

Uma experiência de formação em Álgebra para futuros professores dos primeiros anos

Neusa Branco¹, João Pedro da Ponte²

¹Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Santarém & Unidade de Investigação do Instituto de Educação, Universidade de Lisboa,
neusa.branco@ese.ipsantarem.pt

²Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, jpponte@ie.ul.pt

Resumo. *Esta comunicação tem por base um estudo realizado na formação inicial de professores dos primeiros anos numa experiência de formação em Álgebra, que segue uma abordagem de ensino exploratório articulando conteúdo e didática. O estudo visa compreender a perspetiva de três formandas sobre o contributo do trabalho proporcionado por esta experiência para o desenvolvimento do seu conhecimento matemático e didático. O estudo segue uma metodologia de design research e foca em detalhe três formandas com diferentes experiências anteriores em Matemática e com diferentes objetivos futuros. A recolha de dados é realizada por questionários, entrevistas, documentos produzidos pelos formandos e observação participante das aulas. Os resultados mostram que as atividades realizadas tiveram forte influência no desenvolvimento do conhecimento de todas as formandas, em especial pela natureza das tarefas propostas e pelo modo de trabalho na sala de aula. Destacam-se também situações de formação particularmente significativas para o desenvolvimento do conhecimento das formandas que envolvem a articulação entre o conteúdo e a sua didática.*

Abstract. *This communication is based on a study of preservice teachers education in a teacher education experience in algebra, which follows an exploratory teaching approach articulating content and didactics. The study aims to understand the perspective of three perspective teachers on the contribution of the work provided by this experience to the development of their mathematical and didactic knowledge. The study follows a design research methodology and focuses in detail on three participants with different previous experiences in mathematics and with different future goals. Data collection is made by questionnaires, interviews, documents produced by prospective teachers and participant observation in classes. The results show that the activities undertaken, in particular the nature of the proposed tasks and the way of working in the classroom had strong influence on the development of knowledge of all the participants. There are also teacher education situations particularly significant for the development of the participants' knowledge which involve the articulation between content and its didactics.*

Palavras-chave: Formação inicial de professores; Álgebra; Pensamento algébrico; Conhecimento matemático; Conhecimento didático.

Introdução

A formação em Álgebra proporcionada aos futuros professores dos primeiros anos e educadores de infância deve ter em consideração o contributo que pretende dar para o desenvolvimento do seu conhecimento profissional. Com o particular relevo dado pelas orientações curriculares para o ensino-aprendizagem da Álgebra (ME, 2007; NCTM, 2000) e a investigação em educação nacional e internacional (Canavarro, 2007; Kaput, 2008) ao desenvolvimento do pensamento algébrico, torna-se pertinente abordar o modo como este é integrado na formação inicial destes docentes. Assim, importa estudar o modo de proporcionar a estes formandos experiências de aprendizagem relativas ao pensamento algébrico, contribuindo para o desenvolvimento do seu conhecimento algébrico e do seu conhecimento sobre o ensino-aprendizagem desta temática.

Esta comunicação tem por base uma experiência de formação em Álgebra que decorre no 3.º ano da Licenciatura em Educação Básica, em que participam os 20 estudantes. Esta experiência é orientada por uma conjectura de formação que integra dois aspetos: a articulação entre o conteúdo e a sua didática e a abordagem exploratória no ensino. Estes dois aspetos visam colocar os futuros professores perante situações de ensino que promovem a partilha, discussão e negociação de conhecimentos essenciais para a sua prática futura. Pretende-se estabelecer uma dinâmica em que o conhecimento teórico é um instrumento de análise das situações de ensino. Esta conjectura visa, assim, o desenvolvimento do conhecimento dos futuros professores, integrando conteúdo e pedagogia, e da sua identidade profissional.

O presente estudo visa compreender a perspetiva de três formandas relativamente ao contributo do trabalho proporcionado pela experiência de formação para o desenvolvimento do seu conhecimento matemático e didático. Em particular, procuramos identificar (i) situações da experiência de formação relevantes para as formandas no que respeita à articulação entre o conteúdo e a sua didática, e (ii) os aspetos da abordagem exploratória que as formandas destacam.

Desenvolvimento do conhecimento matemático e didático para o ensino da Álgebra

Com o ensino da Álgebra, espera-se que os alunos sejam capazes de generalizar e representar algebricamente essas generalizações, realizando sobre elas ações sintaticamente guiadas. Para isso, igual capacidade tem de existir nos futuros professores. Para futuramente ensinarem Álgebra eficazmente nos primeiros anos, promovendo o

pensamento algébrico, eles têm de ter um conhecimento aprofundado da Matemática que vão ensinar e do seu ensino. Billings (2008) sugere que, para promoverem o pensamento algébrico nas suas salas de aula, os professores têm de desenvolver uma compreensão pessoal sobre o que significa pensar algebricamente, para o que “precisam de múltiplas experiências de análise da variação, de identificação, representação e generalização de relações entre variáveis” (p. 279).

Num estudo realizado com futuros professores dos primeiros anos, Hallagan, Rule, e Carlson (2009) avaliam o seu conhecimento de realizar generalizações algébricas. A partir de uma intervenção de formação com base na resolução de problemas, procuram identificar o contributo da procura da generalização algébrica em sequências pictóricas na compreensão dos formandos. Antes da intervenção, os futuros professores revelam dificuldades em escrever generalizações. Os investigadores verificam que há uma melhoria da compreensão dos formandos quando as situações surgem num ambiente de resolução de problemas, principalmente da generalização de situações lineares. Além disso, os resultados mostram que estes identificam uma melhoria no seu conhecimento de técnicas e estratégias para generalizar, melhorando a sua capacidade de ensinar, e na sua compreensão da importância do ensino da Álgebra. Os formandos destacam, ainda, a importância do modo de trabalho promovido durante a intervenção e identificam o contributo da apresentação e partilha coletiva de estratégias para a melhoria da sua compreensão do modo de chegar à generalização. Em consequência, os investigadores sugerem que, para promover a aprendizagem da generalização algébrica, a formação deve visar um momento de introdução da tarefa, o trabalho dos formandos em pequenos grupos para exploração das situações e um momento final de apresentação e discussão de estratégias e onde os principais aspetos são sintetizados.

O professor dos primeiros anos enfrenta o desafio de proporcionar desde cedo aos seus alunos situações de aprendizagem que visem o desenvolvimento do seu pensamento algébrico (Blanton & Kaput, 2011; Capraro, Rangel-Chavez, & Capraro, 2008). Para tal, o professor pode propor situações “em que os alunos generalizam ideias matemáticas a partir de um conjunto particular de exemplos, estabelecem generalizações através de um discurso argumentativo e expressam-nas, cada vez mais, por caminhos formais e apropriados à idade” (Blanton & Kaput, 2005, p. 413). Deste modo, as experiências propostas aos futuros professores são essenciais para o desenvolvimento da sua compreensão do trabalho a realizar em sala de aula no âmbito do pensamento algébrico.

Capraro et al. (2008) sugerem que os “professores dos primeiros anos compreendam os conteúdos algébricos, compreendam como os alunos aprendem e usem estratégias de ensino que fomentem a aprendizagem para desenvolver o pensamento algébrico” (p. 1). No seu estudo, salientam a pertinência do trabalho com situações de ensino-aprendizagem ao longo da formação inicial por possibilitarem o desenvolvimento do pensamento algébrico dos próprios formandos e do seu conhecimento do ensino desta temática, proporcionando a análise do trabalho dos alunos, a exploração de conceitos, a procura da generalização e uma perspetiva geral deste ensino.

Experiência de formação

Esta experiência de formação em Álgebra visa envolver os futuros professores em situações problemáticas relevantes para a prática de ensino (Sánchez, Llinares, García, & Escudero, 2000), integrando tanto aspetos matemáticos como didáticos, uma vez que se assume que a formação de professores enfrenta o desafio de combinar conteúdo e didática (Ponte & Chapman, 2008). Assim, visa promover o desenvolvimento do pensamento algébrico dos formandos e do seu conhecimento sobre o ensino-aprendizagem da Álgebra nos primeiros anos, numa abordagem de ensino exploratório que integra situações matemáticas e de ensino-aprendizagem. Proporciona situações de aprendizagem que fomentam a exploração e a discussão de ideias matemáticas e didáticas, envolvendo os formandos em momentos de trabalho autónomo e de discussão coletiva. Na exploração deste tipo de situações de carácter aberto (Ruthven, 1989), o docente apoia essa exploração, “recolhe e analisa informação sobre as estratégias e teorias que são empregues pelos alunos” (p. 451).

Nesta experiência são propostas sete tarefas que têm por objetivo promover o pensamento algébrico dos formandos e a sua reflexão sobre situações concretas de trabalho com os futuros alunos, relativas a diferentes tópicos (Tabela 1).

Tabela 1. Cronograma dos tópicos

Tópicos	Pensamento algébrico	Relações, resolução de problemas e modelação matemática	Sequências repetitivas e regularidades	Sucessões	Funções	Resolução de problemas e modelação matemática
N.º de horas	4	10	6	16	10	4

As tarefas remetem para o trabalho em situações de natureza algébrica, principalmente no âmbito da resolução de problemas e de tarefas de exploração, e para a análise de resoluções de alunos em tarefas de cunho algébrico e da prática do professor. As situações que envolvem a análise de respostas dos alunos e o seu trabalho na sala de aula visam proporcionar aos formandos oportunidades de aprendizagem contextualizadas. Essa análise permite identificar aspetos relativos à aprendizagem dos alunos, bem como discutir a forma de orientar o ensino da Matemática com vista ao desenvolvimento do pensamento algébrico. Deste modo, os formandos têm a possibilidade de relacionar teoria e prática, tendo em vista a compreensão do ensino da Matemática (Llinares & Valls, 2009).

Metodologia de investigação

A investigação segue uma metodologia de *design research* que foi escolhida dado o nosso objetivo de estudar um modelo de ensino orientados por princípios teóricos. Esta metodologia permite verificar como funciona um modelo ao ser concretizado e ser revisitado, ao longo da experiência, para ser ajustado e melhorado (Cobb, Confrey, diSessa, Lehrer, & Schauble, 2003). Deste modo, pretendemos estudar a complexidade do trabalho desenvolvido ao longo da experiência de formação, apresentado na secção anterior, tendo em vista compreender o processo de desenvolvimento dos formandos. Esta intervenção é concretizada pela primeira autora.

Os participantes do estudo são três formandas (Alice, Beatriz e Diana) com diferentes experiências anteriores à entrada no ensino superior no que respeita à frequência da disciplina de Matemática e diferentes objetivos futuros quanto ao seu percurso que habilita para a docência (Tabela 2). Os aspetos que as distinguem permitem tornar evidentes os contributos da experiência de formação relativamente ao conhecimento matemático e ao conhecimento didático.

Tabela 2. Caracterização das formandas quanto à frequência na disciplina de Matemática e ao mestrado em que pretendem ingressar

Formanda	Frequência de Matemática	Mestrado visado
Alice	9.º ano	Educação Pré-Escolar
Beatriz	10.º ano	Educação Pré-Escolar e Ensino do 1.º CEB
Diana	12.º ano	Ensino do 1.º e do 2.º CEB

Os dados são recolhidos por diferentes métodos tendo em vista descrever com pormenor e a partir de diversos ângulos as situações vividas pelos participantes ao longo da experiência. Nesta comunicação apresentamos dados recolhidos em diferentes momentos: antes do início do período de aulas, no decorrer das aulas e após a conclusão do período de aulas. Os dados são recolhidos por dois questionários (Qi – Questionário inicial, Qf – Questionário final), por três entrevistas (E1, E2 e E3) a cada uma das três formandas, gravadas em áudio e vídeo, por documentos produzidos pelas formandas na experiência (resoluções escritas em diversas tarefas propostas e portefólios) e pela observação participante nas aulas, complementada por gravações áudio e vídeo e registada em notas de campo. Os questionários contemplam tarefas de natureza algébrica e didática. As entrevistas 1 e 3 têm por base questões que focam as tarefas dos questionários inicial e final, respetivamente, e a entrevista 2 integra também tarefas de natureza algébrica. Nas duas últimas entrevistas são ainda colocadas questões sobre o trabalho desenvolvido na experiência de formação.

Assim, apresentamos e discutimos os aspetos do trabalho de Alice, Beatriz e Diana durante a experiência de formação, nomeadamente em tarefas relativas a tópicos que as formandas identificam como centrais, bem como as suas perspetivas sobre as atividades realizadas e o modo de trabalho. A análise dos dados assume, essencialmente, um cunho interpretativo, sendo os dados organizados de modo a identificar evidências do trabalho realizado no que respeita à articulação entre conteúdo e didática e a perspetiva das formandas quanto aos aspetos centrais da abordagem exploratória.

Articulação entre conteúdo e didática

Os tópicos integrados nesta experiência de formação revelaram-se pertinentes, permitindo o estabelecimento de conexões e a utilização de diferentes representações matemáticas. Contudo, a sua concretização revela que os tópicos que foram abordados mais no final do semestre, como é o caso do estudo das funções e das situações de modelação, não foram tão significativos para os formandos, uma vez que estes não destacam tanto a experiência que estes lhes proporcionam. As três formandas valorizam bastante o trabalho em torno das relações, das sequências pictóricas e numéricas e da resolução de problemas envolvendo quantidades desconhecidas, apresentando vários exemplos de situações vividas na experiência de formação e identificando o seu contributo para a sua formação.

Alice identifica o trabalho com seqüências pictóricas como sendo o que promoveu nela uma maior aprendizagem e o que mais gostou. Durante a experiência de formação, realiza diversas tarefas envolvendo seqüências pictóricas, como a da Figura 1, que surge na Tarefa 4:

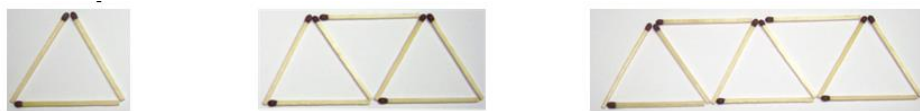


Figura 1 – Seqüência pictórica, T4-1

A tarefa 4 é realizada em pequenos grupos. Nesta situação analisam a constituição dos termos da seqüência pictórica e determinam um termo geral para a seqüência numérica relativa ao número de fósforos. O grupo de Alice decompõe cada termo de modo a relacionar cada parte com a sua ordem (Figura 2), indicando como termo geral $4n - 1$.

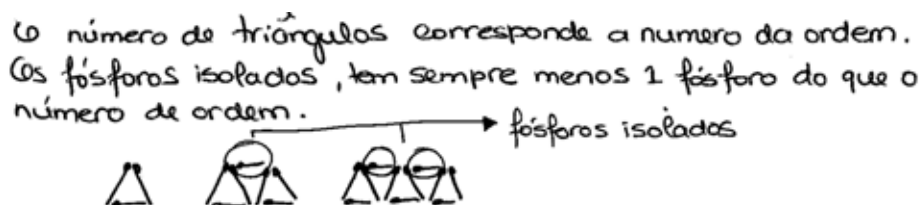


Figura 2 – Resolução do grupo de Alice, T4-1

Relativamente a este tópico e com base no visionamento e análise de um episódio de aula de 2.º ano, Alice identifica a importância do professor ter um conhecimento matemático aprofundado do tópico para saber que questões colocar aos alunos: “a professora fazia muitas perguntas e nunca dava a resposta, fazia com que os alunos chegassem à resposta” (E2).

Beatriz reconhece, logo na primeira entrevista, ter dificuldades na resolução de problemas usando um sistema de equações, apesar de ter conseguido representar um destes problemas por um sistema e o ter resolvido. Esta foi para si uma aprendizagem muito significativa: “Os sistemas para mim foi realmente o mais importante, porque eu não conseguia fazer sistemas, nem percebia, como é que funcionava. Agora faço sistemas, acho mais fácil resolver os problemas por sistema do que por outra resolução” (E2). A resolução de tarefas exploratórias e de problemas aliada a uma dinâmica de formação que privilegia a sua apresentação e discussão contribui para o desenvolvimento do seu conhecimento:

Fui adquirindo novos conhecimentos e observando outras resoluções que me elucidaram e me permitiram chegar a resultados através de um raciocínio lógico. Entre essas resoluções estão os sistemas, em que eu sentia grande

dificuldade na sua resolução, e com esta disciplina consegui percebê-los e resolvê-los corretamente. (Portefólio, Conclusão)

Além de valorizar a aprendizagem de métodos formais, Beatriz valoriza também o conhecimento que desenvolveu relativamente a estratégias informais que se baseiam no estabelecimento de relações entre as quantidades e na realização de operações elementares.

O trabalho de análise de situações de sala de aula e de resoluções de alunos foi importante para Beatriz por ter oportunidade de verificar que a um mesmo problema os alunos podem responder de diferentes maneiras, podendo existir “várias resoluções para o mesmo problema” (E2). Assim, tendo por base o trabalho com problemas envolvendo quantidades desconhecidas, para a sua prática considera que:

Antes de propor um exercício destes, tinha que o resolver eu. E se calhar tinha que ver outras fórmulas de resolução para depois, para se os alunos me apresentassem várias resoluções, eu já ter conhecimento delas. Mas depois também às vezes nós podemos não ter conhecimento [de todas as resoluções], e, ao ouvir as resoluções deles, sabermos se estão certas, mesmo que nós ainda não tenhamos pensado nisso. (E2)

Para Beatriz, o professor deve procurar resolver de diversos modos uma mesma situação, para estar preparado para eventuais questões dos alunos, e ter conhecimento para compreender as resoluções dos alunos mesmo quando não pensa previamente na estratégia por estes seguida.


Diana menciona também os problemas que envolvem sistemas de equações, no âmbito da tarefa 2 proposta na experiência de formação. Esta tarefa envolve, por um lado, a compreensão e resolução de uma situação com três quantidades desconhecidas e três condições e, por outro, a análise de respostas de alunos do 6.º ano. Considera esta última parte bastante importante para a sua formação:

Achei que é bastante engraçado e eu acho que é bastante certo nós termos analisado a maneira como as crianças resolveram o exercício, porque acho que por um lado é bom nós sabermos resolver os exercícios mas também é bom nós conseguirmos perceber aquilo que as crianças fazem. (E2)

A análise de resoluções de alunos proporciona a Diana a compreensão da importância do professor resolver as situações usando as suas próprias estratégias, por vezes formais, e de, além disso, saber interpretar as respostas dos alunos que podem envolver outras estratégias.

No final da experiência de formação, Diana considera-se mais apta para trabalhar com os alunos dos primeiros anos, propor-lhes e explorar com eles situações que, apesar de poderem ser representadas por linguagem algébrica simbólica, têm subjacentes relações que podem ser trabalhadas com esses alunos. Por exemplo, no questionário final, resolve o problema da figura 3 por um sistema de duas equações de 1.º grau, pelo método de substituição.

A Maria e a Raquel foram às compras. A Maria comprou um par de óculos e duas malas iguais por 64 euros. A Raquel gastou 101 euros na compra de produtos iguais aos da Maria mas em quantidade diferente, comprou dois pares de óculos e três malas iguais.



Determine o preço de um par de óculos e de uma mala. Explique como fez.

Figura 3 – Problema, Qf-8.2

No entanto, na terceira entrevista procura usar uma outra estratégia que possa ser mais próxima das estratégias dos alunos dos primeiros anos, estabelecendo relações entre as quantidades e realizando operações elementares, estratégia esta que tem por base uma representação menos formal do que a representação em linguagem algébrica simbólica:

Diana: Talvez multiplicar este [aponta para a Figura 5] por 2 dava 6 mais 4 [6 malas e 4 pares de óculos] e depois tirar 2 destes [aponta para a Figura 4]... Ou 3, aliás. Exatamente.

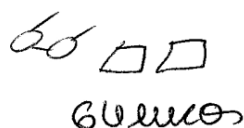


Figura 4 – Conjunto da Maria, E3

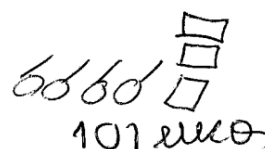


Figura 5 - Conjunto da Raquel, E3

Investigadora: Como assim?

Diana: Eu estou aqui a ver... Um, dois, três. Aliás, multiplicar este [aponta para a Figura 5] por 2... Ficava com... Isto é o que está aqui [reproduz a Figura 4]. Se multiplicasse isto por 2 ficava com... [desenha 4 pares de óculos e 6 pastas (Figura 7)]. E aqui, se multiplicasse por 3 ficava com 3 óculos... [desenha 3 pares de óculos e 6 pastas (Figura 6)]. E depois se fosse a este [aponta para a Figura 7] e tirasse este [aponta para a Figura 8], isto é eliminado [3 pares de óculos], isto também [6 pastas] e ficava só com um par de óculos [da Figura 7]. Ou seja, 64 tinha que multiplicar por 3, 64×3 [na Figura 7] e aqui 202 [na Figura 6]... Isto menos isto ia dar o preço dos óculos. (E3)

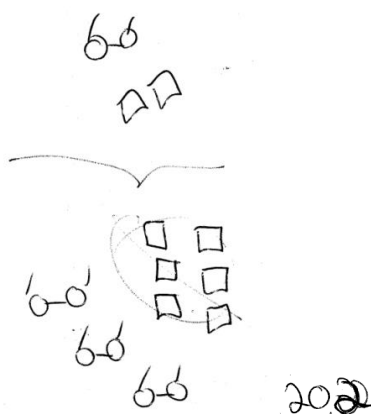
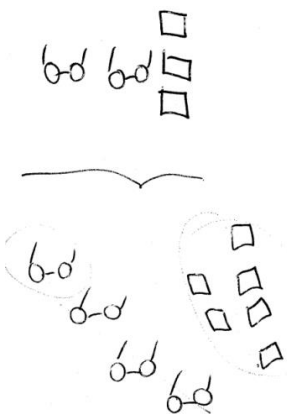


Figura 6 – Três conjuntos como o da Maria



$$61 \times 3 = 192$$

Figura 7 – Dois conjuntos como o da Raquel

Esta estratégia envolve o método da adição ordenada para calcular os valores desconhecidos, realizando operações elementares e esquemas. Escolhe os valores pelos quais multiplica cada uma das condições dadas e faz a diferença entre elas de modo a obter o valor de uma das incógnitas.

Abordagem de ensino exploratório

Natureza das tarefas

As três formandas valorizam a natureza das tarefas e o trabalho que estas proporcionam. Identificam que estas lhes colocam desafios e proporcionam momentos de aprendizagem.

Para Alice a estrutura das tarefas contribui para que, apesar das suas dificuldades, se envolva na sua realização. Verifica que estas são claras e que as questões estão relacionadas, o que permite dar sentido a toda a tarefa:

Sim, eu acho que elas têm sempre uma função e, normalmente, apesar de eu muitas vezes ter dificuldade em as resolver, acho que até são expostas de forma simples, vai de linha a linha, a linha [a questão] a seguir está sempre relacionada com a anterior. Está... Acho que a estrutura está bem e até está simples. Às vezes o conteúdo para mim é que é mais difícil mas, mas vamos ter que lá chegar assim mais devagarinho. (E2)

As dificuldades que por vezes sente nas aulas não se devem à natureza das tarefas mas aos seus conteúdos, que se devem a dificuldades em alguns conhecimentos elementares: “às vezes é mesmo muito difícil porque eu não tenho bases, mas depois com as minhas colegas lá fui conseguindo” (E3). Numa fase inicial o papel das colegas é decisivo para que Alice não desista. Após a experiência de formação, continua a valorizar o papel das colegas e o contributo do trabalho conjunto para a sua aprendizagem. Contudo, a

dependência do apoio dos outros não é tão marcante como no início, uma vez que, com as tarefas propostas, passa a ser capaz de contribuir de modo significativo para o trabalho que se realiza, sentindo-se com mais confiança no seu conhecimento para o fazer.

Para Beatriz foi bastante significativo o trabalho em situações que possibilitam diferentes estratégias de resolução. A resolução de tarefas exploratórias e de problemas aliada à sua discussão contribui para o desenvolvimento do seu conhecimento:

Fui adquirindo novos conhecimentos e observando outras resoluções que me elucidaram e me permitiram chegar a resultados através de um raciocínio lógico. Entre essas resoluções estão os sistemas, em que eu sentia grande dificuldade na sua resolução, e com esta disciplina consegui percebê-los e resolvê-los corretamente. (Portefólio, Conclusão)

Além de valorizar o desenvolvimento deste conhecimento de métodos formais, Beatriz valoriza também o conhecimento que desenvolveu relativamente a estratégias informais que se baseiam no estabelecimento de relações entre as quantidades e na realização de operações elementares.

Pelo seu lado, Diana caracteriza o trabalho realizado na experiência de formação como “bastante prático” (E2), reconhecendo que “aprendemos através da prática” (E2). Identifica a existência de alguns momentos de discussão que visam a formalização dos conceitos, mas que a sua aprendizagem se desenvolve “essencialmente com base em situações práticas” (E2). Na terceira entrevista reforça esta indicação e salienta a pertinência, para a sua formação, da apresentação de situações de ensino-aprendizagem e da análise de respostas de alunos. São também importantes as tarefas que possibilitam o surgimento de diferentes estratégias, algumas sugeridas pelas respostas dos alunos e outras pelos seus colegas.

Tínhamos que resolver as tarefas, tínhamos de perceber aquilo que as crianças queriam fazer... Tentar perceber o que elas fazem, muitas vezes também não é fácil, porque... Às vezes olhamos para o exercício e não percebemos o que é que lá está. É também um bocado entender, e não sabemos se vai fazer como nós sabemos, arranjar outras estratégias também para explicar às crianças para elas, pronto, entenderem... entenderem outras maneiras de resolver. (E3)

Nestas situações, Diana verifica que a análise de respostas de alunos nem sempre é fácil, uma vez que estes podem usar estratégias diferentes das pensadas previamente pelo professor.

Dinâmica da aula

A dinâmica da aula também assume um papel importante na aprendizagem dos formandos e estes mostram ter consciência disso. Assim, Alice valoriza o trabalho em pares e pequenos grupos. Reconhece que teria dificuldade em realizar individualmente a maioria das tarefas mas o trabalho em interação com as colegas, fomentado, faz com que não tenha receio e aprecie a sua realização. Estes momentos de trabalho envolvem a partilha de ideias e de conhecimentos matemáticos com os colegas.

Eu gosto do método, principalmente quando nós trabalhamos muito em grupo e conseguimos comunicar com as nossas colegas, saber opiniões, e às vezes até elas me explicam a mim, trocamos ideias e eu gosto muito desse método. O método mais teórico também é necessário, também não tenho nada contra. Só que eu às vezes sinto-me assim um bocadinho “à nora”. (E2)

Beatriz destaca principalmente os momentos de discussão coletiva, onde é bastante participativa: “acho que sou bastante participativa, se calhar mais do que o que devia” (E2). Afirma que a sua participação pode até ser excessiva porque por vezes não dá “oportunidade aos outros de pensarem” (E2), uma vez que gosta bastante de responder e de o fazer muito rapidamente. Além disso, considera também importantes os momentos de trabalho autónomo, que habitualmente decorrem a pares ou em pequenos grupos. Refere “a oportunidade de fazer” (E2) que é dada aos formandos na experiência, o que encara como significativo para a sua aprendizagem. Na sua perspetiva, o trabalho em grupo possibilita a partilha de estratégias, o que é pertinente dada a natureza das tarefas propostas, que muitas vezes envolvem diversas formas de resolução:

Às vezes havia várias soluções para o mesmo problema, e cada um dava uma solução diferente, e às vezes eu podia não estar a ver a perspetiva do outro, e o outro podia não estar a ver a minha perspetiva, e nesse sentido tornava-se interessante. (E3)

Beatriz refere como exemplo a Tarefa 4, uma vez que nesta é especificamente solicitado que sejam determinados termos gerais equivalentes que representem diferentes visualizações dos termos da sequência pictórica. Indica que nesta tarefa “foi importante trabalharmos em grupo, pois as diferentes pessoas que o constituem sugerem formas diferentes de olhar para as figuras” (Portefólio, T4).

Também Diana valoriza os momentos de discussão durante a experiência de formação, referindo a sua importância em algumas tarefas:

Durante a sua realização foram feitas várias discussões acerca das conceções que as crianças têm do sinal de igual, e essas discussões contribuíram bastante

para a minha formação profissional, pois nunca tinha pensado na possibilidade de haver exercícios que induzem as crianças a interpretações que muitas vezes não são as mais corretas. (Portefólio, T1)

Estes momentos de discussão focados no ensino-aprendizagem da Álgebra contribuem para um aprofundamento do conhecimento matemático dos formandos e o desenvolvimento do seu conhecimento sobre a aprendizagem dos alunos e as situações que o professor pode propor para promover o pensamento algébrico.

Conclusão

Os resultados mostram que a integração do conhecimento do conteúdo e do conhecimento didático (Ponte & Chapman, 2008) e a abordagem exploratória (Ponte, 2005), que informam a experiência de formação, contribuem para o desenvolvimento do conhecimento matemático para ensinar e do conhecimento do ensino da Matemática. A natureza das tarefas, essencialmente problemas e explorações, favoreceram a compreensão de conceitos, relações, procedimentos e representações, em particular a generalização algébrica, como também identificam Hallagan et al. (2009), e a utilização da linguagem algébrica simbólica para a representar. Tal como no estudo de Capraro et al. (2008), a integração da análise de situações de ensino-aprendizagem favorece a compreensão dos conteúdos e do processo de ensino-aprendizagem nos primeiros anos, visto agora pelos formandos enquanto futuros professores. O facto de as tarefas realizadas envolverem questões que visam o aprofundamento do conhecimento matemático para ensinar, articulando conteúdo e didática, permite aos formandos identificarem os aspetos do conhecimento matemático inerentes ao trabalho dos alunos para a promoção do pensamento algébrico e identificar o papel do professor.

Deste modo, o estudo revela que tanto a natureza das tarefas como a dinâmica da aula têm um papel importante no desenvolvimento dos formandos. A abordagem exploratória privilegia o envolvimento dos formandos na realização das tarefas em momentos de trabalho diversificados, com ênfase nos momentos de trabalho autónomo, em pares e pequenos grupos, e de discussão coletiva. Os momentos de partilha e de discussão de estratégias são os mais significativos para estas formandas e os resultados apresentados mostram ter sido potenciadores do desenvolvimento e aprofundamento do seu conhecimento, como também revela o estudo de Hallagan et al. (2009). Assim, verifica-se que o modo de trabalho na experiência de formação tem um papel importante no

desenvolvimento do conhecimento matemático dos formandos e na sua compreensão de aspetos essenciais da prática letiva.

Embora diferente de formanda para formanda, há um significativo desenvolvimento do conhecimento matemático e didático de Alice, Beatriz e Diana. Esse desenvolvimento ocorre de um modo mais evidente no conhecimento matemático para ensinar em Alice e no conhecimento do ensino da Álgebra em Beatriz e Diana. Para isso, parece ter contribuído a conjectura que orienta a experiência de formação que, pelas suas características, visa a promoção do conhecimento relativo a diferentes tópicos, que é progressivamente aprofundado, com base na atividade realizada pelas próprias formandas em colaboração com outros elementos da turma e na discussão dos conceitos e ideias centrais do ensino deste tema.

Agradecimento

Este trabalho é financiado por fundos nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia no âmbito do Projeto “Práticas Profissionais dos Professores de Matemática” (contrato PTDC/CPECED/098931/2008).

Referências

- Billings, E. (2008). Exploring generalization through pictorial growth patterns. In C. Greenes & R. Rubenstein (Eds.), *Algebra and algebraic thinking in school mathematics* (pp. 279-293). Reston, VA: NCTM.
- Blanton, M., & Kaput, J. (2005). Characterizing a classroom practice that promotes algebraic reasoning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 36(5), 412-446.
- Blanton, M., & Kaput, J. (2011). Functional thinking as a route into algebra in the elementary grades. In J. Cai & E. Knuth (Eds.), *Early algebraization* (pp. 5-23). Berlin: Springer.
- Canavarro, A. P. (2007). O pensamento algébrico na aprendizagem da Matemática nos primeiros anos. *Quadrante*, 16(2), 81-118.
- Capraro, M. M., Rangel-Chavez, A., & Capraro, R. M. (2008). *Effective preparation for teaching of algebra at the primary level*. Paper presented at ICME-11, Monterrey, México. Disponível em <http://tsg.icme11.org/document/get/382>
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9-13.
- Hallagan, J. E., Rule, A. C., & Carlson, L. F. (2009). Elementary preservice teachers' understandings of algebraic generalizations. *Montana Mathematics Enthusiast*, 6(1), 201-206.
- Kaput, J. (2008). What is Algebra? What is algebraic reasoning?. In J. Kaput, D. Carraher, & M. Blanton (Eds.), *Algebra in the early grades* (pp. 5-17). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Llinares, S., & Valls, J. (2009). The building of pre-service primary teachers' knowledge of mathematics teaching: Interaction and online video case studies. *Instructional Science*, 37, 247-271.
- ME (2007). *Programa de Matemática do Ensino Básico*. Lisboa: ME.

- NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Ponte, J. P. (2005). Gestão curricular em Matemática. In GTI (Org.), *O professor e o desenvolvimento curricular* (pp. 11-34). Lisboa: APM.
- Ponte, J. P., & Chapman, O. (2008). Preservice mathematics teachers' knowledge and development. In L. English (Ed.), *Handbook of international research in mathematics education* (2nd ed., pp. 225-263). New York, NY: Routledge.
- Ruthven, K. (1989). An exploratory approach to advanced mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 20, 449-467.
- Sánchez, V., Llinares, S., García, M., & Escudero, I. (2000). La formación de profesores de primaria desde la didáctica de las matemáticas. *Números: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 43-44(Artículo 28), 143-146.