Discussão da tarefa.

Aos formandos é solicitado que, tal como em relação às fases anteriores da aula, identifiquem os aspetos que a professora refere no plano e que destaquem dois desses que lhe pareçam particularmente importantes, justificando a sua opção. Um grupo

de formandos destacou a referência que a professora faz a questões orientadoras que promovam o estabelecimento de conexões entre estratégias, explicitando que na sua perspetiva: “Estas questões visam uma maior e melhor interação entre os alunos, obriga-os a organizar e justificar raciocínios e a tirar conclusões. Pensadas antecipadamente, estas questões podem enriquecer ainda mais o momento de discussão das tarefas”.

Os formandos têm, mais uma vez, acesso à explicitação das intenções da professora, permitindo clarificar um pouco mais os seus critérios para a seleção e sequenciação que irá fazer das resoluções dos alunos, sendo-lhes então pedido que identifiquem esses critérios e como se relacionam com os objetivos da professora para esta fase da aula. As respostas dos futuros professores evidenciam que não só estabelecem essa relação, como reconhecem que esta fase da aula é importante para o propósito matemático da aula delineado pela professora e que apresentámos na secção sobre a tarefa:

- Abrangendo as várias estratégias de resolução, promove-se a capacidade de resolução de problemas dos alunos, que vêem um mesmo problema resolvido de formas distintas;
- Apresentando um grau de complexidade crescente nas resoluções, os alunos têm contacto com estratégias possivelmente mais eficientes em termos de rapidez. (Matilde e Sandra)

Finalmente, no que diz respeito à última fase da aula, *sistematização das aprendizagens*, dado que a professora não pretendia introduzir novos conceitos ou procedimentos, pois já tinham sido formalizados em aulas anteriores, este momento tinha como objetivo a realização de uma síntese (nas palavras da professora) sobre algumas noções importantes do tema em estudo. Os formandos são convidados a explicitar como interpretam as intenções da professora para este momento, evidenciando, no caso dos futuros professores, compreenderem o propósito que ele pode cumprir:

A professora tem o cuidado de ir elaborando uma *checklist* (escrita no quadro ou mental), que no fim irá servir para alimentar o momento da sistematização. Este momento permite visitar conceitos, abordados e formalizados em aulas anteriores ou/e nesta

aula. Isto ajuda os alunos a organizarem as ideias e a consolidar conhecimentos adquiridos. (Lourenço, Sílvia, Vânia)

Em síntese, os recursos que são disponibilizados no caso multimédia relativamente à preparação da aula, em conjunto com o questionamento que é feito pela professora, contribuem para que os formandos compreendam a importância da planificação cuidadosa da atividade letiva e que antecipem o que vão encontrar no visionamento da aula (concretização da aula).

A concretização da aula. Esta subsecção do caso multimédia surge transversalmente para as quatro fases da aula, permitindo aos formandos uma visão global de como a aula se concretizou, assim como analisar, em particular, as ações da professora em cada uma dessas fases. Dada a especificidade de cada um desses momentos, a tipologia de recursos e questionamento varia um pouco, embora mantendo diversas características comuns, como sejam os vídeos de segmentos da aula e as questões que visam a análise da prática da professora e que se centram nas ações que dizem respeito à promoção da aprendizagem dos alunos e à gestão da aula, de acordo com o quadro de ensino exploratório adotado (Canavarro, Oliveira, & Menezes, 2014).

Para a primeira fase da aula – *introdução da tarefa* – é apresentado o vídeo completo, em que é possível visualizar como a professora dinamizou este momento, e são colocadas três questões para análise: 1) Como foi organizada esta primeira parte da aula? 2) Quais pensa serem as intenções da professora quanto ao modo como dinamizou esta parte da aula, tendo em conta o que tinha previsto no plano de aula?; 3) Como reagiram os alunos a esta apresentação pela professora? Com a primeira e a terceira questões pretende-se que os formandos se apercebam de como a professora conduz este momento e da sua importância para o sucesso da aula, o que é visível nos seguintes comentários de dois futuros professores:

Penso que esta fase ajudou a que os alunos entendessem o que era pedido, que estivessem familiarizados com o contexto do problema e houve ainda a preocupação por parte da professora de ver se não existiam dúvidas quanto à interpretação do enunciado. (Bárbara)
. . . É importante apelar ao desafio, fazendo com que os alunos se apropriem da tarefa com entusiasmo e curiosidade, para que se

empenhem em resolvê-la. É também o momento de organização do trabalho pela turma, definição dos tempos, gestão dos recursos e dos modos de trabalho. (Lourenço)

A segunda questão pretende levá-los a detetar se há desvios relativamente ao que foi planificado pela professora e a procurar o que pode estar na sua origem. Um grupo de futuros professores apresenta algumas hipóteses explicativas para as diferenças que observou:

A grande diferença entre o que tinha sido planeado e o que foi, realmente, concretizado na aula foi o facto de todo o momento de introdução à tarefa ter sido centrado na professora e não nos alunos - a leitura de enunciado foi feita pela professora. A nosso ver, esta alteração pode ter sido motivada por: (1) Necessidade de focar a atenção dos alunos (a turma poderia estar agitada e dispersa); (2) Necessidade de abreviar o tempo de introdução à tarefa. (Matilde e Sandra)

Relativamente à fase de *realização da tarefa*, são apresentados vídeos de quatro episódios da aula em que a professora apoia o trabalho autónomo dos alunos e sobre os quais se procura que os formandos se apercebam das ações que visam promover as aprendizagens dos alunos e gerir as interações entre estes. Nos episódios seleccionados é visível que a professora procura equilibrar a manutenção do desafio cognitivo da tarefa com o apoio aos alunos de forma que não desistam do trabalho, incentivando a partilha e a entreajuda entre os elementos dos pares. Estes aspetos são identificados e destacados pelos futuros professores:

Neste momento, penso que a ação da professora foi crucial na medida em que conseguiu manter o nível cognitivo elevado da tarefa de acordo com o que é referido no texto de Stein e Smith (1998), uma vez que, por meio do questionamento sucessivo conseguiu fazer com que os alunos desenvolvessem o seu raciocínio e pensamento algébricos . . . considero importante o modo como a professora interagiu com os alunos motivando-os constantemente para o seu envolvimento na tarefa, revelando o cuidado de não validar as suas respostas, pedindo a opinião dos alunos sobre a

resolução dos colegas e ainda por tentar não fornecer demasiadas pistas. (Bárbara)

A importância de os alunos efetuarem registos como forma de organizar o seu raciocínio, está igualmente presente em alguns dos episódios. Este aspeto é sublinhado pelos futuros professores após analisarem a intervenção da professora numa das situações visionadas:

Primeiro a professora pede aos alunos que justifiquem como pensaram (solicitando aos alunos que registem na folha) indicando todas as hipóteses por eles formuladas. Nesta altura, a professora já tinha detetado que a estratégia seguida pelos alunos era por tentativa/erro. O raciocínio estava correto . . . mas o que faltava era os alunos registarem as tentativas de forma a poder confirmar e testar os resultados. A intervenção da professora permitiu que o aluno, ao verbalizar o seu raciocínio, tivesse conseguido perceber o erro no seu raciocínio ([referindo], “ah, já sei o que é que estava mal”). (Lourenço, Sílvio e Vânia)

Como forma de levar os formandos a pensar em como estruturar a fase seguinte de *discussão da tarefa*, estes são convidados a analisar as resoluções da tarefa de todos os grupos de alunos e a explicitar quais as que escolheriam para serem apresentadas nesta fase da aula. Em seguida, é dada a conhecer a escolha das resoluções que a professora fez, que ocorre ainda na fase de realização da tarefa, e é-lhes pedido que a relacionem com os critérios que ela tinha referido e que foram por eles analisados na secção de *Preparação da aula*.

Esta análise é proposta antes do visionamento do vídeo sobre esta fase da aula, de forma a levar os formandos a colocarem-se na posição da professora quando faz a seleção das resoluções a serem apresentadas na discussão coletiva. As explicações que a professora apresenta para a escolha das resoluções e para a sequência que lhes dá são também disponibilizadas para que os formandos façam um confronto entre as opções da professora e as suas próprias.

Através deste trabalho de análise em torno da seleção e sequenciação das resoluções dos alunos, os formandos têm oportunidade de refletir mais aprofundadamente sobre o objetivo desta fase da aula e como este se relaciona

com o propósito matemático mais global da aula. No comentário seguinte, de uma futura professora, é evidente o seu reconhecimento da importância da seleção de estratégias diversas e da sequenciação de acordo com a sua complexidade. Simultaneamente, é reconhecido o papel da professora em garantir o envolvimento da turma nesta fase da aula:

Cabe ao professor orientar os alunos para que estes consigam distinguir quais são as resoluções mais ricas e que tipo de conceitos/procedimentos matemáticos lhes estão associados. Para tal, deverá o próprio ter claro qual a ordem de apresentação de tarefas que favorecerá a aprendizagem matemática dos seus alunos, tendo em conta a diversidade de estratégias e o seu grau de complexidade. (...) o professor deverá garantir que este momento está separado dos restantes e que os alunos estão receptivos à análise dos trabalhos dos colegas, assim como predispostos a argumentar as suas próprias escolhas. (Matilde)

O caso multimédia apresenta quatro episódios vídeo que mostram como se desenrolou a apresentação e discussão das resoluções de cada um dos quatro pares escolhidos pela professora Cláudia. Indo ao encontro do que tinha previsto no plano de aula, surgiram na turma apenas três estratégias distintas de resolução mas, uma vez que um dos seus objetivos para esta fase da aula era justamente o confronto das estratégias, no caso da estratégia que recorria à resolução de uma equação, a professora selecionou dois pares de alunos que equacionaram de formas distintas o problema (figuras 9 e 10). Um dos episódios incluídos nesta secção do caso multimédia apresenta a discussão que a professora promoveu com a turma, levando ao confronto destas duas resoluções.

The image shows handwritten mathematical work on a whiteboard or paper. On the left, three equations are written:

$$\begin{aligned} \text{Sandra} - 2x(x-2) &= 14 \\ \text{Fernanda} - x &= 9 \\ \text{Lúcia} - x-2 &= 7 \end{aligned}$$
 To the right, there is a diagram with '30 votos' at the top. Three lines branch out downwards to the names 'Lúcia', 'Fernanda', and 'Sandra'. Below the diagram, a larger equation is written:

$$2(x-2) + x + (x-2) = 30$$

Figura 9 – A resolução do par Leonor e Margarida.

$$\begin{aligned}
 & \text{LUCAS} = x \\
 & \text{Francisca} = 2x + 2 \\
 & \text{Sandra} = 2x \\
 & x + (2x + 2) + 2x = 30 \quad (*) \\
 & (*) \quad 4x + 2 = 30 \quad (**) \\
 & (*) \quad 4x + 2 + (-2) = 30 + (-2) \quad (***) \\
 & (*) \quad \frac{4x}{4} = \frac{28}{4} \quad (****) \\
 & (*) \quad x = 7
 \end{aligned}$$

Figura 10 – A resolução do par David e Mariana.

A análise das situações de vídeo desta fase da aula foca-se, tal como na fase anterior de realização da tarefa, nas ações da professora que visam a promoção das aprendizagens e as que visam a gestão das interações. Os futuros professores reconhecem os objetivos de aprendizagem que a professora prosseguiu com a discussão das duas resoluções acima referidas e de como geriu este momento da aula de forma a conseguir extrair as ideias fundamentais:

Promoção das aprendizagens: Esta opção foi interessante porque permitiu através de representação algébrica, comparar 2 processos distintos, que resultaram em soluções distintas, mas permitiram chegar ambos à resposta (o primeiro processo fez depender os votos do Lucas e da Sandra, dos votos da Francisca e o segundo fez depender os votos do Lucas, dos da Francisca e da Sandra). Foi interessante, no princípio, a discussão que se gerou em torno da incógnita (porque assumia valores diferentes nas duas estratégias) e em torno da equivalência entre equações e em torno da solução.

Gestão das interações: Questionamento (pedir para comparar incógnitas, equações, soluções, resultados), promoção do debate, procura de justificações por parte dos alunos dos seus pensamento/ raciocínio, técnicas de desbloqueio de impasses, validação das respostas dadas pelos alunos e balanço final. (Lourenço, Sílvio, Vânia)

Finalmente, relativamente à fase de *sistematização das aprendizagens*, apresentam-se dois vídeos correspondendo a momentos diferentes da aula. De facto, ao contrário do que tinha pensado inicialmente, a professora sentiu necessidade de realizar dois momentos de síntese das aprendizagens, principalmente devido

ao facto de, na fase anterior da aula, as estratégias não terem sido apresentadas segundo a ordem que tinha previsto. Assim, o caso multimédia mostra um vídeo de um primeiro momento, após a apresentação dos primeiros grupos, em que se centra na comparação do método de tentativa e erro e da resolução algébrica, salientando a possibilidade de a última constituir um método mais geral para resolver uma situação daquele tipo e no revisitar de alguns aspetos importantes relativos ao conceito e à resolução de uma equação. Apresenta-se no caso um segundo vídeo, num segundo momento, a terminar a última apresentação das resoluções dos alunos (através de uma tabela com sequências numéricas) que revela o propósito de estabelecer conexões com aprendizagens anteriores, no tema da álgebra. Dado que os alunos tinham iniciado o estudo deste tema através do tópico das sequências, a professora aproveitou para relacionar as equações e aquele tópico matemático com o intuito de promover uma perspetiva mais integrada das aprendizagens matemáticas. Como refere um par de futuras professoras, este momento é mais centrado na professora mas é essencial para destacar o que há a reter de mais relevante da aula:

Após a discussão da tarefa – momento centrado nos alunos – em que cada aluno tem oportunidade de expor as ideias que trabalhou e de ouvir as ideias trabalhadas pelos colegas, é importante que haja um momento mais centrado na professora, de forma a organizar e destacar o que de mais importante foi dito e feito em todas as intervenções . . . Apesar de ser um momento centrado na professora, é enriquecido com a solicitação da intervenção dos alunos, estratégia que permite que os mesmos vejam as suas ideias concretizadas e que, ao mesmo tempo, mantém-nos focados na sistematização. (Matilde e Sandra)

Reflexão pós-aula

Esta secção do caso multimédia tem o duplo propósito de levar os formandos a analisar a reflexão que a professora faz sobre a aula realizada e de conduzir a uma sistematização das suas ações e intenções de acordo com o quadro de ensino exploratório adotado. Tal como na secção anterior *A aula*, esta secção está estruturada de acordo com as quatro fases da aula de ensino exploratório da Matemática.

Para cada uma das fases da aula, o quadro de *Ações intencionais do professor* (Canavarro, Oliveira, & Menezes, 2014) é usado pelos formandos para identificar aspetos chave que a professora refere na sua reflexão sobre a respectiva fase. A integração de elementos da entrevista pós-aula com a professora possibilita que os formandos acedam ao balanço que esta faz da aula e percebam as dificuldades com que se confrontou, nomeadamente aquelas que Cláudia refere a propósito do acompanhamento do trabalho autónomo dos alunos na fase de realização da tarefa:

Uma grande dificuldade . . . é que eu não consegui chegar a todos os alunos e tenho consciência que há ali meia dúzia deles que, de facto, precisavam que me tivesse sentado com eles, estado ali mais tempo nesse grupo durante o trabalho autónomo de modo a que eles pudessem compreender de algum modo. Porque houve ali alunos que ficaram num impasse, principalmente os que foram por tentativa-erro . . . e que eu tentei, por questionamento, ajudá-los a pensar como é que iriam introduzir estas três condições de relação entre os votos dos três candidatos... (excerto da entrevista de Reflexão pós aula)

O reconhecimento das dificuldades que a professora enfrentou, assim como de objetivos que, do seu ponto de vista, não foram, total ou parcialmente, atingidos e dos desvios às suas previsões, vem reforçar a intenção de conferir autenticidade ao material apresentado para análise, e da identificação desta como uma aula real. É importante também para reforçar junto dos formandos a necessidade de flexibilidade por parte do professor na condução da aula em função do que pensa serem as necessidades dos alunos.

Em seguida, é solicitado aos formandos que retomem a análise que efetuaram sobre as ações da professora e procurem relacioná-la com os elementos presentes no *Quadro*. Nesta fase é possível que identifiquem aspetos da prática da professora que lhes pareçam não estar presentes no quadro decorrentes da interpretação que fizeram das situações analisadas. Assim, procura-se que os formandos, a partir da análise de uma situação particular da preparação e concretização de uma aula, o caso multimédia, consigam construir uma perspetiva mais global sobre o ensino exploratório da Matemática.

Utilização dos casos multimédia do projeto P3M na formação de professores

Os casos multimédia foram concebidos de modo a se dirigirem tanto à formação inicial, como à formação contínua de professores que ensinam Matemática, assumindo que a prática de ensino retratada nos casos – o ensino exploratório –, sendo ainda pouco comum, representa um desafio, quer para os futuros professores, quer para os professores em serviço. Naturalmente que a exploração do caso que o formador promove nas sessões tem em conta a existência ou não de experiência profissional e procura tirar partido dos conhecimentos que os formandos possuem. Nesta secção pretendemos ilustrar e fundamentar algumas das opções concretas tomadas quanto à exploração dos casos multimédia nas sessões de formação e ao trabalho autónomo dos formandos e, a concluir, discutir alguns aspetos suscitados pelo uso deste material em diversos contextos de formação.

A exploração do caso multimédia nas sessões de formação

Os casos multimédia do ensino básico têm sido usados com professores e futuros professores dos vários níveis de escolaridade em sessões presenciais de dimensão e número variados, consoante o tempo disponível da formação para dedicar a esta atividade e os objetivos perseguidos. Uma das características do caso é a flexibilidade que permite na sua exploração, dado que é possível percorrer com maior ou menor aprofundamento o seu conteúdo. De facto, o formador pode fazer uma seleção do material do caso que vai propor para os formandos analisarem e discutirem, desde que respeite a sua estrutura narrativa e percorra as etapas essenciais da aula.

Nas ações de formação já realizadas, começa-se pela análise da tarefa matemática do caso, percorrendo as questões que são ali colocadas levando o formando a pensar uma aula em torno dessa tarefa. No que diz respeito às várias fases da aula, o formador poderá optar por propor a análise de apenas alguns dos episódios para cada uma das fases, de acordo com os aspetos que pretende aprofundar do caso, dado que todas as situações propostas permitem aceder a importantes características do ensino exploratório. Também é possível optar por analisar apenas alguns excertos das intenções da professora em articulação com a análise que é feita do plano de aula. Desta forma, procura-se garantir que não se perde coerência na análise e não são desconsiderados elementos fundamentais à compreensão da prática em análise.

A duração do trabalho presencial de análise dos casos multimédias oscilou entre as 10 e as 25 horas, embora em diversos casos tenha sido complementada com a realização de trabalho de análise para além dessas sessões. O trabalho de análise do caso multimédia em formação é habitualmente concentrado em poucas semanas, embora nas situações em que a dimensão de Passar à prática é concretizada, o calendário se estenda por mais algum tempo.

Uma orientação comum às formações realizadas é a de que a exploração dos casos multimédia seja realizada a pares ou pequenos grupos, de forma a permitir a discussão entre os formandos, favorecendo-se a negociação de significados, tal como é preconizado para o ensino exploratório (Bishop & Goffree, 1986; Canavarro, Oliveira, & Menezes, 2014). Os formandos têm oportunidade de confrontar a sua análise das situações observadas com um colega, contribuindo para o enriquecimento das suas perspetivas sobre o ensino.

A análise que é realizada pelos formandos, suscitada pelas questões que são colocadas ao longo do caso, é passada à escrita, a qual é encarada, neste contexto, como um importante processo de construção de conhecimento. Ocorre pelo diálogo com o outro mas dirige-se também a outros – neste caso, o formador, que recebe o produto para ele próprio analisar. Esta é uma atividade exigente para a generalidade dos (futuros) professores, de um modo geral facilitada pelo trabalho a pares, mas que impulsiona a negociação de significados e a reflexão (Llinares & Krainer, 2006; Mewborn, 2003).

As questões colocadas ao longo do caso são tendencialmente abertas, esperando-se que o formador adote também uma prática compatível com o ensino exploratório. Verificámos, ao longo das formações realizadas que, por vezes, é necessário apoiar os formandos na interpretação das situações recordando informação contextual, e interpelá-los para o aprofundamento da análise das situações apresentadas, o que importa realizar sem condicionar as suas respostas. O incentivo ao interrogar das práticas instituídas e a ajuda à sistematização de ideias sobre um novo conhecimento acerca do ensino da Matemática, num processo de co-construção com os professores, é uma competência essencial por parte do formador (Ruthven & Goodchild, 2008).

Os momentos de discussão e síntese do trabalho realizado pelos formandos, tendencialmente após o término da análise de cada secção do caso, podem contribuir também para um aprofundamento do conhecimento sobre as situações analisadas, retomando hipóteses levantadas em sessões anteriores; podem também

considerar elementos teóricos que ajudam a interpretar as situações e dar unidade às observações realizadas. A leitura do texto incluído na secção Sintetizando para cada fase da aula, que os formandos podem fazer em trabalho autónomo, assim como de outros textos disponíveis no sítio virtual do projeto, contribui também para uma sistematização de elementos chave relativos à prática de ensino exploratório que é finalmente objetivada no quadro de ações intencionais do professor (Canavarro, Oliveira, & Menezes, 2014).

O trabalho autónomo decorrente do caso multimédia

O acesso ao caso multimédia não se restringe às sessões de formação presenciais. Estando disponível *online*, ao longo de toda a formação, é sempre possível aos formandos reverem episódios e outros materiais analisados nas sessões. Esta facilidade de acesso permite, por vezes, que estes completem e melhorem algumas das análises que iniciaram na sessão presencial, o que tem acontecido, habitualmente, por iniciativa dos próprios.

O elemento essencial do trabalho autónomo dos formandos a partir do caso multimédia é o Passar à prática, pensado como uma oportunidade importante para o desenvolvimento do conhecimento didático do (futuro) professor, ao planificar e, em algumas situações, lecionar uma aula no quadro deste tipo de ensino. Ao tomar esta opção, valorizamos a prática como conteúdo de formação e também como contexto para o desenvolvimento do conhecimento didático dos (futuros) professores (Sowder, 2007), proporcionando a oportunidade não só de contactarem com a prática de ensino exploratório mas também de eles próprios serem atores dessa prática, realizando as diferentes fases do desenvolvimento curricular, desde a planificação à condução da aula e posterior reflexão sobre a mesma (Franke, Kazemi, & Battey, 2007).

Nos contextos de formação com os casos multimédia, sugere-se habitualmente que o Passar à prática seja desenvolvido a pares ou em pequeno grupo, de modo que os formandos possam apoiar-se mutuamente no exigente trabalho de planificação e, na parte final, na reflexão sobre as aulas realizadas, que encaramos como uma estratégia essencial para o aprofundamento do conhecimento dos (futuros) professores (Llinares & Krainer, 2006). Além disso, conta com o feedback do formador na discussão da natureza das tarefas a adoptar e do plano de aula, o qual pode ter de ser ajustado e reformulado em sucessivas etapas até à versão final (Oliveira & Carvalho, 2014).

No caso da formação contínua, o Passar à prática concretiza-se nas turmas do próprio professor ou de um professor do grupo com que trabalha, embora os professores gostem usualmente de experimentar o ensino exploratório com os próprios alunos. Observar como os seus alunos reagem às tarefas propostas e à metodologia adoptada constitui um motivo de grande curiosidade e expectativa para os professores e que tem um efeito importante no valor que estes atribuem a uma nova prática de ensino, reconhecendo-lhe tendencialmente tanto maior valor quanto maior for a boa adesão e correspondência dos alunos (Oliveira & Carvalho, 2013). O Passar à prática, quer pela natureza da atividade que exige, quer pela modo colaborativo como é desenvolvido, potencia a oportunidade de reflexão sobre a prática de ensino exploratório mas também sobre a prática de ensino regularmente realizada pelos professores, ao favorecer o confronto entre as duas. É uma componente da formação que tem vindo a ser valorizada pelos professores (Canavarro, 2014).

No caso da formação inicial tem-se procurado também criar contextos que permitam que os futuros professores possam experimentar protagonizar ensino exploratório em turmas reais, nomeadamente recorrendo à prática de ensino supervisionada que realizam no cursos. No entanto, quando isso não é possível, os formandos realizam todo o processo de preparação de aula, existindo casos em que lecionam essa aula no contexto da unidade curricular do curso (Canavarro, 2013).

Salienta-se, ainda, a importância do momento de reflexão global sobre o trabalho em torno do caso multimédia que pode decorrer da atividade de planificação já referida ou de uma reflexão sobre a forma de ensaio escrito sobre o ensino exploratório. Estes momentos contribuem também para que os (futuros) professores antecipem desafios com que se podem confrontar na sua prática e compreendam o impacto das ações do professor na dinâmica e na aprendizagem dos alunos (Oliveira & Carvalho, 2013; Oliveira & Cyrino, 2013), favorecendo o desenvolvimento de uma perspectiva realista sobre este tipo de ensino.

A concluir

As ações de formação realizadas com recurso aos casos multimédia, algumas das quais discutidas nos capítulos seguintes deste livro, têm permitindo perceber as potencialidades do dispositivo criado e também refletir sobre algumas das

importantes questões que se foram levantando ao longo do percurso de construção e experimentação dos casos.

Uma das questões principais que se levantam relaciona-se com o *papel da teoria* no processo de construção de conhecimento dos formandos em torno dos casos multimédia. Assim, por exemplo, no caso da formação inicial, embora se verifique que os formandos são capazes de identificar e explicar aspetos centrais do ensino exploratório, é pouco evidente a mobilização de quadros teóricos mais gerais na sua análise das situações observadas, o que permitiria um maior aprofundamento das ideias e sustentação do conhecimento dos (futuros) professores (Tomás Ferreira, Oliveira, & Cyrino, 2014). Esta será uma vertente a aprofundar em futuras experimentações dos casos multimédia.

Outra questão que se foi levantando no decurso do processo prende-se com a adesão ou possível resistência dos formandos, principalmente dos professores em serviço, à *atividade continuada de escrita* que é solicitada ao longo do caso multimédia. Alguns futuros professores revelaram um certo cansaço relativamente à escrita, considerando que esta atividade poderia ser aligeirada (Branco & Ponte, 2014); no entanto, esta foi também considerada como um processo de construção de conhecimento importante em outros contextos de formação (Oliveira & Cyrino, 2013). Deste modo, haverá também que ponderar sobre quais os formatos mais adequados, de modo que o reiterado apelo à escrita não constitua um factor de desmotivação na exploração do caso, limitando as suas potencialidades formativas.

Finalmente, levanta-se a questão do *tempo requerido* para a exploração do caso multimédia, no quadro da formação inicial, compatibilizando-a com outros tópicos a desenvolver nas unidades curriculares presente no curso (Branco & Ponte, 2014). Neste caso, a flexibilidade que os casos encerram quanto aos possíveis focos de análise e ao material a ser analisado, parece-nos ser um factor que facilita a sua articulação com diversas ideias importantes no quadro de unidades curriculares de didática da matemática, permitindo uma boa gestão do tempo.

Em síntese, o contacto com práticas de ensino reais através da análise dos casos multimédia é um aspeto que se revela muito positivo e que é apontado inclusivamente por professores que à partida, evidenciam uma forte identificação com a prática de ensino exploratório da Matemática (Oliveira & Carvalho, 2013) e que emerge igualmente noutros estudos (Koc, Peker, & Osmanoglu, 2009). No entanto, as oportunidades de aprendizagem profissional são potenciadas pela possibilidade

de levar à prática uma aula com estas características (Branco & Ponte, 2014; Canavarro, 2014), contribuindo para o desenvolvimento do conhecimento didático do (futuro) professor nomeadamente no domínio da planificação de aulas em que é dada uma atenção particular à antecipação do papel do professor, às características da tarefa e à sua intencionalidade, numa lógica muito distinta de práticas de ensino tradicionais. Assim, os casos, sendo protótipos que revelam potencialidades no incentivo à experimentação de novas práticas exigentes de ensino da Matemática e na aquisição e aprofundamento de conhecimento didático de professores, em serviço e em formação inicial, podem considerar-se como uma referência para inspirar e orientar a construção de casos eventualmente semelhantes a usar na formação inicial e contínua de professores. Para além disso, o dispositivo criado deixa um campo fértil para a investigação sobre formação e desenvolvimento profissional de professores de Matemática.

Referências

- Alsawaie**, O., & Alghazo, I. (2010). The effect of video-based approach on prospective teachers' ability to analyze mathematics teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 13(3), 223-241.
- Bishop**, A., & Goffree, F. (1986). Classroom organization and dynamics. In B. Christiansen, A. G. Howson, & M. Otte (Eds.), *Perspectives on mathematics education* (pp. 309-365). Dordrecht: D. Reidel.
- Branco**, N., & Ponte, J. P. (2014). Um estudo de integração de recursos multimédia na formação inicial de professores do 2.º ciclo do ensino básico (neste livro).
- 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. (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.
- Canavarro**, A. P. (2013, janeiro). Casos multimédia na formação contínua sobre ensino exploratório da Matemática: Uma experiência com um grupo de professores. *Comunicação apresentada no Seminário Práticas Profissionais de Professores de Matemática*, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Lisboa.

- Canavarro**, A. P., Oliveira, H., & Menezes, L. (2014). Práticas de ensino exploratório da Matemática: Ações e intenções de uma professora (neste livro).
- Canavarro**, A. P. (2003). *Práticas de ensino da Matemática: Duas professoras, dois currículos* (Tese de doutoramento, Universidade de Lisboa). Lisboa: APM.
- 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. & Krainer, K. (2006). Mathematics (Student) Teachers and Teacher Educators as Learners. In A. Gutierrez & P. Boero (Eds), *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education* (pp. 429 – 459). Rotherdam: Sense Publishers.
- Llinares**, S., & Valls, J. (2010). Prospective primary mathematics teachers' learning from on-line discussions in a virtual video-based environment. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 13(2), 177-196.
- McGraw**, 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 pre-service teachers, in-service teachers, mathematicians, and mathematics teacher educators. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 10, 95-121.
- Menezes**, L., Guerreiro, A., Martinho, M. H., & Tomás Ferreira, R. A. (2013). Essay on the role of teachers' questioning in inquiry-based mathematics teaching. *Sisyphus*, 1(3), 44-75.
- ME** (2007). *Programa de Matemática do Ensino Básico*. Lisboa: DGIDC.
- Mewborn**, D. S. (2003). Teaching, teachers' knowledge, and their professional development. In J. Kilpatrick, W. G. Martin, & D. Schifter (Eds.), *A research companion to the Principles and Standards for School Mathematics* (pp. 45-52). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Oliveira**, H., & Carvalho, R. (2014). Uma experiência de formação em torno do ensino exploratório: do plano à aula (neste livro).
- Oliveira**, H. & Carvalho, R. (2013). Uma experiência de formação, com casos multimédia, em torno do ensino exploratório. In Fernandes, J. A., Martinho, M. H., Tinoco, J., & Viseu, F. (Orgs.). *Atas do XXIV Seminário de Investigação em Educação Matemática* (pp. 413-426). Braga: APM & CIEEd da Universidade do Minho.

- Oliveira, H., & Cyrino, M. (2013).** Developing the knowledge of inquiry-based teaching through analysis of a multimedia case: A study with prospective mathematics teachers. *Sisyphus*, 1(3), 214-245.
- Oliveira, H., Canavarro, A. P., & Menezes, L. (2012).** Eleição para o delegado de turma (3.º ciclo) – caso multimédia. In *Site do Projeto P3M, Práticas Profissionais de Professores de Matemática*. (Acessível em <http://p3m.ie.ul.pt/caso-3-eleicao-para-o-delegado-de-turma-3-ciclo>).
- Ponte, J. P. (2012).** Estudiando el conocimiento y el desarrollo profesional del profesorado de matemáticas. In N. Planas (Ed.), *Teoría, crítica y práctica de la educación matemática* (pp. 83-98). Barcelona: Graó.
- Ruthven, K., & Goodchild, S. (2008).** Linking researching with teaching: Towards synergy of scholarly and craft knowledge. In L. English (Ed.), *Handbook of International Research in Mathematics Education* (pp. 561-588). New York: Routledge.
- Santagata, R., & Guarino, J. (2011).** Using video to teach future teachers to learn from teaching. *ZDM Mathematics Education*, 43, 133–145.
- 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., 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.
- Tomás Ferreira, R., Oliveira, H., & Cyrino, M. (2014).** A discussão na aula de Matemática a partir da análise de um caso multimédia na formação inicial de professores (neste livro).
- van Es, E. A., & Sherin, M. G. (2008).** Mathematics teachers “learning to notice” in the context of a video club. *Teaching and Teacher Education*, 24, 244-276.