

# O DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO DIDÁTICO DE FUTUROS PROFESSORES: O ESTUDO DE AULA COMO PROCESSO FORMATIVO INTEGRADO NA FORMAÇÃO INICIAL

Micaela Martins, João Pedro da Ponte e Joana Mata-Pereira

*Este estudo tem como objetivo perceber como, durante a formação inicial, o estudo de aula promove o desenvolvimento do conhecimento dos futuros professores sobre tarefas, o trabalho dos alunos, e a comunicação em sala de aula. Trata-se de uma investigação baseada em design de natureza qualitativa. Nos resultados, destaca-se o trabalho colaborativo na planificação detalhada de uma aula, assim como a sua natureza reflexiva, apoiada pelas oportunidades de conduzir a aula. Mostram ainda que é fundamental centrar o trabalho nos aspetos desafiantes para os futuros professores, proporcionando-lhes oportunidades para aprenderem a partir da prática.*

**Palavras-chave:** Conhecimento didático do futuro professor; Ensino da matemática; Estudo de aula; Formação inicial de professores

The development of prospective teachers' didactical knowledge: lesson study as a formative process into initial teacher education

*This study aims to understand how, during initial teacher education, lesson study promotes the development of prospective teachers' knowledge about tasks, students' work, and classroom communication. It is qualitative design-based research. In the results, the collaborative work in a detailed planning of a lesson stands out, as well as its reflexive nature, supported by the opportunities to lead the lesson. They also show that it is essential to base the work on the challenging aspects for prospective teachers, providing them with opportunities to learn from practice.*

**Keywords:** Initial teacher education; Lesson study; Mathematics teaching; Prospective teacher's didactical knowledge

Martins, M., Ponte, J. P. e Mata-Pereira, J. (2024). O desenvolvimento do conhecimento didático de futuros professores: o estudo de aula como processo formativo integrado na formação inicial. *PNA*, 18(2), 105-130. <https://doi.org/10.30827/pna.v18i2.27258>

El desarrollo del conocimiento didáctico de los futuros profesores: el estudio de clase como proceso formativo integrado en formación inicial

*Este estudio tiene como objetivo comprender cómo, durante la formación inicial, el estudio de clase promueve el desarrollo del conocimiento de los futuros profesores sobre tareas, el trabajo de los alumnos, y la comunicación en clase. Es una investigación basada en el diseño de naturaleza cualitativa. En los resultados, destaca-se el trabajo colaborativo en la planificación detallada de una clase, así como su carácter reflexivo, apoyada en las oportunidades de conducción de la clase. También muestran que es fundamental centrar el trabajo en los aspectos desafiantes para los futuros profesores, proporcionándoles oportunidades para aprender de la práctica.*

*Términos clave:* Conocimiento didáctico del futuro profesor; Enseñanza de las matemáticas; Estudio de clase; Formación inicial de profesores

Durante a formação inicial, os futuros professores enfrentam vários desafios. Desenhar tarefas, antecipar o trabalho dos alunos, preparar a comunicação, conduzir as discussões em sala de aula e analisar os dados que recolheram são questões comuns identificadas pelos futuros professores (Ponte et al., 2017; Santos et al., 2020). Como estão a desenvolver o seu conhecimento e têm reduzida experiência de ensino, sentem como desafiante planificar e conduzir aulas pois não conseguem antecipar com detalhe o que os alunos podem fazer e dizer (Bergsten et al., 2009; Stein et al., 2008). Estes desafios são agravados pelo recorrente afastamento entre teoria e prática nos cursos de formação inicial (Hošpesová et al., 2018; Ponte e Chapman, 2016).

Torna-se assim fundamental desenvolver estratégias que criem oportunidades para que os futuros professores possam ultrapassar estes desafios a partir da reflexão e da investigação sobre a própria prática (Ponte e Chapman, 2016; Potari e Ponte, 2017), mas também de uma estreita ligação entre “os modelos pedagógicos abordados na formação e as realidades educativas encontradas nos estágios” (Tempera e Tinoca, 2022, p. 19). Assim, podem reduzir o afastamento entre a teoria e a prática e, dessa forma, desenvolver o seu conhecimento.

O estudo de aula é um processo formativo, com origem no Japão, de natureza colaborativa e reflexiva, que assenta numa pequena investigação baseada na prática, com foco na aprendizagem dos alunos. Apesar de vários estudos reportarem as potencialidades do estudo de aula no desenvolvimento do conhecimento dos futuros professores (Ponte, 2017), é necessário investigar de modo aprofundado como fazer a sua integração na formação inicial no contexto dos países ocidentais (González et al., 2023; Magnusson et al., 2021). Assim, este estudo tem como objetivo perceber como é que o estudo de aula pode promover o desenvolvimento do conhecimento dos futuros professores durante a formação

inicial, a partir de uma investigação baseada em design com dois ciclos de intervenção. Daqui, surge a seguinte questão de investigação: Quais são os princípios que promovem o desenvolvimento do conhecimento dos futuros professores sobre o desenho de tarefas, o trabalho dos alunos e a comunicação em sala de aula, num estudo de aula?

## ENQUADRAMENTO TEÓRICO

### **O conhecimento do (futuro) professor**

A formação inicial visa promover o desenvolvimento do conhecimento dos futuros professores. É a partir deste processo de desenvolvimento que os futuros professores aprendem a ensinar e exploram estratégias que lhes permitem criar uma estreita ligação entre teoria e prática e, conseqüentemente, serem agentes ativos na melhoria da sua prática.

O professor deve saber selecionar tarefas e analisá-las de acordo com o objetivo da aula, antecipar as estratégias de resolução que os alunos podem usar, as dificuldades que podem ter, e se vão considerar essas tarefas interessantes. Este “conhecimento sobre a aprendizagem dos alunos” inclui os seus interesses, necessidades, características sociais e culturais, modos de trabalho, dificuldades mais comuns e formas de aprendizagem. O conhecimento sobre os alunos permite ao professor selecionar as estratégias para explorar na aula e preparar as suas intervenções para promover a aprendizagem. Quando o professor seleciona as tarefas, deve saber também adaptá-las aos alunos e aos objetivos de aprendizagem. Além disso, o professor deve procurar organizar a aula considerando os objetivos de aprendizagem que estabeleceu e a antecipação do trabalho dos alunos que fez. Por isso, quando planifica e conduz a aula, o professor deve saber em que momentos deve convidar os alunos a apresentar as suas ideias, apoiando-os a justificar ou a identificar justificações (in)válidas sem reduzir o grau de desafio das tarefas, e procurando que vão além do trabalho realizado. Este “conhecimento sobre a prática letiva” relaciona-se sobretudo com aspetos didáticos pois envolve a seleção e o desenho de tarefas, a planificação de aulas, a organização do trabalho dos alunos durante a aula, e a criação de oportunidades de aprendizagem. O conhecimento do conteúdo e o conhecimento do currículo são igualmente parte integrante do conhecimento do professor que deve estar à vontade com os conteúdos que vai ensinar e saber como os deve organizar de acordo com as orientações curriculares (Ball et al., 2008; Ponte, 2012).

As orientações curriculares para o ensino da Matemática indicam que os alunos devem poder trabalhar em tarefas desafiantes, a partir dos seus conhecimentos prévios, e construir novo conhecimento a partir de discussões com os colegas e com o professor que os faça refletir e rever o trabalho realizado (NCTM, 2014). Numa aula de natureza exploratória, organizada em três fases, é o

trabalho dos alunos que serve de base à aprendizagem. O professor começa por propor uma tarefa para que os alunos trabalhem autonomamente na sua resolução. Durante este trabalho, anota as estratégias que os alunos estão a usar assim como as dificuldades que ocorrem. Com essa informação, organiza a discussão coletiva, promovendo a partilha de ideias entre os alunos para que possam aprender a partir do seu trabalho. Pelas suas características, uma aula exploratória tem um grande potencial para promover a aprendizagem dos alunos, tendo como base as tarefas propostas e a comunicação que se estabelece (Ponte, 2005). Para isso, o professor tem de saber selecionar e desenhar tarefas para propor aos alunos que permitam tirar partido destas potencialidades, antecipando o trabalho que os alunos irão realizar nessas tarefas, e preparando a comunicação a estabelecer em sala de aula.

Além disso, as orientações curriculares também reforçam a importância de promover o raciocínio matemático e a resolução de problemas no ensino da Matemática (NCTM, 2014). Estas orientações recomendam propor tarefas que permitam a utilização de diferentes estratégias de resolução e várias representações, com questões com vários graus de desafio matemático. Essas tarefas devem ainda ter questões que incitem a generalização e peçam justificações. As orientações sublinham ainda a importância de criar momentos para que os alunos possam partilhar as suas respostas, apoiando-os sem reduzir o grau de desafio da tarefa (Mata-Pereira e Ponte, 2018).

Planificar aulas segundo estas orientações envolve desenhar tarefas a que sejam o ponto de partida para o trabalho a desenvolver pelos alunos, o que nem sempre é fácil para os futuros professores (Ponte et al., 2017; Santos et al., 2020). Também antecipar as estratégias de resolução que os alunos vão usar e as dificuldades que podem ter é um desafio para os futuros professores. Como ainda estão a desenvolver o seu conhecimento sobre os alunos, e não têm muita experiência de ensino, não conseguem prever o que os alunos vão fazer ou dizer (Bergsten et al., 2009; Stein et al., 2008). Consequentemente, também é para eles desafiante preparar as suas intervenções e a comunicação em sala de aula para promover a aprendizagem dos alunos. Durante a formação inicial, os futuros professores têm “tendência para antecipar ações muito gerais, sem especificar questões particulares ou materiais que possam ajudar a clarificar possíveis dúvidas dos alunos” (Mendes et al., 2022, p. 166). Isto leva-os a serem surpreendidos pelo trabalho e pelas questões dos alunos, ficando sem saber como lhes responder (Ponte e Chapman, 2016).

Além disso, em Portugal tal como em outros países, durante a formação inicial, os futuros professores têm de realizar uma pequena investigação sobre a sua prática (Bergsten et al., 2009; Ponte et al., 2017). Esta investigação resulta na elaboração de um relatório do estágio que realizam em contexto escolar. Para isso, precisam de definir um problema de ensino, estruturar o estudo a desenvolver e a metodologia a adotar, estabelecer um plano para a recolha de dados, e analisar os dados recolhidos. Apesar deste processo apoiar o desenvolvimento do conhecimento, investigar a partir da prática pode ser um desafio, pois implica

refletir sobre os dados recolhidos e compreender o seu significado no contexto em que a investigação foi feita (Tempera & Tinoca, 2022).

### **O desenvolvimento do conhecimento e o estudo de aula**

Para apoiar os futuros professores a ultrapassar os desafios que usualmente enfrentam, através de uma estreita ligação entre teoria e prática, é essencial perceber como é que o seu conhecimento pode ser desenvolvido. Vários estudos apontam para a “reflexão sobre a prática” como uma forma privilegiada de desenvolver conhecimento (Hošpesová et al., 2018; Ponte e Chapman, 2016). Analisar situações da sala de aula leva os futuros professores a reconhecerem “questões importantes e transversais no ensino, como a necessidade de uma planificação cuidada” (Ponte et al., 2017, p. 301). Envolver-se na “preparação de tarefas, análise do trabalho dos alunos ... fazer Matemática e discutir estratégias” (Potari e Ponte, 2017, p. 14) permite-lhes considerar vários aspetos relativos à aprendizagem dos alunos e à prática letiva. Assim, planificar detalhadamente aulas é outra forma de desenvolvimento do conhecimento dos futuros professores, pois leva-os a ficar mais preparados para conduzir a aula, reduzindo as decisões que têm de tomar no momento (Potari e Ponte, 2017; Stein et al., 2008).

Outro aspeto que contribui para o desenvolvimento do conhecimento dos futuros professores são as experiências em sala de aula. Ver na prática, ou pôr em prática o que prepararam, ajuda-os a analisarem estratégias de ensino que promovem a aprendizagens dos alunos (Potari e Ponte, 2017). Assim, podem “integrar e desenvolver novos conhecimentos, baseado no que aprenderam nos cursos universitários ou noutras situações formais e informais” (Ponte e Chapman, 2016, p. 289), ligando teoria e prática. Em particular, analisar o trabalho dos alunos com um determinado objetivo, e seguindo um processo metódico de recolha e análise de informação, leva os futuros professores a refletir sobre aspetos relativos à aprendizagem dos alunos (Bergsten et al., 2009; Tempera e Tinoca, 2022). Assim, a “investigação sobre a prática” além de enriquecer a reflexão, também contribui para o desenvolvimento do conhecimento dos futuros professores.

O trabalho colaborativo também potencia o desenvolvimento do conhecimento (Hošpesová et al., 2018; Ponte et al., 2017). A partilha e discussão de ideias entre pessoas com diferentes experiências e visões sobre o ensino leva os futuros professores a considerarem outras perspetivas e a refletirem sobre as estratégias a implementar na sala de aula. Em particular, as intervenções dos supervisores com perguntas para refletir, tarefas ou documentos para analisar, ou ainda sugestões para melhorar a prática são uma mais-valia no processo formativo dos futuros professores (Potari e Ponte, 2017).

O estudo de aula (EA) é um processo de formativo focado na aprendizagem dos alunos, que tem como base o trabalho colaborativo e a reflexão. Usualmente, começa com a definição de um objetivo, por exemplo, relativo a uma dificuldade comumente manifestada pelos alunos. Os participantes planificam detalhadamente uma aula de investigação, centrada nesse objetivo, selecionando e adaptando

tarefas, antecipando o trabalho dos alunos, e preparando a comunicação a estabelecer na aula. Após um dos professores conduzir a aula, enquanto os restantes observam, partilham as suas observações e refletem sobre a aprendizagem dos alunos (Ponte, 2017).

Pelas suas características, este processo tem potencial para apoiar os futuros professores a ultrapassar os desafios que encontram durante a formação inicial. A natureza colaborativa envolve-os na partilha e discussão de diferentes ideias que, por um lado, os prepara para o trabalho que irão desenvolver nas escolas e, por outro lado, os leva a considerar outras perspetivas de ensino (Magnusson et al., 2021; Martins et al., 2023). Por ser um processo baseado na reflexão sobre a prática, potencia a análise de situações da aula, promovendo o desenvolvimento do conhecimento sobre a aprendizagem dos alunos e sobre a prática letiva a partir de uma pequena investigação sobre a prática (Bjuland e Mosvold, 2015; Martins et al., 2021). Planificar detalhadamente neste ambiente e ter oportunidade de ver em contexto de sala de aula as estratégias de ensino que prepararam, permite aos futuros professores interligar o conhecimento académico que foram desenvolvendo durante o curso com o conhecimento prático de sala de aula (González et al., 2023; NiShuilleabhain e Bjuland, 2019).

No entanto, integrar o EA na formação inicial de professores não é um processo simples. É necessário perceber como tornar possível sua realização no quadro de uma estrutura pré-definida sem comprometer as suas características e limitar as suas potencialidades (González et al., 2023; Ponte, 2017).

É preciso tomar decisões sobre quem conduz a aula de investigação e como esta é observada. Existem casos em que os futuros professores planificam a aula em conjunto mas apenas um deles assume a condução, enquanto os outros assumem o papel de observadores (Ponte et al., 2023) ou de alunos (Bjuland e Mosvold, 2015). Por vezes, não é possível a observação presencial da aula, pelo que os futuros professores refletem baseando-se em vídeo-gravações da aula (Sims e Walsh, 2009). No entanto, ao restringir as experiências em sala de aula, torna-se mais difícil para os futuros professores reconhecer os aspetos importantes da prática e analisar a influência das estratégias de ensino que prepararam na aprendizagem dos alunos. Isto pode limitar as potencialidades da natureza reflexiva do EA e comprometer a investigação sobre a prática como forma de desenvolvimento do conhecimento. Outra decisão a tomar diz respeito às intervenções dos supervisores, mais ou menos frequentes. É importante que criem oportunidades para que os futuros professores partilhem e discutam as suas ideias num ambiente colaborativo. Mas é fundamental que balanceiem essas oportunidades com um apoio orientado para aspetos importantes da prática letiva (Magnusson et al., 2021). Assim, os supervisores podem propor a análise de textos ou excertos de vídeos de aulas, apresentar partes do trabalho de alunos em determinadas tarefas, ou colocar perguntas que promovam a reflexão e a discussão de ideias e, consequentemente, o desenvolvimento do conhecimento (NiShuilleabhain e Bjuland, 2019).

## METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

### **Opções metodológicas e princípios de design**

Este estudo segue uma metodologia de investigação baseada em design com dois ciclos (Cobb et al., 2015), que pretende desenvolver conhecimento sobre como integrar o EA nos cursos de formação inicial de professores de Matemática do 3.º ciclo do ensino básico e do ensino secundário em Portugal, sem comprometer as suas características e tirando partido das suas potencialidades.

Um dos aspetos fundamentais da investigação baseada em design é a definição de princípios que estruturam as intervenções. Considerando o objetivo deste estudo, centrado na promoção do desenvolvimento do conhecimento do futuro professor, estes princípios relacionam-se com as atividades do EA que criam oportunidades para esse desenvolvimento. Os princípios de design foram inicialmente definidos a partir de uma revisão de literatura e várias vezes refinados considerando a contínua revisão de literatura e o trabalho em desenvolvimento. Assim, os princípios de design iniciais relativos à promoção do desenvolvimento do conhecimento dos futuros professores durante o EA são: (i) promover o trabalho colaborativo a partir da partilha de diferentes experiências e da discussão de diferentes ideias; (ii) contribuir com elementos conceptuais que orientem o trabalho dos futuros professores, como propor a leitura e discussão de textos ou a análise de tarefas; (iii) incentivar a planificação detalhada da aula de investigação, dando particular atenção, à cuidadosa seleção/adaptação de tarefas, à antecipação do trabalho dos alunos e à preparação da comunicação em sala de aula, em especial, dos momentos de discussão coletiva; (iv) criar oportunidades para que os futuros professores tenham experiências em sala de aula; e (v) fomentar momentos de reflexão sobre a prática, a partir da análise de situações particulares da aula e de produções dos alunos, como ponto de partida para a melhoria da prática.

### **Participantes e contexto**

As intervenções foram estruturadas sob a forma de EA, com as futuras professoras Mónica e Olívia no 1.º ciclo (EA1) e Lila, Maria e Sílvia no 2.º ciclo (EA2). Todas tinham como base da sua formação a Licenciatura em Matemática e frequentavam o 2.º ano do Mestrado em Ensino de Matemática. Neste ano, estavam sob a orientação de um professor da universidade (que denominaremos por supervisora/supervisor) e eram acompanhadas pelos professores cooperantes da escola onde estavam a realizar o estágio curricular. Antes de iniciar o EA, já tinham definido o problema para o relatório de estágio.

Este estudo centra-se nos casos de Mónica (EA1) e de Lila (EA2) pois o problema para o seu relatório tinha em comum a atenção aos processos de raciocínio dos alunos, em particular, a generalização e a justificação, a partir da

exploração de várias representações. O relatório de estágio de cada futura professora baseou-se em três aulas no tópico de Funções. No EA1, apenas a primeira aula foi planeada durante o EA. As duas aulas seguintes foram planeadas autonomamente pela futura professora, embora com o apoio da supervisora e do professor cooperante. Antes do EA, Mónica apenas tinha feito leituras dispersas sobre o raciocínio matemático para estruturar o estudo. Já no EA2, as três aulas foram planeadas durante o EA embora, devido à situação pandémica na altura do EA, todas as sessões tenham sido realizadas através de uma plataforma de videochamada. Antes do EA, a futura professora já tinha estruturado o estudo e a metodologia que iria adotar a partir de uma primeira revisão de literatura sobre o raciocínio matemático.

Ambas as futuras professoras tiveram oportunidade para observar diversas aulas conduzidas pelos professores cooperantes. Mónica não tinha experiência de ensino enquanto Lila tinha mais de dez anos de experiência em cursos profissionais. Apesar de diferentes experiências, o contacto com a prática antes do EA permitiu que as futuras professoras desenvolvessem conhecimento sobre a aprendizagem dos alunos com quem iriam trabalhar, sobre o currículo, e sobre vários aspetos da prática letiva. Foi também a partir destas observações de aulas, e encorajadas pelo respetivo supervisor, que as futuras professoras decidiram planear e conduzir aulas de natureza exploratória.

Ambos os EA foram preparados e conduzidos pela primeira autora (investigadora) em conjunto com o supervisor da universidade de cada grupo de futuras professoras, que mostrou interesse e disponibilidade para o realizar. Assim, em cada EA, o grupo de trabalho era constituído pelas futuras professoras, o respetivo supervisor e a investigadora. No EA1, o professor cooperante esteve presente em três sessões. No EA2, não foi possível conciliar a agenda da professora cooperante com as sessões do EA. No EA1, o foco para a aprendizagem das futuras professoras foi a aula exploratória e no EA2, a comunicação em sala de aula.

### **Recolha e análise dos dados**

A recolha de dados incide sobre as áudio-gravações das sessões de ambos os EA (identificando as sessões como  $S_x$  e o estudo de aula como  $E_{Ay}$ ) e das entrevistas realizadas às futuras professoras, complementadas com registos em diário de bordo. Foram também recolhidos os documentos analisados e produzidos pelas futuras professoras, nomeadamente os planos de aula, as reflexões escritas e os relatórios de estágio. No momento da redação deste artigo, o relatório de estágio de Lila ainda não tinha sido defendido em provas públicas, pelo que foi considerado o documento provisório. Foram pedidas as autorizações necessárias para a recolha e análise destes dados e foram seguidos os princípios éticos relativos à investigação em educação (AERA, 2011) pelo que os nomes usados são fictícios.

A análise dos dados é centrada no trabalho realizado durante os EA, em especial, nas discussões que ocorreram durante as sessões, assim como nos documentos produzidos pelas futuras professoras. Os dados foram organizados

considerando o desenvolvimento do conhecimento das futuras professoras em relação ao desenho de tarefas, ao trabalho dos alunos e à comunicação em sala de aula. De seguida, selecionaram-se episódios representativos de cada ciclo de intervenção e ilustrativos das atividades do EA diretamente relacionadas com estas questões. Cada episódio é analisado para verificar em que medida houve desenvolvimento do conhecimento das futuras professoras tendo em conta os princípios de design que estruturaram as intervenções.

## RESULTADOS

A aula de Mónica (EA1) teve como objetivo rever a proporcionalidade direta como relação entre duas variáveis, no 7.º ano, como ponto de partida para introduzir o tema Funções nas aulas seguintes. Já Lila (EA2) focou-se na resolução de problemas no 10.º ano. Para a primeira aula, optou pela função quadrática, que os alunos já conheciam. Na segunda e terceira aulas, o objetivo era introduzir a função definida por ramos e a função com radicais, respetivamente.

### **Desenhar tarefas**

Em ambos os EA, os supervisores pediram às futuras professoras para selecionarem tarefas (princípio iii) que promovessem os processos de raciocínio dos alunos. No entanto, elas selecionaram tarefas que não incluíam questões que incitassem a generalização ou que pedissem justificações (Figuras 1 e 2). Essas tarefas também não permitiam a utilização de diferentes estratégias de resolução ou várias representações.

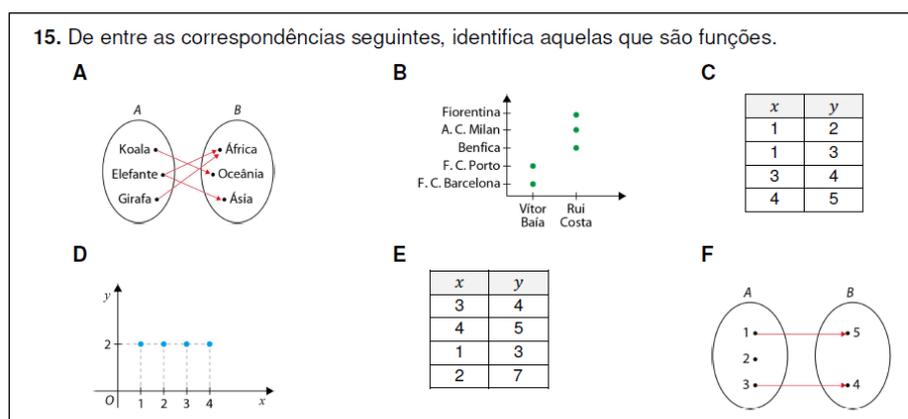


Figura 1. Primeira tarefa proposta por Mónica (S2EA1)

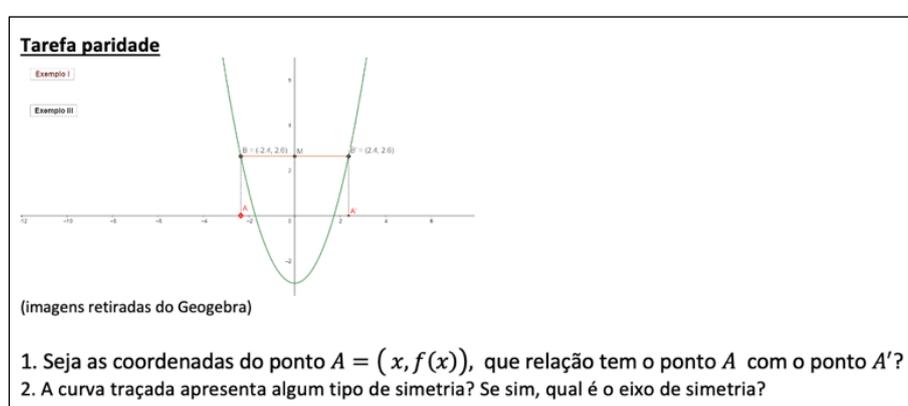


Figura 2. Primeira tarefa proposta por Lila (S2EA2)

Assim, no EA1, a investigadora propôs retomarem um texto sobre os diferentes tipos de tarefas e abordagens de ensino (Ponte, 2005) que ambas já tinham lido no ano anterior (princípio ii). A partir da análise das tarefas à luz das ideias dos textos propostos (princípio ii), e já a pensar nas adaptações a fazer na tarefa para propor na aula de investigação, Mónica disse:

*Mónica:* Eu usaria [a tarefa que propus] para adaptar a um problema ... por exemplo, [usar] estes tipos de representações de funções (Figura 1) ... [e] perguntar qual deles é que representaria aquela [determinada] situação. (S2EA1)

A futura professora revelou mais atenção em relação ao que a tarefa deveria pedir aos alunos, sugerindo incluir questões que pedissem justificações a partir da relação entre as diferentes representações. Assim, analisar textos focados na promoção do raciocínio dos alunos, e analisar tarefas à luz desses textos (princípio ii) foi o ponto de partida para o desenvolvimento do conhecimento da futura professora sobre o desenho de tarefas para promover o raciocínio dos alunos.

Após esta sessão, Mónica e Olívia e a investigadora selecionaram outras tarefas que pudessem ser propostas na aula de investigação (princípio ii). Após alguma discussão (princípio i), o grupo optou por uma que lhes pareceu mais adequada ao objetivo da aula e ao problema do relatório de estágio de Mónica (Figura 3):

*Investigadora:* Queremos que eles [os alunos] trabalhem todas as representações [como Mónica sugeriu na sessão anterior]? Ou vamos privilegiar algumas?

*Mónica:* O gráfico e a tabela. ... É a melhor maneira de eles relacionarem as variáveis ... [Mas] pela tabela, [os alunos] conseguem melhor [chegar à generalização] do que pelo gráfico. (S4EA1)

Mónica sugeriu privilegiar a representação tabelar, mantendo a linguagem natural do enunciado e uma tabela já preenchida com alguns valores. O objetivo era que os alunos generalizassem a relação de proporcionalidade direta entre as variáveis, sob a forma de expressão algébrica, a partir da representação tabelar e, portanto, a partir dos seus conhecimentos prévios.

Considerando também a promoção da justificação, Mónica propôs uma questão alternativa à questão c), para que os alunos tivessem de interpretar uma representação gráfica, com duas retas que representavam situações de proporcionalidade direta diferentes:

*Supervisora:* Mas o objetivo é eles [os alunos] lerem o gráfico?

*Mónica:* É identificar as retas [de duas situações diferentes] e explicar porquê ... Justificar. [O objetivo] é [os alunos] terem de justificar [através de] vários pontos [do gráfico] que suportem a ideia. (S5EA1)

Assim, o grupo pensou como poderia formular uma questão que levasse os alunos a identificar a reta correspondente à situação da tarefa, justificando as suas respostas a partir das relações entre a representação gráfica e as representações tabelar e algébrica.

na GN, cidade costeira  
 É em Aveiro, a chamada Veneza de Portugal, onde se  
 podem encontrar os famosos ovos-moles, uma das  
 riquezas gastronómicas da região.  
 Na pastelaria *Flôr-de-Sal*, cada ovo-mole custa  
 quarenta cêntimos.  
 Sabendo que um barco, quando  
 chega à lota, traz caixas de bacalhau  
 Na porta dessa pastelaria encontra-se afixada uma tabela de preços onde alguns valores não são  
 perceptíveis. Observa:



As caixas vêm com o  
 bacalhau congelado;  
 Caixas com  $\pm 25$  Kg;  
 Cada quilograma de  
 bacalhau custa 13€.

$$25 \times 13 = 325 \text{ €}$$

↓  
 1 caixa

Número de ovos-moles	Preço
6	2,4 €
	4 €
12	
	8 €

Deixar  
 a tabela

Nº caixas	Preço
2	650 €
10	1950 €
10	3250 €
12	3900 €

a) Completa a tabela com os valores em falta, apresentando o teu raciocínio. ✓  
 b) Considera que tens 3€ para comprar ovos-moles. Quantos podes comprar? Terás direito a troco? Explica o teu raciocínio. ✓  
 c) Representa através de um gráfico cartesiano a informação dada pela tabela. ✓  
 d) Seja  $x$  o número de ovos-moles e  $y$  o seu preço. Para cada par ordenado  $(x, y)$ , encontra a razão  $\frac{y}{x}$ . Interpreta os resultados obtidos no contexto da situação. ✓  
 e) Seja  $f$  a função que ao número de ovos-moles comprados,  $x$ , faz corresponder o preço a pagar,  $y$ . Escreve uma expressão algébrica que represente a função  $f$ .  
 → pensar numa alternativa: representação gráfica para interpretar

Figura 3. Tarefa para a aula de Mónica e respetivas alterações (S4EA1)

Ao analisar o trabalho dos alunos durante a aula, Mónica concluiu que as representações que foram privilegiadas no desenho da tarefa “facilitaram a interpretação [do enunciado] ... [essencialmente devido às] representações icónicas, como a tabela” (relatório-estágio). Assim, as propostas de leitura (princípio ii), com a respetiva discussão de ideias sobre esses textos (princípio i), e com vista ao desenho da tarefa a propor aos alunos para promover o raciocínio (princípio iii), promoveram o desenvolvimento do conhecimento da futura professora sobre a prática letiva. Em particular, ela repensou as representações que deveria privilegiar para promover generalizações e justificações, o que também se relaciona com o desenvolvimento do conhecimento do conteúdo.

No caso do EA2, a proposta de leitura focava-se nos processos de raciocínio dos alunos (Mata-Pereira & Ponte, 2012). Analisar as tarefas à luz das ideias dos textos propostos levou Lila a reconhecer que selecionar ou elaborar tarefas para promover o raciocínio dos alunos é um desafio, levando-a a selecionar uma outra tarefa:

*Lila:* A minha dificuldade é arranjar tarefas de modo que [os alunos] estimulem [o raciocínio] ... e que me deem algum fruto também para mim [para o relatório de estágio]. (S2EA2)

Nesta segunda tarefa que selecionou para a primeira aula (Figura 4, a preto), todas as questões eram facilmente resolvidas substituindo valores na expressão dada, pelo que tinham um grau de desafio reduzido, e não promoviam generalizações ou a justificações. Quando o grupo partilhou as suas ideias sobre as potencialidades da tarefa (princípio i), o supervisor sugeriu substituir a expressão algébrica por uma tabela com valores pertencentes ao gráfico da função (Figura 4, a vermelho). Esta contribuição do supervisor (princípio ii) levou Lila a pensar como poderia promover os processos de raciocínio dos alunos através de diferentes representações:

*Supervisor:* Como é que eu posso abrir a tarefa? Em vez de dar a expressão ... Posso dar as coordenadas do vértice, e quando [o gafanhoto] toca no chão.

*Lila:* Torna-se mais fácil para [o aluno] perceber logo no gráfico toda a interpretação [da situação da tarefa] ... Isto também os pode levar à situação do domínio no contexto do problema. (S6EA2)

Com esta alteração, promovia, por um lado, a generalização em representação algébrica através da representação tabelar e, por outro lado, a justificação a partir da representação gráfica, com o domínio restrito ao contexto do problema. Estas discussões levaram a futura professora a repensar as representações dadas no enunciado das tarefas, o que se relaciona com o conhecimento sobre tarefas.

O Tomás encontrou um gafanhoto em cima de um muro. Quando o gafanhoto saltou, a sua altura em relação ao chão ( $a$  em centímetros) variou com o tempo ( $t$ , em segundos) de acordo com a função definida por  $a(t) = -30t^2 + 20t + 80$ .

O Tomás encontrou um gafanhoto em cima de um muro. A dado momento, o Gafanhoto saltou para o chão. Na tabela seguinte estão registadas algumas das alturas atingidas pelo Gafanhoto,  $t$  segundos depois de iniciar o salto:

$t$ (segundos)	0.5	1	1.5
$a$ (centímetros)	82.5	70	32.5

Sabendo que a altura atingida pelo Gafanhoto  $t$  segundos de iniciar o salto pode ser definida por uma função quadrática:

a) → Determina a altura do muro.

b) → No contexto da situação descrita, para que valores de  $t$  a expressão  $a(t)$  tem

Figura 4. Tarefa para a primeira aula de Lila e respetivas alterações (S6EA2)

Durante a aula, segundo Lila, “os alunos procuraram relacionar os valores da tabela, não os associando à função quadrática” (reflexão-escrita), o que fez surgir dificuldades na interpretação da tarefa. Também na segunda aula, surgiram

dificuldades de interpretação. Analisar as dificuldades dos alunos na interpretação das tarefas propostas (princípio v) levou a futura professora a fazer uma seleção mais cuidada das representações a indicar no enunciado das tarefas, relevando desenvolvimento do seu conhecimento sobre o desenho de tarefas. Para a terceira aula, Lila adicionou a representação algébrica da situação ao enunciado, como ponto de partida para representação gráfica (Figura 5). Além disso, e por sugestão do supervisor, acrescentou uma questão para que os alunos tivessem de generalizar a influência de determinados parâmetros presentes na expressão de uma função, a partir representação gráfica dessa função.

Apesar de, inicialmente, ter selecionado tarefas que não permitiam o uso de diferentes estratégias (Figuras 2 e 4), as discussões durante o EA (princípio i) e as contribuições do supervisor (princípio ii) parecem ter contribuído para o desenvolvimento do conhecimento didático da futura professora. Ela passou a desenhar tarefas (princípio iii) considerando questões que incitassem generalizações e que pedissem justificações. Além disso, a análise de situações das aulas (princípio v) que ela própria conduziu (princípio iv) levou-a a reconhecer que a interpretação das tarefas propostas é uma dificuldade comum dos alunos. Assim, passou a ter mais cuidado com as representações nas tarefas, fruto também dos momentos de reflexão sobre a prática (princípio v) que foram promovidos a partir de um conjunto das três aulas que a futura professora preparou, conduziu e refletiu.

Num referencial ortonormado  $O_{xy}$  está representado o gráfico da função definida por  $g(x) = \sqrt[3]{9x}$  e um ponto A que se desloca ao longo deste gráfico. Pretende-se construir retângulos cujos vértices sejam definidos por este ponto, pela origem do referencial e por pontos sobre os eixos coordenados.

a) Determina as coordenadas do ponto A de forma que o retângulo seja um quadrado.

b) Indica, justificando, as coordenadas dos vértices do quadrado referido na alínea a) se em vez de  $g$  considerares as funções definidas por:

b1)  $2g\left(\frac{x}{2}\right)$

b2)  $3g\left(\frac{x-2}{3}\right)$

**Exploração**

- 1) Apresentar a tarefa 2 à turma, garantindo que todos os alunos interpretam corretamente os dados do enunciado da tarefa.
- 2) Questionar a turma sobre o que é pedido na tarefa.
- 3) Desafiar os alunos a resolver a tarefa.
- 4) Promover a discussão coletiva sobre a resolução da tarefa, solicitando o raciocínio apresentado.

- Quais são as coordenadas dos vértices dos quadrados.
- Qual o domínio da função  $g$

Figura 5. Tarefa para a terceira aula de Lila (S17EA2)

### Antecipar o trabalho dos alunos

A partir das tarefas que desenharam, foi pedido às futuras professoras que antecipassem as estratégias que os alunos poderiam usar para as resolver (princípio

iii). No EA1, este trabalho foi feito por ambas as futuras professoras antes de o partilhar com a supervisora, com o professor cooperante e com a investigadora. Já no EA2, Lila antecipou autonomamente as estratégias dos alunos. Este foi o ponto de partida para que, em ambos os estudos de aula, se analisassem as potencialidades de cada estratégia na promoção do raciocínio dos alunos (princípio i).

No EA1, Mónica e a colega anteciparam que os alunos podiam usar três estratégias de resolução diferentes para completar a tabela da tarefa. No entanto, consideraram que os alunos poderiam limitar-se à regra de três simples, por ser uma estratégia que lhes é bastante familiar:

*Olívia:* [Os alunos] falaram na regra de três simples [na aula anterior]. Eu não sei de onde é que [isso] veio.

*Mónica:* Dão no 6.º ano... Vem nos manuais escolares, usam em Física e Química...

...

*Professor cooperante:* Eu fugiria da regra de três simples... Não consegues resolver numa calculadora nem em nenhum computador. Enquanto numa proporção...

*Supervisora:* Eles identificarem o fator multiplicativo é fundamental! (S5EA1)

O professor cooperante considerou que esta estratégia não deveria ser privilegiada nesta aula em particular (princípio ii). Assim, incentivadas pela supervisora, as futuras professoras pensaram como poderiam levar os alunos a usar outras estratégias (princípio iii), que os afastassem da aplicação deste procedimento e, conseqüentemente, os apoiasse na generalização:

*Olívia:* E se todos tiverem usado a regra de três simples?

...

*Mónica:* Vai haver algum [aluno] que vai fazer... Então se duas caixas são 650, uma vai ser 325, e depois já está... é o quociente entre o preço das caixas e o número... [Podemos sugerir] eles fazerem uma terceira coluna e fazerem setinhas, fazerem vezes [multiplicação] ou mais [adição] 350. (S5EA1)

As futuras professoras decidiram então que, durante a aula, iam encorajar os alunos a recorrer sobretudo à tabela e aos fatores multiplicativos para que, a partir da observação de casos particulares, conseguissem estabelecer a relação entre as variáveis. Para isso, acrescentaram uma linha à tabela para que os alunos fossem levados a determinar o preço de uma caixa, e que representa a constante de proporcionalidade. Além disso, prepararam ainda frases que os apoiassem na generalização tais como “o preço aumenta quando o número de caixas também aumenta, na mesma proporção” (plano-de-aula). A partir da análise das potencialidades da regra de três simples como possível estratégia de resolução (princípios i, ii), as futuras professoras pensaram como poderiam apoiar os alunos

para que conseguissem generalizar (princípio iii), relevando terem desenvolvido o seu conhecimento sobre a prática letiva, em particular, em relação ao desenho de tarefas e à preparação das intervenções do professor para promover a generalização.

No EA2, Lila antecipou que, na tarefa da primeira aula (Figura 4), os alunos iriam recorrer ao conhecimento conceptual que já tinham da função quadrática e do seu comportamento para resolver as questões essencialmente através de procedimentos algébricos e da representação gráfica dada pela calculadora gráfica. No entanto, mostrou-se preocupada caso os alunos utilizassem apenas as ferramentas da calculadora gráfica para encontrar a expressão algébrica, como estavam habituados a fazer:

*Lila:* O que eles vão demorar mais tempo é a descobrir a expressão. Eles já sabem fazer de cor na calculadora [gráfica].

*Supervisor:* ... deixa que eles sejam naturais, no sentido do teu trabalho [relatório de estágio].

*Investigadora:* Se todos os alunos recorrerem à calculadora, pode ser pobre para a aula e para a sua recolha de dados...

*Lila:* Se eles forem à calculadora, eu digo “ninguém se lembra de outra forma para resolver?”... E “e se encontrares a expressão algébrica, será que não te vai ajudar na resolução?” (S9EA2)

O supervisor e a investigadora lembraram que, nesse caso, os alunos não iriam sentir necessidade de usar várias representações, limitando a justificação das suas respostas. As contribuições do supervisor e da investigadora (princípio ii) levaram Lila a pensar como poderia encorajá-los a usar diferentes estratégias de resolução, como ponto de partida para a comparação entre várias representações. Assim, para as aulas seguintes, Lila voltou a considerar o trabalho usual dos alunos, procurando afastá-los de procedimentos que apenas envolvessem a aplicação de expressões, a substituição de valores, ou a utilização da calculadora gráfica, relevando desenvolvimento do seu conhecimento, não apenas sobre os alunos, como também sobre a organização da aula. A tarefa da segunda aula implicava que os alunos interpretassem corretamente o enunciado para serem capazes de representar gráfica e algebricamente a situação, onde a calculadora gráfica poderia apenas ser usada como apoio. Já na terceira aula, a tarefa exigia que os alunos desenhassem um esboço da situação, a partir da representação algébrica, mas não era possível justificar recorrendo apenas à calculadora gráfica embora, mais uma vez, fosse um apoio para a generalização (Figura 5).

Analisar o possível trabalho dos alunos para a primeira aula (princípio iii), a partir de questões levantadas pelo supervisor ou pela investigadora (princípio ii) levaram a futura professora a pensar como poderia gerir esse trabalho durante a aula, o que não tinha sido considerado por ela antes. Desenvolveu assim o seu

conhecimento sobre a prática letiva na medida em que considerou os modos de trabalho dos alunos para organizar a aula e promover o raciocínio.

### **Preparar a comunicação**

Com a antecipação do trabalho dos alunos, as futuras professoras anteciparam também as dificuldades que eles poderiam ter. Este foi o ponto de partida para pensarem como os poderiam apoiar, sem reduzir o grau de desafio das tarefas.

No EA1, preocupada com a promoção da generalização, Mónica sugeriu convidar alguns alunos para partilhar as suas ideias e explicar o que tinham feito, independentemente de a justificação ser ou não válida, e perguntar “quem é que não concorda? ... [e] porquê” (S6EA1). O objetivo era encorajar a partilha de ideias sobre o trabalho que realizaram. No entanto, a supervisora decidiu retomar a possibilidade em que “os alunos não consigam determinar uma expressão geral [da relação] entre o número de caixas e o seu preço” (plano-de-aula) (princípio ii):

*Supervisora:* E se o aluno não chegar à relação [entre as variáveis]?

*Mónica:* A nossa estratégia ... É ir à tabela outra vez, visualizar as relações, do preço com a constante que eles determinaram antes ... Quando  $x$  é 1,  $[y]$  é igual a 325. O  $[x =] 2$  será igual a  $[y =] 650$ , que é duas vezes 325 ... e depois eles iriam ver este número [325] está sempre estável ... E iam chegar ao fim e ver que  $y = 325x$ .

*Olivia:* ... [Podemos perguntar] “Qual é a relação entre o 2 e o 1?”

*Mónica:* “Então duas caixas custam quanto? E uma caixa? Custa mais, custa menos?” E acho que dizer mais do que isto já é dar a resposta. (S6EA1)

A partir da questão da supervisora (princípio ii), as futuras professoras partilharam as suas ideias sobre como poderiam apoiar os alunos (princípio i), levando-as a preparar algumas “expressões orais” para destacar a relação entre as variáveis, tais como “o preço varia de acordo com o número de caixas” (plano-de-aula). Caso os alunos continuassem com dificuldades em generalizar, Mónica pensou em “pedir-lhes que escrevessem a expressão em linguagem natural ... [para que conseguissem] traduzir a informação para linguagem simbólica” (reflexão-escrita).

Antecipar as dificuldades dos alunos levou as futuras professoras a prepararem estratégias para os apoiar (princípio iii), desenvolvendo assim o seu conhecimento sobre a aprendizagem dos alunos. A questão da supervisora (princípio ii) permitiu que repensassem, em conjunto (princípio i), como poderiam apoiar os alunos sem reduzir o grau de desafio da tarefa e continuar a promover os processos de raciocínio, desenvolvendo assim o seu conhecimento sobre a prática letiva.

Após a aula, Mónica valorizou as estratégias que preparou nas sessões no EA para apoiar os alunos, como recorrer à tabela e aos fatores multiplicativos para estabelecer a relação entre as variáveis, uma vez que “permitiu [aos alunos] uma

nova perspectiva acerca das informações dos enunciados” (relatório-estágio). No entanto, Mónica considerou que a comunicação poderia ter sido melhor preparada:

*Mónica:* Por exemplo, nesta dúvida, qual será a palavra-chave a usar? ...  
Tínhamos só descrito o professor deve orientar para. (entrevista-final)

No EA2, Lila antecipou as dificuldades dos alunos para a primeira aula autonomamente. Em cada questão, descreveu como os poderia apoiar nessas dificuldades. Durante a preparação da comunicação, o supervisor procurou que ela e as colegas analisassem a influência das estratégias para apoiar os alunos nos processos de raciocínio:

*Lila:* Já percebi. Dou informação a mais...

*Maria:* ... Que opção [perguntas] poderíamos pôr? Se o aluno não conseguir perceber que [o que tem de determinar] é  $a(0)$ ?

*Lila:* ‘O que é que se entende por instante inicial?’ ... Se eu perguntar isso à turma, eles vão logo dizer ‘substituir por zero que é o instante inicial’.  
(S6EA2)

A futura professora repensou em perguntas para colocar aos alunos, sem reduzir o grau de desafio da tarefa, e sugerindo esboçar a situação graficamente como ponto de partida para a representação algébrica. No entanto, em ambas as aulas, acabou por lhes dar indicações explícitas reduzindo o grau de desafio das tarefas, ao contrário do que tinha preparado com as colegas durante as sessões do EA. Quando o supervisor e a investigadora lhe pediram para analisar o trabalho dos alunos e para procurar compreender o seu significado, a futura professora constatou que, sugerir aos alunos os procedimentos e os valores que devem usar para resolver as tarefas, limitou as estratégias de resolução e representações que eles poderiam usar e, conseqüentemente, os seus processos de raciocínio:

*Lila:* O que eu fiz foi dizer para substituir o t por zero [ver tarefa em Figura 4] ... dou a resposta à aluna. ... O objetivo [da aula] ... não foi conseguido. Uma parte foi, porque consegui perceber alguns raciocínios ... [No entanto,] eu acabava por inconscientemente encaminhá-los para a resposta que eu queria.  
(S10EA2).

Conduzir a primeira aula de investigação (princípio iv) levou-a a analisar a influência das suas intervenções no trabalho dos alunos e, conseqüentemente, a repensá-las para as aulas seguintes. Considerando que “poderia ter questionado mais os alunos no que concerne à justificação dos seus raciocínios” (reflexão-escrita), Lila repensou as suas intervenções, influenciando a planificação e a condução das aulas seguintes. Assim, foi com a reflexão sobre a sua prática (princípio v), apoiada pelas intervenções do supervisor e da investigadora para compreender o significado do trabalho dos alunos (princípio ii), que a futura professora mudou a sua prática e desenvolveu o seu conhecimento sobre a aprendizagem dos alunos e sobre a prática letiva.

Para a segunda aula, pensou pedir lhes para justificarem o sinal da função através da representação gráfica, levando-os a relacionar várias representações de uma função definida por ramos com o contexto da tarefa, promovendo assim a justificação. Para a terceira aula, e por sugestão da investigadora, Lila pensou como poderia apoiar os alunos nas suas dificuldades, por exemplo através de perguntas que os apoiassem a interpretar corretamente o enunciado (por exemplo, Figura 5). Também pensou sugerir-lhes que utilizassem outras representações que os pudessem ajudar a responder às questões e a justificar as suas respostas. Durante a aula, procurou essencialmente apoiar os alunos a “confrontar a resolução gráfica com a resolução analítica” (reflexão-escrita), sem reduzir o grau de desafio da tarefa, encorajando-os a partilhar as suas ideias e solicitando justificações.

A futura professora considerou o trabalho de antecipação e de preparação da comunicação “benéfico” (reflexão-escrita) uma vez que a levou a preparar as tarefas, as suas estratégias durante a aula, e as perguntas a colocar para apoiar os alunos a ultrapassar as dificuldades. Para ela, foi um desafio planificar e conduzir aulas que promovessem o raciocínio dos alunos, mas considerou que todo o trabalho realizado durante o EA contribuiu para a sua evolução e aprendizagem. Efetivamente, pôr em prática as estratégias que tinha preparado (princípio iv) e refletir sobre essas estratégias (princípio v), tendo nova oportunidade para pôr em prática, foi fundamental para o desenvolvimento do seu conhecimento sobre a aprendizagem dos alunos e sobre a prática letiva.

## DISCUSSÃO

O EA é um processo formativo de natureza colaborativa. No entanto, os futuros professores, supervisores e professores cooperantes ocupam posições hierárquicas diferentes e têm níveis de conhecimento diferentes, o que pode inibir a partilha de ideias (Ponte, 2017). Comprometer a natureza colaborativa do EA restringe as oportunidades para refletir sobre estratégias de ensino, fragilizando o desenvolvimento do conhecimento (Sims e Walsh, 2009). Nestes dois EA, a análise de textos, das tarefas selecionadas e das estratégias que as futuras professoras prepararam, em paralelo com as perguntas que os supervisores e a investigadora foram colocando, levou à partilha de experiências e discussão de ideias, promovendo assim o trabalho colaborativo (princípio i). Apesar da participação dos professores cooperantes ter sido limitada em ambos os EA, condicionando o conhecimento sobre os alunos, as futuras professoras puderam refletir sobre as suas ideias, desenvolvendo assim o seu conhecimento em diferentes aspetos. Tal como apontam outros estudos (Magnusson et al., 2021; NiShuilleabhain e Bjuland, 2019), os supervisores tiveram um papel fundamental na criação de oportunidades para que as futuras professoras pudessem interligar os conteúdos que foram aprendendo ao longo da formação inicial com o contexto de sala de aula, e dessa forma, pudessem reduzir o afastamento entre teoria e prática.

Aqui, assumem particular destaque as propostas de leituras e discussão de textos, assim como a análise das tarefas selecionadas pelas futuras professoras (princípio ii). Assim, os resultados mostram a possibilidade e importância de promover relações próximas entre todos os intervenientes e criar ambientes de confiança que promovam o trabalho colaborativo. No entanto, é necessário que as intervenções dos supervisores sejam ponderadas para que os futuros professores se sintam confortáveis em partilhar as suas ideias e para que apoiem o desenvolvimento do conhecimento.

Outra particularidade do EA é a planificação detalhada de uma aula de investigação. No EA1, a planificação da aula centrou-se sobretudo na tarefa a propor aos alunos e na antecipação das suas estratégias e dificuldades. Embora tenha preparado como iria apoiar os alunos, Mónica sentiu falta que a preparação da comunicação tivesse sido mais detalhada. Planificar detalhadamente uma aula envolve vários aspetos, como a tarefa a propor e a gestão do trabalho dos alunos nessa tarefa, e a comunicação a estabelecer. Como estes aspetos se relacionam entre si, e são fundamentais para a prática letiva, justificar essas relações apoia os futuros professores a desenvolver o seu conhecimento. Isto porque, ao fundamentar as suas opções, têm de repensar a sua influência na aprendizagem dos alunos e enquadrá-las no currículo e de acordo com o conteúdo matemático a ensinar. Assim, é também necessário organizar as sessões do EA para explorar estes diferentes aspetos pelo que, além de incentivar a planificação detalhada da aula de investigação, dando particular atenção à cuidadosa seleção/adaptação de tarefas, à antecipação do trabalho dos alunos e à preparação da comunicação na sala de aula, em especial, dos momentos de discussão coletiva (princípio iii), é também fundamental justificar as opções tomadas, refinando assim este princípio de design. No entanto, é imprescindível tomar decisões sobre a profundidade com que cada aspeto será explorado, considerando o tempo disponível (Ponte, 2017). Assim, definir um foco para a aprendizagem dos futuros professores, com base nas necessidades ou nos desafios que usualmente enfrentam, pode apoiar os supervisores a tomar estas decisões, sem limitar as potencialidades do EA.

Já no EA2, Lila começou por, autonomamente, antecipar as estratégias de resolução que os alunos poderiam usar e as dificuldades que poderiam ter, sem as detalhar. A partir desta antecipação, preparou como iria apoiar os alunos, baseando-se sobretudo em estratégias que reduziam o grau de desafio da tarefa e limitavam os processos de raciocínio dos alunos. Neste caso, os anos de experiência de ensino da futura professora limitaram o desenvolvimento do conhecimento sobre os alunos e sobre a prática letiva, tal como em Magnusson et al. (2021). No entanto, durante o EA, a futura professora teve oportunidade de planificar aulas e pôr em prática essas planificações, baseando-se na reflexão que fez sobre as aulas anteriores. Bjuland e Mosvold (2015) argumentam que “um dos componentes críticos da formação inicial é o desenvolvimento da capacidade de aprender através da prática” (p. 89). Esta oportunidade de planificar, pôr em prática e refletir para pôr em prática novamente levou a futura professora a desenvolver o

seu conhecimento a partir das experiências em sala de aula (princípio iv), principalmente por ter tido oportunidade para conduzir as aulas planificadas. O facto de este desenvolvimento não ter acontecido antes do EA, sugere um refinamento também deste princípio, onde conduzir as aulas planificadas assume uma importância particular. A organização adotada no EA permitiu que as futuras professoras tivessem várias oportunidades para planificar, conduzir e refletir sobre mais do que uma aula como ponto de partida para aprender através da prática.

A natureza reflexiva do EA tem mostrado potencialidades no desenvolvimento do conhecimento dos futuros professores (González et al., 2023; Martins et al., 2021, 2023). Também nestes dois EA, foi a partir da reflexão sobre as diferentes ideias partilhadas nas sessões que as futuras professoras repensaram a sua prática e, dessa forma, desenvolveram o seu conhecimento. Bergsten et al. (2009) levantaram a questão se os futuros professores conseguem distanciar-se de aspetos superficiais e focar-se em aspetos relevantes da prática letiva e da aprendizagem dos alunos. Nestes EA, as futuras professoras tiveram de explicar as suas ideias, considerando o conhecimento que foram desenvolvendo com o contacto com a prática letiva antes do EA, mas também justificando essas opções à luz do problema que definiram para o relatório de estágio. Incluir o EA como parte integrante do curso de formação inicial, como foi feito nestes EA, contribuiu para que as futuras professoras se focassem na aprendizagem dos alunos. Assim, além de fomentar momentos de reflexão sobre a prática, a partir da análise de situações particulares da aula e de produções dos alunos, como ponto de partida para a melhoria da prática (princípio v), a investigação sobre a prática, orientada pela definição de um problema, também apoiou a reflexão e contribuiu para o desenvolvimento do conhecimento das futuras professoras. Desta forma, o último princípio foi também refinado.

## CONCLUSÃO

Este estudo contribui para o desenvolvimento de conhecimento sobre como integrar o EA nos cursos de formação inicial de professores de Matemática, sem comprometer as suas características e tirando partido das suas potencialidades. Elemento central desse conhecimento são os princípios de design a que se chegou nesta investigação e que mostram como os futuros professores podem desenvolver conhecimento sobre tarefas, trabalho dos alunos e comunicação em sala de aula, durante um EA: (i) promover o trabalho colaborativo a partir da partilha de diferentes experiências e da discussão de diferentes ideias; (ii) contribuir com elementos conceptuais que orientem o trabalho dos futuros professores, como propor a leitura e discussão de textos ou a análise de tarefas; (iii') incentivar a planificação detalhada da aula de investigação, dando particular atenção, à cuidadosa seleção/adaptação de tarefas, à antecipação do trabalho dos alunos e à preparação da comunicação em sala de aula, em especial, dos momentos de

discussão coletiva, e justificando as opções tomadas; (iv') criar oportunidades para que os futuros professores tenham experiências em sala de aula, em particular, para que possam conduzir as aulas que planejaram; e (v') fomentar vários momentos de reflexão sobre a prática, a partir da análise de situações particulares da aula e de produções dos alunos, e a investigação sobre a prática, como ponto de partida para a melhoria da prática.

Para além desses princípios, a forma como o EA foi integrado no curso também influenciou o desenvolvimento do conhecimento das futuras professoras. Em particular, destaca-se: (a) ter sido definido um foco para a aprendizagem das futuras professoras que orientou a tomada de decisões, a partir da identificação dos seus maiores desafios; (b) se ter incluído o EA como parte integrante do curso de formação inicial, relacionando teoria e prática, e tirando partido das potencialidades da investigação sobre a prática; (c) se ter proporcionado oportunidades para planificar, pôr em prática e refletir aprofundadamente para pôr em prática novamente, em especial, no EA2. Como ilustramos neste artigo, para além das atividades habituais nos cursos de formação inicial de professores, o EA traz oportunidades para uma preparação muito detalhada de aulas de investigação e de reflexão fundamentada em evidência sobre as aprendizagens dos alunos. O presente estudo mostra o valor formativo destas atividades.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho é financiado por fundos nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia por meio de um bolsa de doutoramento a Micaela Martins (SFRH/BD/143869/2019).

## REFERÊNCIAS

- AERA (2011). Code of ethics. *Educational Researcher*, 40(3), 145-156.  
<https://doi.org/10.3102/0013189X11410403>
- Ball, D.L., Thames, M.H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.  
<https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Bergsten, C., Grevholm, B., Favilli, F., Bednarz, N., Proulx, J., Mewborn, D., Johnson, P., Rowland, T., Thwaites, A., Huckstep, P., DeBlois, L., Maheux, J.F., Chapman, O., Rosu, L.M., Arvold, B., Gellert, U., Krummheuer, G., Skott, J., Garegae, K.G., ... Tsamir, P. (2009). Learning to teach mathematics: Expanding the role of practicum as an integrated part of a teacher education programme. In R. Even & D.L. Ball (Eds.), *The Professional Education Development of Teachers of Mathematics* (pp. 57-70). Springer.

- Bjuland, R., & Mosvold, R. (2015). Lesson study in teacher education: Learning from a challenging case. *Teaching and Teacher Education*, 52, 83-90. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2015.09.005>
- Cobb, P., Jackson, K., & Dunlap, C. (2015). Design research: An analysis and critique. In L. D. English & D. Kirshner (Eds.), *Handbook of International Research in Mathematics Education* (pp. 481-503). Routledge.
- González, G., Villafañe-Cepeda, W., & Hernández-Rodríguez, O. (2023). Leveraging prospective teachers' knowledge through their participation in lesson study. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 26(1), 79-102. <https://doi.org/10.1007/s10857-021-09521-4>
- Hošpesová, A., Carrillo, J., & Santos, L. (2018). Developing research in mathematics education. In T. Dreyfus, M. Artigue, D. Potari, S. Prediger, & K. Ruthven (Eds.), *Developing research in mathematics education: Twenty years of communication, cooperation and collaboration in Europe* (1st ed) (pp. 181-195). Routledge.
- Magnusson, J., Kullberg, A., Innabi, H., Knutsson, L., Von Otter, A.M., & Landström, J. (2021). Prospective teachers' opportunities to develop PCK from participation in learning study. *Educational Action Research*, 31(3) 455-471. <https://doi.org/10.1080/09650792.2021.1997779>
- Martins, M., Mata-Pereira, J., e Ponte, J. P. (2021). Os desafios da abordagem exploratória no ensino da Matemática: Aprendizagens de duas futuras professoras através do estudo de aula. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 35(69), 343-364. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v35n69a16>
- Martins, M., Ponte, J.P., & Mata-Pereira, J. (2023). Preparing, leading, and reflecting on whole-class discussions: How prospective mathematics teachers develop their knowledge during lesson study. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 11(1), 33-48. <https://doi.org/10.30935/scimath/12432>
- Mata-Pereira, J. e Ponte, J.P. (2012). Raciocínio matemático em conjuntos numéricos: Uma investigação no 3.o ciclo. *Quadrante*, 21(2), 81-110.
- Mata-Pereira, J. e Ponte, J.P. (2018). Promover o raciocínio matemático dos alunos: uma investigação baseada em design. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 32(62), 781-801. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v32n62a02>
- Mendes, F., Delgado, C., & Brocardo, J. (2022). Challenges faced by preservice teachers in planning and exploring tasks that promote mathematical reasoning. *Acta Scientiae*, 24(4), 147-182. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.7123>
- NCTM (2014). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all*. National Council of Teachers of Mathematics.
- NiShuilleabhain, A., & Bjuland, R. (2019). Incorporating lesson study in ITE: Organisational structures to support student teacher learning. *Journal of Education for Teaching*, 45(4), 434-445. <https://doi.org/10.1080/02607476.2019.1639262>
- Ponte, J.P. (2005). Gestão curricular em Matemática. In GTI (Ed.), *O professor e o desenvolvimento curricular* (pp. 11-34). APM.

- Ponte, J. P. (2012). Estudiando el conocimiento y el desarrollo profesional del profesorado de matemáticas. Em N. Planas (Ed.), *Teoría, crítica y práctica de la educación matemática* (pp. 83-98). Graó.
- Ponte, J. P. (2017). Lesson studies in initial mathematics teacher education. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 6(2), 169-181. <https://doi.org/10.1108/IJLLS-08-2016-0021>
- Ponte, J. P., & Chapman, O. (2016). Prospective mathematics teachers' learning and knowledge for teaching. In L. English & D. Kirshner (Eds.), *Handbook of International Research in Mathematics Education* (pp. 275-296). Routledge.
- Ponte, J. P., Quaresma, M., & Mata-Pereira, J. (2023). Prospective mathematics teachers' views of their learning in a lesson study. *PNA*, 17(2), 117-136. <https://doi.org/10.30827/pna.v17i2.23896>
- Ponte, J. P., Santos, L., Oliveira, H., & Henriques, A. (2017). Research on teaching practice in a Portuguese initial secondary mathematics teacher education program. *ZDM*, 49, 291-303. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0847-7>
- Potari, D., & Ponte, J. P. (2017). Current research on prospective secondary mathematics teachers' knowledge. In M. Strutchens, R. Huang, L. Losano, D. Potari, J. P. Ponte, M. Cyrino, & R. M. Zbiek (Eds.), *The Mathematics Education of Prospective Secondary Teachers around the World* (pp. 3-15). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-38965-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-38965-3_2)
- Santos, L., Oliveira, H., Ponte, J. P., & Henriques, A. (2020). Pre-service teachers' experiences in selecting and proposing challenging tasks in secondary classrooms. In U. T. Jankvist, M. van den Heuvel-Panhuizen, & M. Veldhuis (Eds.), *Proceedings of the Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 3762-3769). Freudenthal Group & Freudenthal Institute, Utrecht University and ERME.
- Sims, L., & Walsh, D. (2009). Lesson Study with preservice teachers: Lessons from lessons. *Teaching and Teacher Education*, 25(5), 724-733. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2008.10.005>
- Stein, M. K., Engle, R. A., Smith, M. S., & Hughes, E.K. (2008). Orchestrating productive mathematical discussions: Five practices for helping teachers move beyond show and tell. *Mathematical Thinking and Learning*, 10(4), 313-340. <https://doi.org/10.1080/10986060802229675>
- Tempera, T., & Tinoca, L. (2022). O trabalho de projeto na prática de ensino de futuros professores do ensino básico em Portugal. *Práxis Educacional*, 18(49). <https://doi.org/10.22481/praxisedu.v18i49.10072>

Micaela Martins  
Universidade de Lisboa, Portugal  
msterceiro@edu.ulisboa.pt

João Pedro da Ponte  
Universidade de Lisboa, Portugal  
jpponte@ie.ulisboa.pt

Joana Mata-Pereira  
Universidade de Lisboa, Portugal  
jmatapereira@ie.ulisboa.pt

Recebido: janeiro, 2022. Aceitaram: junho, 2023

doi: 10.30827/pna.v18i2.27258



ISSN: 1887-3987

## THE DEVELOPMENT OF PROSPECTIVE TEACHERS' DIDACTICAL KNOWLEDGE: LESSON STUDY AS A FORMATIVE PROCESS INTO INITIAL TEACHER EDUCATION

Micaela Martins, João Pedro da Ponte, and Joana Mata-Pereira

This research aims to understand how lesson study, as a professional development process carried out during initial teacher education, contributes to the development of prospective teachers' knowledge about tasks, students' work, and classroom communication.

The study follows a qualitative approach using design-based research with two cycles of design.

The findings highlight the importance of the participants' collaborative work involved in detailed lesson planning as well as the reflective nature of the lesson study, which was supported by the opportunities to put into practice the strategies the prospective teachers defined during the lesson planning. The study also emphasizes the importance of focusing the work carried out during lesson study on the challenging aspects for the prospective teachers, providing them with opportunities to develop their didactical knowledge through practice.

Based on this research, a set of design principles was established to promote the development of prospective teachers' knowledge during lesson study: (i) encourage collaborative work by sharing different experiences and discussing different ideas; (ii) provide conceptual elements to guide the work of the prospective teachers; (iii) promote detailed planning of the research lesson, paying particular attention to the careful selection and adaptation of tasks, anticipating student work, and preparing classroom communication, justifying the decisions; (iv) create opportunities for prospective teachers to have classroom experiences, especially by teaching lessons; and (v) encourage reflection on practice through the analysis of classroom situations and student work, and by investigating practice, as a starting point for improving practice.

In addition to these principles, the way lesson study was integrated into the teacher education program also influenced the development of prospective teachers' knowledge. This was achieved, namely, by (a) defining a focus for prospective teachers' learning that guided the options taken; (b) incorporating lesson study as an integral part of the initial teacher education program, linking theory and practice, and exploring the potential of research about practice; and (c) providing opportunities to plan, teach, and reflect on practice in order to put into practice again.