

O CONHECIMENTO MATEMÁTICO DOS ESTUDANTES NO INÍCIO DA LICENCIATURA EM EDUCAÇÃO BÁSICA: UM PROJETO ENVOLVENDO TRÊS ESCOLAS SUPERIORES DE EDUCAÇÃO

Lurdes Serrazina | lurdess@eselx.ipl.pt
Escola Superior de Educação de Lisboa
Ana Barbosa | anabarbosa@ese.ipvc.pt
Escola Superior de Educação de Viana do Castelo
Ana Caseiro | anac@eselx.ipl.pt
Escola Superior de Educação de Lisboa
António Ribeiro | ribeiro@esev.ipv.pt
Escola Superior de Educação de Viseu
Cecília Monteiro | ceciliam@eselx.ipl.pt
Escola Superior de Educação de Lisboa
Cristina Loureiro | cristina@eselx.ipl.pt
Escola Superior de Educação de Lisboa
Fátima Fernandes | fatimafernandes@ese.ipvc.pt
Escola Superior de Educação de Viana do Castelo
Graciosa Veloso | graciosav@eselx.ipl.pt
Escola Superior de Educação de Lisboa
Isabel Vale | isabel.vale@ese.ipvc.pt
Escola Superior de Educação de Viana do Castelo
Lina Fonseca | linafonseca@ese.ipvc.pt
Escola Superior de Educação de Viana do Castelo
Luís Menezes | menezes@esev.ipv.pt
Escola Superior de Educação de Viseu
Margarida Rodrigues | margaridar@eselx.ipl.pt
Escola Superior de Educação de Lisboa
Pedro Almeida | pedroa@eselx.ipl.pt
Escola Superior de Educação de Lisboa
Teresa Pimentel | teresapimentel@ese.ipvc.pt
Escola Superior de Educação de Viana do Castelo
Tiago Tempera | tiagot@eselx.ipl.pt
Escola Superior de Educação de Lisboa

Resumo

O novo modelo de formação inicial (Decreto-Lei 43/2007) exige que os futuros professores do 1.º e 2.º ciclos do ensino básico e os futuros educadores de infância façam pelo menos 30 ECTS de formação em Matemática na Licenciatura em Educação Básica (LEB), mas a forma e o conteúdo desta formação é da responsabilidade de cada instituição, que define as unidades curriculares, o seu conteúdo e a forma como são lecionadas. Sabe-se que, para além do conteúdo, a forma como o professor aprende tem uma forte influência na forma como vai ensinar. Assim, todos estes aspetos precisam de ser discutidos, tendo por base a investigação já realizada em Portugal e noutros países. Partindo da assunção de que o conhecimento do professor constitui um fator decisivo na interpretação e implementação do currículo e da necessidade de uma discussão alargada de qual deverá ser o conteúdo da formação em Matemática na LEB, as Escolas Superiores de Educação de Lisboa, de Viana do Castelo e de Viseu iniciaram um projeto de investigação que tem como principal objetivo compreender de que modo a formação inicial contribui para o desenvolvimento do conhecimento do professor em Matemática e em Ensino da Matemática e como pode este ser promovido. Uma das questões que o projeto visa investigar é que conhecimento de conteúdo matemático têm os estudantes quando iniciam o curso da LEB.

Para caracterizar o conhecimento matemático dos estudantes da LEB, à entrada no curso, foi elaborado um teste diagnóstico, que foi aplicado nas três Escolas Superiores de Educação, em outubro de 2011, a todos os alunos a iniciar o 1.º ano, num total de 268: 143 em Lisboa, 51 em Viseu e 74 em Viana do Castelo. Neste artigo é apresentada uma análise dos principais resultados deste teste bem como as questões e dilemas que aqueles resultados nos colocam.

Palavras-chave: formação de professores, conhecimento matemático do professor, currículo.

Introdução

Na sequência do processo de Bolonha, foi publicado o Decreto-Lei 43/2007 que define um novo modelo de formação de professores para todos os níveis de ensino. No caso particular dos educadores de infância e dos professores dos 1.º e 2.º ciclos do ensino básico, aquele modelo de formação é composto pela Licenciatura em Educação Básica com 180 créditos ECTS e um mestrado que pode ter de 60 a 120 ECTS, dependendo se o mestrado habilita apenas para um nível ou para mais que um. Neste último caso, depende ainda de se tratar da formação em educação pré-escolar e 1.º ciclo do ensino básico (que terá no máximo 90 ECTS) ou da formação para os 1.º e 2.º ciclos do ensino básico (podendo ter entre 90 e 120 ECTS). O mesmo decreto-lei impõe que na Licenciatura em Educação Básica, pelo menos 30 créditos (aproximadamente 17% do total dos créditos da licenciatura) correspondam a unidades curriculares de Matemática. As instituições são responsáveis, dentro da sua autonomia científica, pela definição de que unidades curriculares incluir, qual o conteúdo de cada uma e que metodologia utilizar. Como organizar essa formação, e, nomeadamente, que conteúdos e métodos contemplar, de modo que corresponda a uma formação de nível superior, mas que seja a necessária a futuros professores de educação básica é um desafio com que as instituições formadoras se deparam.

Com estas preocupações, os docentes de Matemática de três Escolas Superiores de Educação (ESE) – Lisboa, Viana do Castelo e Viseu – desenvolveram um projeto de investigação cujo principal objetivo é: Compreender de que modo o novo modelo de formação inicial dos educadores de infância e dos professores dos 1.º e 2.º ciclos do ensino básico está a contribuir para o desenvolvimento do conhecimento do professor. Para o arranque do projeto, pareceu pertinente conhecer os estudantes, no que se refere ao seu conhecimento matemático, à entrada da licenciatura. O objetivo deste artigo é o de identificar o conhecimento de conteúdo matemático evidenciado pelos estudantes quando iniciam a Licenciatura em Educação Básica, obtidos através de um

teste escrito, e partilhar as questões e os dilemas que aqueles resultados nos colocam.

Enquadramento teórico

A necessidade de os professores possuírem um conhecimento do conteúdo a ensinar foi preconizada por Shulman (1986) que considerou ainda a necessidade de possuírem outros tipos de conhecimento, como o pedagógico e o curricular. Segundo o autor, o conhecimento do conteúdo “refere-se à quantidade e organização de conhecimento per se na mente do professor” (p. 9). Shulman (1986, 1987) frisa que é preciso ter em consideração que os professores começam com algum nível de conhecimento do conteúdo, sendo que na sua formação inicial ele é transformado e melhorado.

Partindo da ideia defendida por Shulman, outros autores (por exemplo, Ball, Hill, & Bass, 2005; Ma, 1999; Sowder, 2007) referem a necessidade de o professor possuir um conhecimento aprofundado da Matemática que vai ensinar. Ball (1990) considera que o conhecimento matemático do professor para ensinar matemática com compreensão deve corresponder a três critérios: possuir um conhecimento correto dos conceitos e procedimentos; compreender os princípios e significados subjacentes aos procedimentos matemáticos básicos; e apreciar e compreender conexões entre as ideias matemáticas. Posteriormente, Ball (1991) propõe quatro dimensões: conhecimento profundo da Matemática; conhecimento da natureza e do discurso matemático; conhecimento sobre a matemática na cultura e na sociedade; capacidade de raciocínio pedagógico sobre Matemática.

Já Askew (2008) refere que, “em vez de adquirirem um “corpo” de conhecimentos, os professores primários¹ precisam de algo mais – uma sensibilidade matemática – que os tornem capazes de lidar com o currículo existente, mas também estarem abertos à mudança” (p. 22). Este autor acrescenta uma dimensão ao conhecimento matemático do professor enfatizando a consciencialização dos porquês desse conhecimento. Para Sullivan (2003), estes professores devem estar familiarizados com os conteúdos matemáticos que têm de ensinar, e serem capazes de estudar novos conceitos sempre que isso seja necessário. Na sua perspetiva, se os professores tiverem uma disposição para aprender mais matemática quando necessário, bem como as bases para o poder fazer, então o conhecimento prévio de determinados conteúdos pode

¹ No original, a expressão “professores primários” corresponde aos professores do 1.º ao 6.º ano de escolaridade, tanto na Austrália como no Reino Unido.

não ser fundamental. Assim, em vez da preocupação em assegurar uma cobertura de todos os tópicos, os formadores devem definir quais as bases adequadas e quais os elementos para criar a disposição para aprender e ajudar os futuros professores a alcançá-los. Deste modo, a formação inicial preparará os professores para o atual currículo, mas também para currículos futuros.

Outro aspeto a considerar é o que se prende com a natureza da matemática. Uma vez que os futuros professores criam ao longo da sua escolaridade uma ideia sobre a natureza da Matemática, é importante que reflitam sobre ela ao longo da formação inicial, sendo, igualmente importante a vivência de diferentes experiências matemáticas.

Focando o conhecimento dos professores, Ma (1999) define quatro características essenciais do que considera ser o *Profound Knowledge of Fundamental*: conectividade, no que diz respeito às conexões entre diferentes conceitos e procedimentos matemáticos; múltiplas perspetivas, de forma a que consiga analisar diferentes aspetos de uma ideia, assim como várias estratégias de resolução de problemas; reforço das ideias básicas da Matemática; e coerência longitudinal, já que somente dessa forma o professor consegue ter conhecimento da forma como os conteúdos vão sendo abordados ao longo de todo o currículo.

Também Ponte (1999) caracteriza o conhecimento do professor, referindo tratar-se de um conhecimento essencialmente orientado para a ação, em quatro domínios: conhecimento dos conteúdos matemáticos de ensino, ou seja, o conhecimento sobre os conteúdos a abordar nas aulas, assim como as suas ligações; conhecimento do currículo, que se prende com o conhecimento curricular referido por Shulman (1986); conhecimento dos alunos e dos seus processos de aprendizagem, assim como dos seus interesses, necessidades e dificuldades frequentes; e conhecimento do processo instrucional, que está relacionado com a preparação, condução e reflexão acerca da prática letiva.

Hill, Ball e Schilling (2008) vão mais além nessa concetualização e propõem um modelo que apresenta diversas subdivisões das categorias apresentadas por Shulman (1986), pois segundo os autores, o conhecimento dos professores tem duas componentes: o conhecimento do conteúdo e o conhecimento pedagógico do conteúdo. Os autores dividem o conhecimento do conteúdo em conhecimento comum do conteúdo, conhecimento especializado do conteúdo e conhecimento do horizonte matemático. O conhecimento comum do conteúdo é o que Shulman (1986) define como sendo conhecimento acerca do assunto. Esse conhecimento é a quantidade e a

organização de conhecimento do assunto em si na mente do professor (Shulman, 1986), não sendo um conhecimento detido apenas pelo professor, mas comum a muitas outras profissões que fazem uso da Matemática (Hill & Ball, 2004). Já o conhecimento especializado do conteúdo é o conhecimento próprio e único para planear e conduzir o ensino de determinado assunto.

Do referido anteriormente, pode afirmar-se ser consensual que o conhecimento do conteúdo, sendo uma das componentes do conhecimento profissional do professor, é necessário e fundamental à prática docente.

Metodologia

Com o objetivo de obter informação sobre o conhecimento matemático dos estudantes à entrada da licenciatura em Educação Básica, foi aplicado um teste diagnóstico aos alunos das três ESE, no início do ano letivo de 2011/2012, que incidiu nos temas: Números e operações, Geometria e medida, Pensamento algébrico e Organização e tratamento de dados. A estrutura do teste é apresentada na tabela 1.

Tabela 1: O teste diagnóstico: tipo, tema e número de itens

Tópicos	Número de itens	Escolha múltipla	Perguntas abertas
Números e operações	7	2	5
Geometria e medida	7	3	4
Pensamento algébrico	4	1	3
Organização e tratamento de dados	2	1	1
Total	20	7	13

Realizaram o teste 268 alunos, sendo 143 de Lisboa, 74 de Viana do Castelo e 51 de Viseu. O teste foi aplicado numa aula inicial do 1.º semestre, tendo sido resolvido pelos alunos do 1.º ano que estavam presentes.

As respostas dos alunos às perguntas abertas foram codificadas, tendo por base a mesma grelha de análise e os mesmos códigos. A codificação dos itens de pergunta aberta, cujos resultados são apresentados neste artigo, encontra-se na tabela 2.

Tabela 2: Codificação dos itens 9.2, 9.3, 10, 13 e 14

9.2. Ao todo o Miguel desenhou 60 figuras na sequência. Quantas figuras brancas desenhou o Miguel? Mostre como chegou à resposta.	
Codificação	Resposta
0	Não responde.
1	Responde incorretamente sem apresentar cálculos e/ou raciocínio.
2	Responde incorretamente devido a erros de cálculo.
3	Responde incorretamente por não estabelecer devidamente a correspondência na regra de três simples: faz corresponder extremos com extremos e meios com meios.
4	Responde incorretamente, porque ao aplicar a regra de três simples, toma como referência as 12 <u>ou</u> 13 primeiras peças apresentadas na sequência.
	Responde incorretamente, porque apesar de reconhecer que existem 12 grupos de 5 figuras (2 brancas e três pretas em cada um deles) em 60 figuras, não responde que existem 24 figuras brancas no total.
5	Responde corretamente, mas não apresenta cálculos e/ou raciocínio.
6	Responde corretamente supondo que se na sequência de 60 figuras houvesse tantas peças brancas como pretas, 30 eram brancas; como constata que há mais pretas do que brancas, conclui, mas <u>sem justificar</u>
7	Responde corretamente apresentando a sequência das 60 figuras.
8	Responde corretamente, recorrendo à regra de três simples e tomando como referência o número <u>ou</u> percentagem de peças brancas nas primeiras 10 ou 15 da sequência.
9	Responde corretamente considerando que o número de peças pedido é o produto de 4 (número de peças brancas em 10) por 6.
9.3. Qual a cor da figura que está na 2011ª posição? Explique como chegou à resposta.	
Codificação	Resposta
0	Não responde.
1	Responde incorretamente, mas não apresenta cálculos e/ou raciocínio.
2	Responde incorretamente devido a erros de cálculo.
3	Responde corretamente, mas não apresenta cálculos e/ou raciocínio.
4	Responde corretamente considerando que se formar grupos de 5 figuras, a primeira figura de cada grupo é branca. Como a 2011ª figura é a primeira do 403.º grupo, conclui que terá cor branca.
5	Responde corretamente justificando que as figuras cujo número de ordem corresponde a um múltiplo de 5 ou de 10 adicionado de uma unidade, como é o caso de 2011, são brancas.
10. Os comprimentos dos lados de um triângulo podem ser 10 cm, 12 cm e 23 cm? Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>	
Justifique a sua resposta.	
Codificação	Resposta
0	Não responde.

1	Responde incorretamente, não apresentando cálculos e/ou raciocínio.
2	Responde incorretamente devido a erros de cálculo e/ou raciocínio.
3	Responde corretamente, mas não apresenta cálculos e/ou raciocínio.
4	Responde corretamente, mas apresenta uma justificção incorreta.
5	Responde corretamente considerando que para se construir um triângulo a medida de cada lado deve ser menor do que a soma das medidas dos outros dois lados (desigualdade triangular).
13. Numa receita de um bolo de laranja usaram-se, além de outros ingredientes 2 laranjas para cada 8 dl de leite. Se usar 7 laranjas, que porção de leite devo usar?	
Codificação	Resposta
0	Não responde.
1	Responde incorretamente, não apresentando cálculos e/ou raciocínio.
2	Responde incorretamente devido a erros de cálculo e/ou raciocínio.
3	Responde corretamente, mas não apresenta cálculos e/ou raciocínio.
4	Responde corretamente considerando que existe uma relação de proporcionalidade direta entre as grandezas: utiliza a regra de três simples para determinar o valor 28.
5	Responde corretamente considerando que existe uma relação de proporcionalidade direta entre as grandezas: utiliza a constante de proporcionalidade direta para determinar o valor 28.
14. Para fazer um batido usam-se 3 partes de chocolate para 7 partes de leite. Qual é a percentagem de chocolate do batido?	
Codificação	Resposta
0	Não responde.
1	Responde incorretamente, não apresentando cálculos e/ou raciocínio.
2	Responde incorretamente devido a erros de cálculo.
3	Responde incorretamente devido a erros de raciocínio (escreve 3/7; e/ou cerca de 43%).
4	Responde corretamente, mas não apresenta cálculos e/ou raciocínio.
5	Responde corretamente determinando a razão 3/10 (30%).

Os resultados foram posteriormente agrupados sendo parte da sua análise objeto deste artigo. A análise dos resultados, aqui apresentados, foca-se nos itens que, na nossa opinião, nos colocam mais interrogações e dilemas. De notar que, de um modo geral, os resultados nas três ESE são convergentes, e por essa razão, os mesmos são apresentados globalmente, sem a especificação de cada ESE, à exceção do item 10 em que as percentagens obtidas nas várias categorias foram diferentes entre as três ESE.

Resultados do teste

Nesta secção apresentam-se os resultados dos itens seleccionados agrupados por grandes temas, de acordo com a tabela 3.

Tabela 3: Temas e números dos itens seleccionados

Temas	N.º dos itens
Números e operações	2, 13 e 14
Pensamento algébrico	9, 18
Geometria	6, 10

Números e operações

O item 2 é um item relativo à leitura de números racionais escritos na forma decimal e foi seleccionado devido aos resultados obtidos (ver gráfico 1).

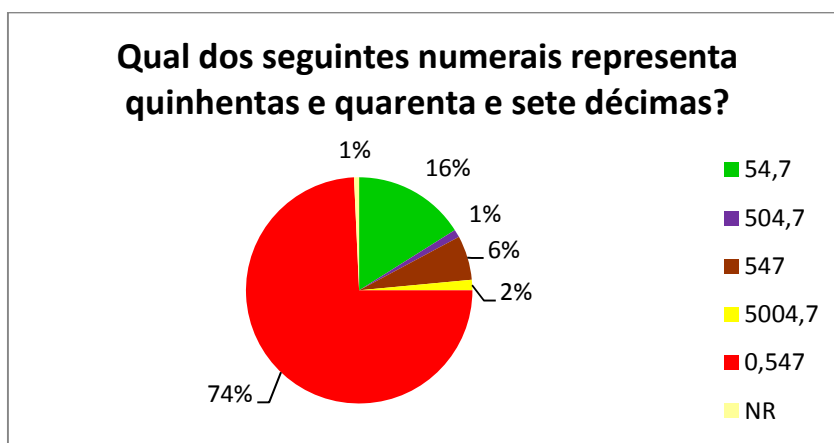


Gráfico 1: Resultados do item 2

Como se pode observar no gráfico, 83% dos alunos dão uma resposta errada. Esta parece corresponder a uma dificuldade na leitura do número, não distinguindo ordens e classes.

A esmagadora maioria dos estudantes das três ESE, ao escolher 0,547 (74%), parece associar o termo “décimas” a um número com vírgula, fazendo uma leitura da parte decimal do número como se se tratasse de um número inteiro, e ignorando o valor posicional das diversas ordens. Por outro lado, pode inferir-se que, concetualmente, estes estudantes assumem um número expresso com referência a décimas (ou

centésimas ou milésimas) como sendo sempre inferior à unidade, rejeitando de imediato a possibilidade de poder conter uma parte inteira.

Embora a opção 5004,7 tenha sido escolhida por um reduzido número de estudantes (2%), não deixa de ser preocupante que a mesma não tivesse sido rejeitada pela totalidade dos estudantes, uma vez que corresponde a uma representação descritiva da leitura colocada em linguagem natural, sem qualquer consideração pela estrutura do sistema de numeração decimal: "quinhentas" (500) e "quarenta e sete décimas" (4,7).

Sendo este tópico central no ensino básico, estes resultados merecem ser objeto de uma reflexão mais aprofundada, considerando que a maioria destes estudantes já teve a frequência de doze anos de escolaridade em Matemática.

Os itens 13 e 14 envolvem o raciocínio proporcional. A sua inclusão justifica-se pela significativa disparidade observada nos resultados obtidos.

Tabela 4: Enunciados dos itens 13 e 14

Item 13	Item 14
Numa receita de um bolo de laranja usaram-se, além de outros ingredientes 2 laranjas para cada 8 dl de leite. Se usar 7 laranjas, que porção de leite devo usar?	Para fazer um batido usam-se 3 partes de chocolate para 7 partes de leite. Qual é a percentagem de chocolate do batido?

Passamos a apresentar os resultados relativos a estes dois itens.

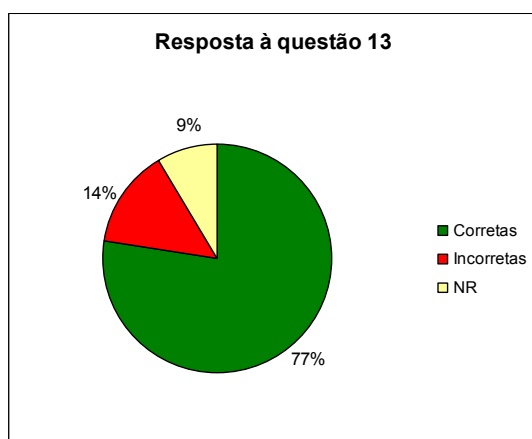


Gráfico 2: Resultados do item 13

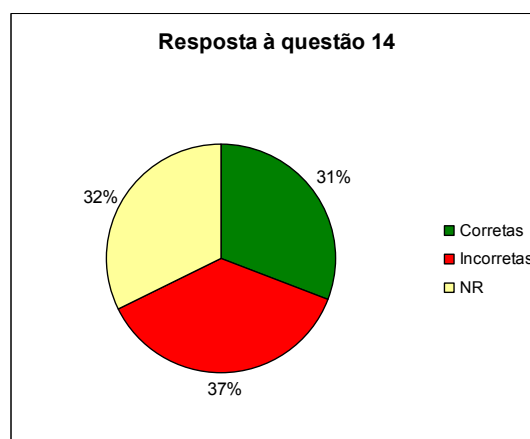


Gráfico 3: Resultados do item 14

A percentagem de respostas corretas ao item 14 foi de 31%, tendo aparecido a percentagem 30% sem qualquer apresentação de raciocínio/cálculos em aproximadamente metade dos casos. É importante salientar que 69% dos alunos não responde ou responde incorretamente. A predominância de respostas incorretas evidencia raciocínio incorreto dada a aplicação indevida da regra de três simples aos valores explícitos no enunciado (3 e 7). Já a percentagem de respostas corretas ao item 13 é de 77%. Esta disparidade de resultados entre os dois itens não pode deixar de nos questionar.

Geometria

No tema Geometria, o item 6 implica saber identificar os eixos de simetria de um retângulo (não quadrado).

6. Qual das hipóteses mostra os eixos de simetria do retângulo?

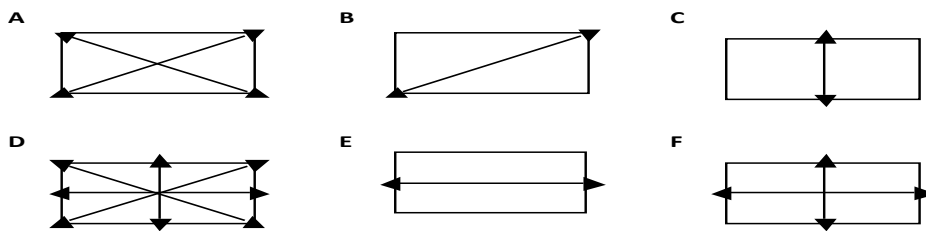


Figura 1: Enunciado do item 6

As respostas obtidas estão representadas no seguinte gráfico.

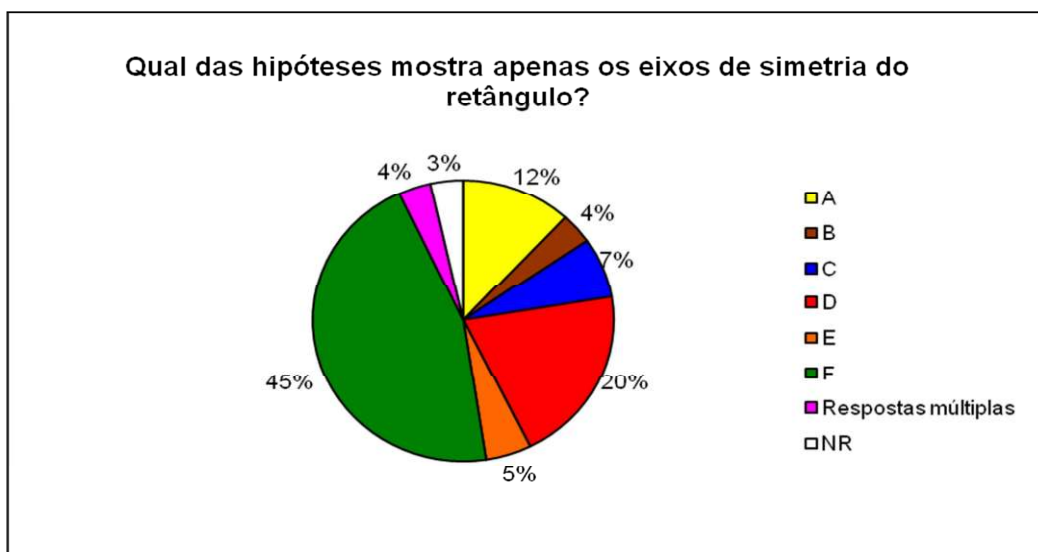


Gráfico 4: Resultados do item 6

Neste item, 20% escolheram a opção D, considerando as diagonais também como eixos de simetria do retângulo e 12% a opção A — só as diagonais são eixos de simetria, o que pode significar que para 32% dos alunos as diagonais são eixos de simetria. Menos de 50% dos estudantes escolheu a opção correta. Estas escolhas parecem revelar que a ideia de simetria destes estudantes está associada à partição da figura em duas partes iguais.

Um outro item de geometria cujos resultados merecem a nossa reflexão é o item 10 (ver enunciado na tabela 2).

A percentagem dos estudantes que não respondem variou em cada uma das ESE: 12% na ESE de Lisboa, 16% na ESE de Viseu e 6,8% na ESE de Viana do Castelo.

Respondem incorretamente, não apresentando cálculos e/ou raciocínio, 16,8% dos estudantes na ESE de Lisboa, 16% na ESE de Viseu e 23% na ESE de Viana do Castelo.

Respondem incorretamente, apresentando justificações incorretas, 32,9% dos estudantes na ESE de Lisboa, 35% na ESE de Viseu e cerca de 14,9% na ESE de Viana do Castelo. São exemplos das justificações apresentadas: "triângulo não necessita de ter lados iguais"; " $a+b<c$ ".

Respondem acertadamente, mas não apresentam qualquer justificação, cerca de 20,3% dos estudantes na ESE de Lisboa, 25% na ESE de Viseu e 16,2% na ESE de Viana do Castelo.

Assinalam a opção correta "Não", apresentando uma justificação incorreta, cerca de 9% dos estudantes na ESE de Lisboa, 2% na ESE de Viseu e 21,6% na ESE de Viana do Castelo. São exemplos das justificações apresentadas: "não é possível construir porque um triângulo tem que ter dois/pelo menos dois lados iguais"; "não tem simetria"; "o lado maior tem que ser igual à soma dos outros"; outros referem o teorema de Pitágoras".

Respondem corretamente, apresentando uma justificação correta ou 'aproximada' (exemplos: "não ia fechar", "os segmentos de reta não se juntam") cerca de 9% dos estudantes na ESE de Lisboa, 6% na ESE de Viseu e cerca de 17,5% na ESE de Viana do Castelo.

Estas respostas são preocupantes, pois para além do desconhecimento da desigualdade triangular, as justificações apresentadas levam-nos a concluir que o próprio conceito de triângulo é problemático para estes alunos, já que existiram

respostas nas três ESE reveladoras da ideia de que o triângulo tem de ser necessariamente isósceles.

Pensamento algébrico

Também para este tema, selecionámos dois itens (9 e 18) cujos resultados nos levantam também algumas questões.

O item 9 envolve o raciocínio multiplicativo na previsão de termos de uma sequência de repetição mais ou menos distantes dos termos iniciais dados e aborda a identificação e utilização da lei de formação da sequência. Este item envolve conceitos e relações de nível matemático básico. A sua inclusão justifica-se pelos resultados obtidos.

O item 9 tinha o enunciado seguinte.

9. A seguir está o início de uma sequência de figuras pretas e brancas que o Miguel desenhou. Na sequência há um padrão que se repete sempre.



9.1. Quais são as três figuras que vêm a seguir na sequência?

- A. B.
- C. D.

9.2. Ao todo o Miguel desenhou 60 figuras na sequência. Quantas figuras brancas desenhou o Miguel?

Mostre como chegou à resposta.

9.3. Qual a cor da figura que está na 2011ª posição? Explique como chegou à resposta.

Figura 2: Enunciado do item 9

O gráfico 5 mostra as respostas às questões apresentadas neste item.

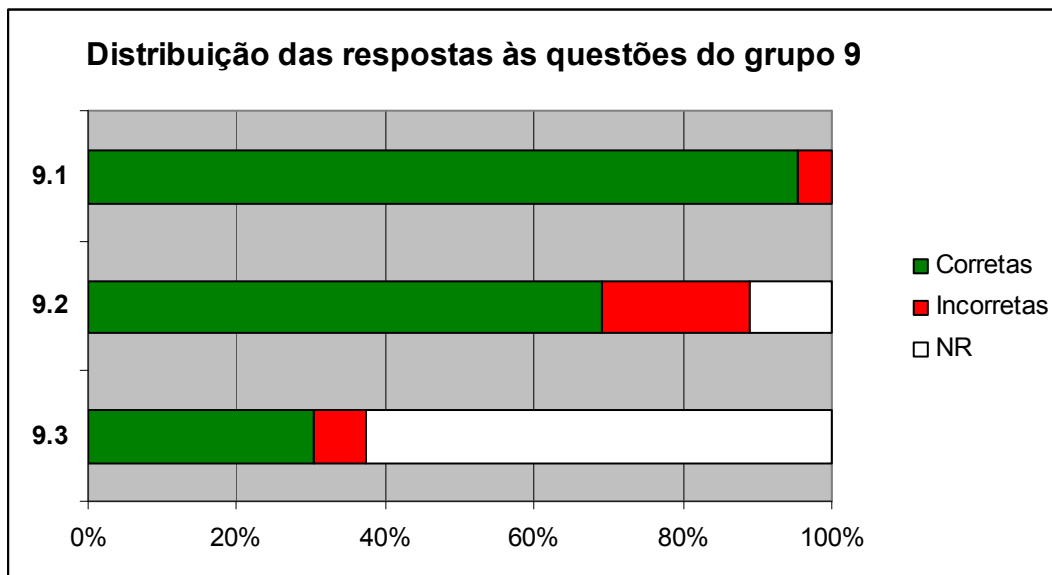


Gráfico 5: Resultados do item 9

A grande maioria responde corretamente à questão 9.1 pois 95% escolheu a opção certa. A esta questão responderam a totalidade dos estudantes.

A questão 9.2 obteve 69% de respostas corretas, tendo a larga maioria destas revelado a aplicação da regra de três simples ou o produto do número de grupos de 10 peças pelo número de peças brancas em 10 peças. A esta questão não responderam 11% dos estudantes. Aproximadamente 20% das respostas são incorretas. Nestas surge, novamente, a utilização indevida da regra de três simples.

À questão 9.3 respondem corretamente 28% dos estudantes, respondem incorretamente 8% e não respondem 64%. A significativa percentagem de não respostas aqui obtida justifica um estudo mais profundo no sentido de esclarecer as razões pelas quais estes alunos não lhe 'pegaram'. Trata-se de uma questão que embora mais sofisticada que a anterior é de nível de Ensino Básico. É preocupante este panorama. Trata-se de diagnosticar modos de utilizar o raciocínio multiplicativo em dois níveis um pouco diferentes, na questão 9.2, a um nível mais simples, e na 9.3, mais formal, dada a ordem de grandeza do termo pedido.

Podem colocar-se várias questões a procurar resposta. Por exemplo, poderia ser pertinente procurar saber como se distribuíram as respostas à questão 9.2 dos estudantes que não responderam à questão 9.3, a fim de identificar a natureza das suas dificuldades ou das conceções erróneas.

Por último, apresentamos os resultados relativos ao item 18 (enunciado a seguir, figura 3).

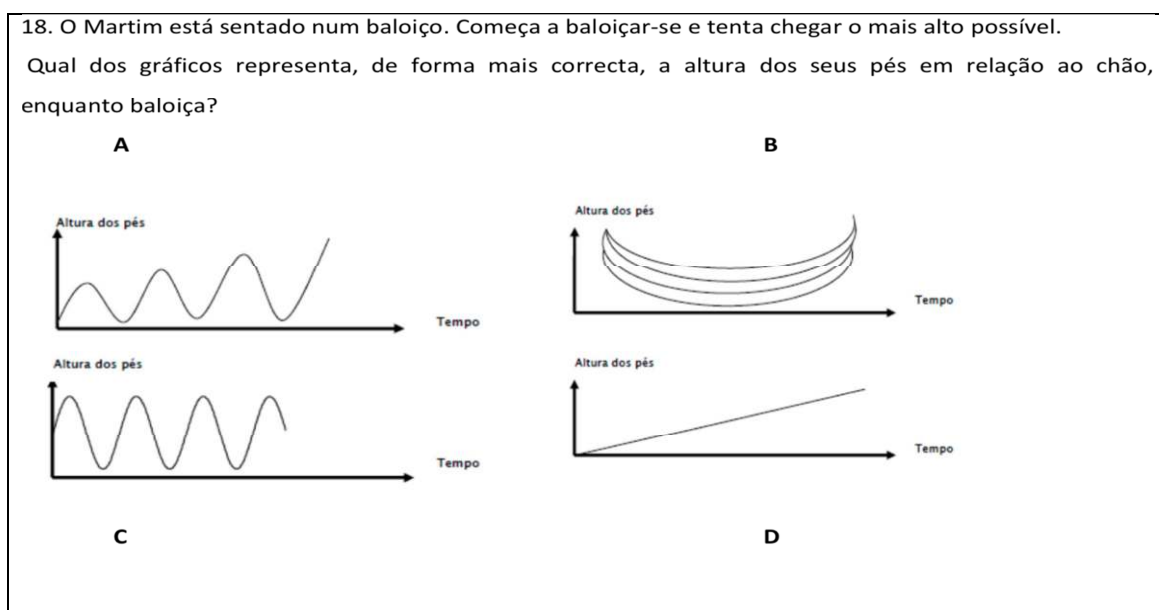


Figura 3: Enunciado do item 18

Pouco mais de 50% dos alunos respondem certo, existindo cerca de 27% que responde B, com certeza pela representação visual do balançar.

Considerações finais

Estes resultados são preocupantes uma vez que revelam um conhecimento deficitário em conceitos essenciais, por parte de uma grande parte dos estudantes, à entrada no Curso da LEB nas três ESE, sendo que muitos destes conceitos são abordados nos primeiros anos de escolaridade. Por exemplo, os itens 9, 13 e 14, que envolvem estrutura(s) multiplicativa(s), têm uma percentagem significativa de não respostas e de recurso indevido da regra de três simples. Os estudantes revelam também fragilidades significativas ao nível da justificação.

Confrontando os resultados dos vários itens analisados, podemos constatar que são os que se relacionam com os conceitos incluídos no currículo do 1.º ciclo do ensino básico que têm pior desempenho, por parte dos estudantes. Por exemplo, o item 18, que envolve um tópico abordado desde o 3.º Ciclo, embora sem uma elevada taxa de acertos, tem uma percentagem superior de resposta certas do que o item 2, relacionado com a compreensão do sistema decimal, abordada desde o 1.º Ciclo. Assim, da análise do teste diagnóstico emergem como aspetos a merecer uma maior reflexão: a estrutura do sistema de numeração decimal, o conceito de simetria, o conceito de triângulo associado a um protótipo de figura com lados iguais.

A formação dos futuros professores, a formar pelas três ESE, tem de atender a estes resultados, quer quando se equaciona o que ensinar nas diferentes unidades curriculares quer na sua sequência e articulação. Importa, não só, investir na clarificação conceptual dos estudantes da LEB, como também, no desenvolvimento do seu raciocínio matemático, e, em especial, na vertente da justificação.

O conteúdo de matemática das unidades curriculares deverá relacionar-se com os tópicos matemáticos abordados no Ensino Básico, atendendo que será este o seu contexto profissional, mas deverá ser tratado de um modo que os estudantes sejam capazes de compreender os fundamentos dos mesmos e de estabelecer conexões entre os vários tópicos, inter-relacionando os diferentes temas curriculares, adquirindo deste modo um conhecimento profundo da matemática que ensinam, como é afirmado por Ball (1990, 1991).

Por outro lado, se pensarmos que os doze anos de escolaridade que muitos destes alunos tiveram não foram eficazes na consolidação do seu conhecimento matemático em conceitos básicos e essenciais, uma das missões das instituições que formam os

futuros professores do ensino básico é a de desenvolver nestes um conhecimento matemático para ensinar consistente e aprofundado que os capacite a inverter esta situação para as gerações vindouras.

Face à nossa preocupação, como docentes de Matemática destas ESE, em desenvolver nos nossos estudantes quer o conhecimento matemático quer o didático, emergem algumas questões sobre a melhor forma de o fazer que nos desafiam a uma reflexão profunda: Como desenvolver nos futuros professores o conhecimento matemático especializado para ensinar? Trabalhando isoladamente esse conhecimento? Articulando-o com o conhecimento didático?

As unidades curriculares que têm por objetivo o desenvolvimento do conhecimento matemático não podem colocar também as questões didáticas como objeto do seu trabalho. Elas deverão contemplar os aspetos estruturantes dos vários temas matemáticos que dotem os estudantes de um conhecimento basilar aprofundado mas deverão simultaneamente desenvolver nestes uma atitude inquiridora e uma predisposição para continuar a investir na sua formação ao longo da sua carreira profissional, já que a formação de um docente não se esgota nem fica, de modo algum, concluída na formação inicial. Tal como defendido por Sullivan (2003), é fundamental que os docentes do Ensino Básico desenvolvam uma postura de aprender mais matemática, sempre que necessário. E a necessidade de continuar a aprender matemática pode advir da prática profissional, pelas interpelações suscitadas pela mesma, ao nível da consecução da melhoria das aprendizagens dos alunos do ensino básico.

No entanto, pode existir alguma presença didática, embora de modo indireto, nessas unidades curriculares. A metodologia usada nas aulas das unidades curriculares que visam o desenvolvimento do conhecimento matemático pode funcionar como um 'modelo' que os futuros docentes podem, eventualmente, transferir para a planificação das suas futuras aulas. Isto é, se os formadores lecionarem essas unidades curriculares através de tarefas exploratórias, ou de trabalho de projeto, que coloquem os estudantes em situação de construção do seu conhecimento matemático, contemplando o trabalho de grupo e a discussão entre os estudantes, seja no seio do grupo, seja em plenário de turma, a vivência pelos estudantes dessa dinâmica de aula pode constituir um ingrediente importante na construção do seu conhecimento didático, rapidamente mobilizável nas unidades curriculares de didática, em que temáticas como a natureza das tarefas, ou a monitorização das aulas podem ser tratadas de forma explícita. Uma outra dimensão de presença didática nessas

unidades curriculares pode ser a utilização de materiais manipuláveis e a consequente reflexão sobre o seu uso, que suportem a construção de conceitos matemáticos ou ainda de algumas produções de alunos do ensino básico que constituam materiais de análise dos seus fundamentos matemáticos.

Por outro lado, não se pode desenvolver o aprofundamento do conhecimento didático se este não estiver ancorado num conhecimento matemático consistente. Efetivamente, ambos os tipos de conhecimento não só se inter-relacionam como também se alimentam reciprocamente, colocando, um e outro, elementos que podemos considerar de constituição mútua.

Referências bibliográficas

- Askew, M. (2008). Mathematical discipline knowledge requirements for prospective primary teachers, and the structure and teaching approaches of programs designed to develop that knowledge. In P. Sullivan, & T. Wood (Eds.), *The International Handbook of Mathematics Teacher Education. Volume 1, Knowledge and Beliefs in Mathematics Teaching and Teaching Development* (pp. 13-35). Rotterdam: Sense Publishers.
- Ball, D. L. (1990). The mathematical understandings that prospective teachers bring to teacher education. *The Elementary School Journal*, 90(4), 449-466.
- Ball, D. L. (1991). Teaching mathematics for understanding: What do teachers need to know about subject matter? In M. M. Kennedy (Ed.), *Teaching academic subjects to diverse learners* (pp. 63-84). New York: Teachers' College Press.
- Ball, D. L., Hill, H. C., & Bass, H. (2005). Knowing mathematics for teaching. *American Educator*, Fall, 14-46.
- Hill, H. C., & Ball, D. L. (2004). Learning mathematics for teaching: Results from California's mathematics professional development institutes. *Journal for Research in Mathematics Education*, 35(5), 330-351.
- Hill, H. C., Ball, D. L., & Schilling, S. G. (2008). Unpacking pedagogical content knowledge: Conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 39(4), 372-400.
- Ma, L. (1999). *Knowing and teaching elementary mathematics: Teachers' understanding of fundamental mathematics in China and the United States*. London: LEA.
- Ponte, J. P. (1999). Didáticas específicas e construção do conhecimento profissional. In J. Tavares, A. Pereira, A. P. Pedro, & H. A. Sá (Eds.), *Investigar e formar em educação: Actas do IV Congresso da SPCE* (pp. 59-72). Porto: SPCE.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Sowder, J. (2007). The mathematical education and development of teachers. In F. Lester (Ed.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (Vol. 2, pp. 157-223). Charlotte: Information Age Publishing.
- Sullivan, P. (2003). Editorial: Incorporating knowledge of, and beliefs about, mathematics into teacher education. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 6, 293-296.