

Sondagens *versus* censos. Uma primeira discussão do conhecimento matemático para ensinar organização e tratamento de dados

C. Miguel Ribeiro

Centro de Investigação sobre Espaços e Organizações (CIEO);
Escola Superior de Educação e Comunicação - Universidade do Algarve

Fernando Martins

Escola Superior de Educação – Instituto Politécnico de Coimbra;
Instituto de Telecomunicações, Pólo de Coimbra, Delegação da Covilhã

Resumo

Aos professores – actuais ou futuros – cumpre um saber/conhecer mais do que apenas o conteúdo na óptica do utilizador (saber se algo está correcto ou não), encarado como um saber fazer. Devem possuir também um conhecimento específico da profissão que exercem, conhecimento esse que se relaciona com o *saber ensinar a fazer*. Neste texto abordamos e analisamos uma conceptualização sobre o tipo de conhecimento de que, enquanto professores de matemática, necessitamos para ensinar (*Conhecimento Matemático para o Ensino*), contextualizando-a ao domínio de Organização e tratamento de dados, debatendo, em concreto quais as implicações, na posterior exploração das tarefas, entre efectuar um censo e uma sondagem (estudar uma amostra significativa da população em estudo).

Terminamos com algumas implicações e potencialidades deste tipo de abordagem para o ensino/formação de professores, discutindo, também, enquanto formadores de professores, as exigências que essas potencialidades nos acarretam.

Palavras-chave

Didáctica da matemática, Conhecimento matemático para o ensino, Sondagens, Censos, Amostragem

Abstract

Teachers must possess a kind of knowledge which involves more than just know the content as a user (to know if something is correct or not), here considered as a know how to do. They must possess, also a knowledge which allows them to know how to teach to do.

In this paper we discuss a conceptualization of the kind of knowledge teachers need to have to teach mathematics (mathematical knowledge for teaching). We will focus, in concrete, in the knowledge needed to teach the theme concerning Organization and data analysis and, in that domain, the distinctions/implications between elaborate a census or a survey (find a significant sample of the population under study). We will finish referring some implications, potentialities and demanding of this kind of approach to the mathematical knowledge in teachers' training programs.

Key-words

Mathematics education, Mathematical knowledge for teaching, Census, Survey, Sampling

1. Introdução

A forma como encaramos as diferentes situações depende, em larga medida, do conhecimento que possuímos das mesmas (outras experiências, próprias ou alheias, que possam estar relacionadas).

É, assim, de sobeja importância capacitarmo-nos (e aos professores – actuais ou futuros – com quem trabalhamos) para “responder” de modo consciente e “preparado” a todas as situações com que somos confrontados, diminuindo deste modo, ao mínimo, as ocorrências de improvisações de conteúdo (Ribeiro, Monteiro & Carrillo, 2009) (uma vez que as de gestão que se relacionem com comportamentos são bastante mais complexas de eliminar pela actuação (ainda) isolada do professor).

Se os futuros professores¹ não forem confrontados com situações que coloquem em causa os seus “conhecimentos” (e crenças) mais básicos, dificilmente alguma vez poderão desenvolver uma capacidade reflexiva e de auto-questionamento, não apenas no sentido da prática mas também do próprio conhecimento dos conteúdos que terão de ensinar. Em termos da prática, essa capacidade centrar-se-á, espera-se, com a(s) Unidade(s) Curricular(es) (UC) de Didáctica (da Matemática) e a prática de sala de aula (Prática Pedagógica), onde desenvolverão, mais acentuadamente, a capacidade de ter em conta o ensino, os alunos e o currículo.

Em relação aos conhecimentos do conteúdo, tanto a nível de saber/conhecer os conteúdos para si próprios, como a nível de possuir um conhecimento que lhes permita tornar esses conteúdos claros/compreensíveis para os outros, estes devem ser reforçados e iniciados, respectivamente, quanto antes, ou seja, desde o início da sua formação superior. Urge, assim, contribuir para que estes alunos (hipotéticos futuros professores)² tenham, desde logo (1.º semestre) experiências que lhes permitam ir elaborando estes diferentes tipos de conhecimentos, com o fito de que a generalidade possa contradizer o que referem Cooney (1994), Lampert (1988), Mellado, Ruiz e Blanco (1997) e Nicol

(1999) e deixam de ensinar como foram eles próprios ensinados ou, tal como refere Lortie (1975), julgam terem sido (apenas possuem imagens mentais do que pensam ser o processo de ensino, pois apenas o vivenciaram na perspectiva de alunos).

A compreensão dos diferentes tipos de conhecimento será potenciada, assumimos, se os futuros professores forem confrontados com situações da sua própria prática. Essas situações poderão advir, “simplesmente”, através da gravação, discussão e reflexão sobre a apresentação de um determinado trabalho que tenham de elaborar no âmbito de uma UC (que não pertencerá ao domínio da Didáctica, uma vez que esta apenas aparece nos programas de estudo ao fim de cinco semestres). Esse trabalho poderia ser, por exemplo, a preparação de uma sequência de tarefas de modo a leccionarem, eles próprios, os princípios básicos dos conteúdos que terão de abordar em determinado período dessa UC (que são, alguns deles, na forma mais básica e simplista, similares aos que terão de leccionar aos alunos dos níveis de ensino em que irão, hipoteticamente, leccionar (abordando aqui apenas o conteúdo – conhecimento do conteúdo –, e não a forma como este seria explorado).

Um dos domínios que consta do novo Programa do Ensino Básico (Ponte et al., 2007), e de forma transversal aos três ciclos, é o de Organização e tratamento de dados (Otd). Este é um dos temas que aparece, de forma explícita neste Programa e que não ocorria anteriormente. Daí que, enquanto formadores de professores, estejamos incumbidos de facultar aos nossos alunos/formandos um tipo de formação, também neste domínio, consistente com o que vem referido nas Orientações Nacionais e Internacionais (DEB, 1991a, 1991b, 1997; NCTM, 1991, 2000) sobre a forma como devem ser abordados os distintos conteúdos – aqui encaradas estas orientações como respeitantes aos tipos de conhecimentos que os professores (dos diversos níveis de escolaridade, iniciando no Pré-Escolar) deverão possuir de modo a estarem capacitados a explorar os conteúdos, preparar as tarefas e desenrolar as actividades sem qualquer tipo de “receio”.

Consideramos, assim, que, independentemente do nível de escolaridade, os professores devem possuir um conhecimento sobre a forma como os diversos conteúdos “evoluem” ao longo da escolaridade (*Horizon Content Knowledge* – cf. a epígrafe seguinte).

No Programa do Ensino Básico vem explícito que os alunos no 1.º Ciclo devem desenvolver experiências que envolvam a organização e tratamento de dados qualitativos e quantitativos discretos, logo desde o 1.º ano de escolaridade, de modo a que, a partir da recolha de dados referentes a questões ou temáticas que sejam próximas dos alunos, estes passem a construir um olhar matemático sobre o conjunto de dados recolhidos, organizados, representados e interpretados no sentido de obterem respostas à problemática inicial.

Nos dois últimos anos do 1.º Ciclo devem ser abordados problemas que permitam a exploração de experiências envolvendo situações aleatórias e a exploração do conceito de moda – no antigo Programa (DGEBS, 1991) isso era esperado apenas no 6.º ano de escolaridade.

Para que os alunos possam vivenciar um conjunto rico e diversificado de experiências que lhes permitam ir em construindo e fundamentando esses conceitos ao longo deste primeiro ciclo de formação, é imperioso que os professores possuam um conhecimento aprofundado do tema de modo a poderem preparar essas tais situações e tarefas e a manterem o seu nível cognitivo aquando da sua implementação (Stein, Smith, Henningsen & Silver, 2000). Assumimos que este conhecimento não se mede, necessariamente e apenas, pelo número de UC frequentadas que abordem estes temas de forma “meramente” científica, produzindo um tipo de conhecimento que é comum a todos aqueles que possuem algum tipo de formação superior com UC de Matemática (neste caso Otd/Estatística), sendo necessário, aos professores, para além desse conhecimento, um outro muito específico e próprio para o exercício da função docente.

Ao chegarem ao 2.º Ciclo, o Programa refere que os alunos devem aprofundar e alargar o trabalho iniciado no 1.º Ciclo, realizando estudos que envolvam dados de natureza variada, incluindo dados quantitativos contínuos, representando-os em tabelas de frequências absolutas e relativas e em gráficos de barras, gráficos circulares, gráficos de linha ou diagrama de caule-e-folhas, consoante a sua adequação e utilidade, devendo, ainda, ampliar o seu reportório de medidas estatísticas (abordando a média aritmética, extremos e amplitudes) como forma de descrever um determinado conjunto de dados (Ponte et al., 2007, p. 42).

Devem continuar também o trabalho (que se espera ter sido previamente iniciado) em termos do estudo de situações aleatórias simples e da realização de experiências que possibilitem a exemplificação da regularidade, a longo termo, consolidando, simultaneamente, o vocabulário básico relativo às situações aleatórias.

Assim, no Ensino Básico, preconiza-se uma especificidade crescente de conceitos, mas com uma mesma ideia central: desenvolver nos alunos a capacidade de recolher, tratar e interpretar dados a fim de resolver problemas. Nesse sentido, cumpre ao professor possuir um conhecimento que lhe permita desenvolver nos alunos: a capacidade de ler e interpretar dados organizados na forma de tabelas e gráficos, assim como de os recolher, organizar e representar com o fim de resolver problemas em contextos variados relacionados com o seu quotidiano (1.º Ciclo); a capacidade de compreender e de produzir informação estatística, bem como de a utilizar para resolver problemas e tomar decisões informadas e argumentadas (2.º Ciclo) e, ainda, desenvolver a compreensão da noção de probabilidade (3.º Ciclo).

Tendo como pano de fundo o que se encontra expresso no novo Programa do Ensino Básico relativamente ao que se supõe abordar em cada etapa educativa, efectuamos uma análise sobre que conhecimento cumpre aos professores possuir de modo a poderem efectivar alguns desses pressupostos, sendo esse o foco de discussão e reflexão neste texto.

Em concreto (e por limitações óbvias) abordaremos apenas, e de uma perspectiva mais teórica, o conhecimento de que os professores necessitam, de modo a poderem abordar (elaborar e implementar) situações que permitam aos alunos a recolha de dados conducentes a um tratamento estatístico significativo, debatendo algumas das diferenças e implicações entre efectuar-se uma recolha de dados pretendendo realizar uma sondagem ou um censo. Este conhecimento é encarado aqui na perspectiva de Hill, Rowan e Ball (2005) – conhecimento matemático necessário ao professor no exercício da sua profissão (*Mathematical Knowledge for Teaching* (MKT)) – e, em particular, na conceptualização de Ball, Thames e Phelps (2008) dos domínios desse conhecimento.

2. Algumas notas teóricas

Dependendo da perspectiva e forma pela qual encaramos, nós próprios, o papel do professor, assim definimos que tipos de conhecimentos e formação estes devem possuir – se uma formação fundamentalmente científica com uns rasgos de “didáctica”, ou uma formação fundamentada na didáctica (frequentemente denominada *didáctica geral*) na qual, por vezes, se abordam os temas que os futuros professores terão de leccionar ou, ainda, uma formação em que aos professores cumpre possuir um conhecimento do conteúdo muito próprio para o exercício da sua profissão, em que este não se resume a saber o conteúdo para si próprio, nem a saber um conjunto de técnicas/estratégias para ensinar esse conteúdo.

Na primeira, e no que à matemática diz respeito, os seus defensores assumem que é suficiente que os futuros professores possuam um grande conhecimento matemático, considerando aqui o “grande”, em termos de profundidade em cada conteúdo. Na segunda, assumem que, por terem já sido alunos daquele nível de ensino (para o qual pretendem ser professores), estarão capacitados cientificamente para ensinar esses conteúdos³, sendo necessária apenas alguma formação no domínio de como ensinar esses conteúdos (conjunto de estratégias, independentes dos conteúdos – Áreas/Domínios/Temas que se abordam). Defendemos a terceira opção.

Assumimos uma perspectiva “mista” que encara os professores como um grupo profissional que, para além de “saber matemática”, na óptica do utilizador (mas com um elevado nível de cientificidade), deverá possuir também um conhecimento específico

que lhe permita tornar os conteúdos compreensíveis para os seus alunos. Seguindo o trabalho que tem vindo a ser desenvolvido por Deborah Ball e o seu grupo de investigação (e.g. Ball (2002; 2003), Ball e Bass (2003), Ball, et al. (2008), Hill, Rowan e Ball (2005) e Thames (2009)), consideramos que os professores (actuais e futuros) devem possuir um conhecimento específico para a profissão que exercem. Denominam esse conhecimento por MKT e assumem que este integra um conhecimento substancial de matemática que se vai ensinar (não necessariamente em número de disciplinas/cursos frequentadas), uma capacidade de tornar acessíveis as ideias matemáticas ao ensino e um conhecimento do percurso escolar dos alunos, numa lógica de conexão com os conhecimentos matemáticos anteriores e com as aprendizagens futuras. Hill et al. (2005, p. 373) definem-no como sendo

o conhecimento matemático usado para levar a cabo o ensino da matemática. Exemplo deste trabalho de ensino inclui a explicação de termos e conceitos aos alunos, interpretar as suas afirmações e soluções, analisar e corrigir a abordagem que os manuais efectuam sobre determinado tópico, utilizar representações exactas na aula, bem como proporcionar aos seus alunos exemplos de conceitos matemáticos, algoritmos e demonstrações.

Esta conceptualização da existência de um conhecimento matemático necessário para o ensino⁴ baseia-se fundamentalmente no trabalho de Lee Shulman e seu grupo⁵ (e.g. Shulman (1986; 1992) e Wilson, Shulman e Richert (1987)) e emergiu como resultado de dois projectos de investigação desenvolvidos pelo grupo de Ball sediado na *School of Education da University of Michigan* (USA). Com base nos resultados e evidências obtidas foi desenvolvida uma classificação de conhecimento profissional (Ball et al., 2008) – a qual abordaremos de seguida.

Os dois projectos referidos são: *Mathematics Teaching and Learning to Teach Project* (MTLT) e *Learning Mathematics for Teaching Project* (LMT).

No primeiro projecto (*Mathematics Teaching and Learning to Teach Project* (MTLT)), o grupo focou-se no que os professores faziam enquanto ensinavam (Ball et al., 2005). Em concreto, estavam interessados no ensino da Matemática e também na Matemática envolvida no processo de ensino. Com este duplo foco pretendiam desenvolver uma teoria, baseada na prática lectiva, sobre qual o conhecimento do conteúdo necessário para o ensino da matemática.

No segundo projecto (*Learning Mathematics for Teaching Project* (LMT)), seguindo a linha do anterior, desenvolveram questionários que lhes permitiram, através do recurso a análise de factores (*factor analysis*), medir o conhecimento matemático para o ensino, medidas essas que possibilitaram analisar diversas hipóteses relativas à natureza desse

conhecimento. Essas análises sugerem que o conhecimento matemático para o ensino é multidimensional (Ball et al., 2008; Hill, Schilling & Ball, 2004).

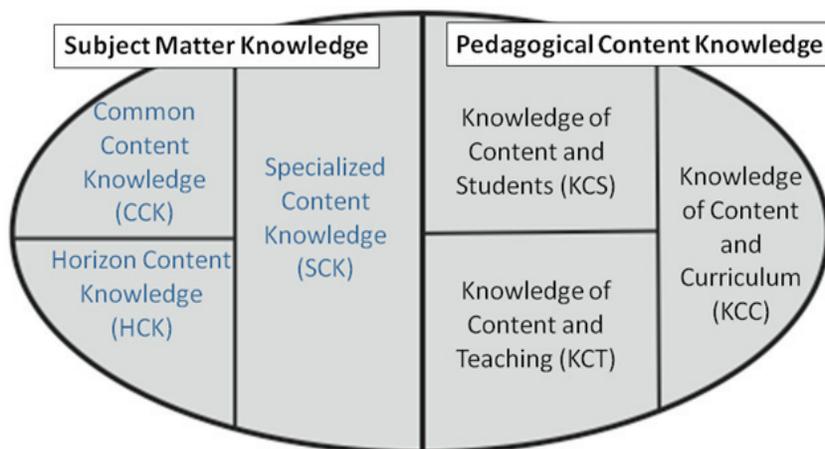


Figura 1 – Domínios do Conhecimento Matemático para o Ensino (MKT) (Ball et al., 2008)

Assim, na sua conceptualização do conhecimento profissional, e ao desenvolverem a noção de MKT, os autores aglutinam o conhecimento curricular com o conhecimento didático do conteúdo de Shulman, (1986) obtendo assim apenas dois grandes domínios que se encontram, por sua vez, subdivididos em três subdomínios. Consideram o conhecimento do conteúdo formado pelo *Common Content Knowledge (CCK)*, *Specialized Content Knowledge (SCK)* e *Horizon Content Knowledge (HCK)* e os três subdomínios do conhecimento didático do conteúdo (que contém o conhecimento curricular de Shulman) dizem respeito ao *Knowledge of Content and Teaching (KCT)*; *Knowledge of Content and Students (KCS)* e ao *Knowledge of Content and Curriculum (KCC)*.

O *Common Content Knowledge (CCK)* relaciona-se com o conhecimento do conteúdo que possui qualquer indivíduo com formação matemática, mas encarada como ferramenta e sem que saiba, necessariamente, explicar o porquê ou origem do que faz. Pode ser também denominado de “*conhecimento sobre como fazer*”.

Relativamente ao *Specialized Content Knowledge (SCK)*, é considerado como o conhecimento do conteúdo que o professor deverá possuir de modo a que os alunos entendam/compreendam *verdadeiramente* o que fazem e não o executem meramente

como um conjunto de procedimentos. Esta componente não se esgota no conhecimento relativo a procedimentos, possuindo um sentido mais lato, envolvendo também os necessários conceitos (Ribeiro, 2010). O professor deve conhecer também como diferentes imagens e exemplos do conceito podem fazer com que se adquira uma noção ampla do mesmo e das suas relações com outros conceitos. É, assim, um conhecimento relacionado com o *saber como ensinar a fazer*.

Relativamente ao conhecimento do conteúdo matemático, o professor deverá possuir ainda um *Horizon Content Knowledge* (HCK) que lhe permita ter um conhecimento das relações existentes entre os distintos tópicos matemáticos e de que forma as aprendizagens de um mesmo tópico vão evoluindo ao longo da escolaridade.

A diferença entre CCK e SCK poderá ser encarada como *saber fazer* e *saber ensinar a fazer* ou, caso se relacione com conceitos, *saber ensinar a entender* (Ribeiro, Carrillo & Monteiro, 2010). Esta distinção entre CCK e SCK pode ser problemática ao analisar a prática dos professores, pois não é inequívoca a atribuição que se faz a cada componente, podendo, inclusivamente, ocorrer situações em que não é possível distinguir as duas componentes.

Um exemplo da diferença entre CCK e SCK, relacionado com o tema de Otd, é considerar como CCK o facto de o professor saber construir um pictograma com todas as informações recolhidas e que não é possível efectuar generalizações de forma aleatória (Ribeiro, Carrillo & Monteiro, 2009), enquanto que o SCK se prende com o saber/conhecer a importância da representação seleccionada aquando da mudança de escala. Assim, ao nível do CCK podemos considerar o *saber* que se podem efectuar inferências quando se possuem resultados referentes a uma amostra significativa da população em estudo (no caso de estarmos a fazer uma sondagem), ou que não é possível inferir os resultados obtidos sobre todos os elementos de uma população (no caso de efectuarmos um censo) para uma outra população distinta.

Ao professor, para o decurso das suas funções (em termos de SCK), compete ainda compreender o papel de cada variável nos pictogramas, para que possa ensinar os seus alunos a elaborá-los correctamente, entendendo, entre outras coisas, a influência provocada na sua representação aquando das mudanças de escala. O professor deverá possuir ainda um conhecimento relacional com o tema da proporcionalidade, pois esse conhecimento permitir-lhe-á explicar de forma exequível aos alunos as razões pelas quais uma amostra terá de possuir determinadas características para que seja possível uma sua generalização.

Também o *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) se encontra dividido em três subdomínios, que se referem ao conhecimento que o professor deve possuir do conteúdo

que pretende abordar e do ensino (*Knowledge of Content and Teaching* – KCT), do conteúdo e dos alunos (*Knowledge of Content and Students* - KCS) e ao conhecimento do conteúdo e do currículo (*Knowledge of Content and Curriculum* – KCC).

O conhecimento articulado entre conhecimento sobre o ensino e sobre o conteúdo (KCT) é definido por Ball et al. (2008), como o conhecimento que o professor utiliza na aula mesmo em situações que podem não ser consideradas especificamente de exploração de conteúdos mas que estão relacionadas com os mesmos. Em particular, podemos referir as acções de decidir qual a melhor forma de sequenciar as tarefas, com que exemplo iniciar o conteúdo, escolher apropriadamente as representações mais adequadas a cada situação.

O KCS combina um conhecimento dos alunos com um conhecimento sobre matemática. Este conhecimento está relacionado com a necessidade de os professores anteciparem o que os alunos pensam, quais as dificuldades/facilidades que podem sentir, quais as motivações, o facto de ouvirem e interpretarem os comentários, ou seja, situações em que é exigido que ocorram interacções entre a compreensão matemática e o conhecimento do pensamento matemático dos seus alunos.

Relativamente ao KCC, os autores coincidem, integralmente com Shulman (1986, p.10) assumindo que aos professores cumpre possuir uma visão completa da diversidade e variedade de materiais didácticos disponíveis e de programas concebidos. Devem conhecer, também, um conjunto de características que servem de indicação e contra-indicação para a utilização de determinada opção didáctica em cada situação concreta.

3. Uma discussão sobre recolha de dados e técnicas de amostragem

Uma vez que o tema de Otd passou a ser parte integrante, de forma explícita, do novo programa do Ensino Básico (Ponte, et al., 2007), e este tem sido um dos temas pouco tratados na Formação de professores dos primeiros anos, consideramos fundamental a sua abordagem e discussão.

Para além de pretendermos desmistificar alguns dos pressupostos que regem a prática e que se baseiam, não raras vezes, em princípios menos correctos (tais como sejam as de pretender efectuar inferências para uma determinada população possuindo informações sobre outra distinta) pretendemos, também, e em contrapartida, discutir diferentes formas de seleccionar os elementos, de uma população, a partir dos quais se vai recolher informação de modo a que, pela análise efectuada se possam, efectivar essas questões de inferência com alguma confiança.

Uma das tarefas que, normalmente, são elaboradas e aplicadas nos primeiros anos

(Pré-Escolar e 1.º Ciclo – e também, ainda, no 2.º Ciclo) prende-se com a realização de um questionário que reflecta os gostos/opiniões de todos os alunos sobre determinado tema ou temática (efectuam assim um censo às preferências/gostos dos alunos sobre esse tema concreto).⁶

Por uma questão de simplicidade, consideremos que com esse questionário se pretende obter informação sobre os gostos dos alunos em visitar algum dos Continentes. Iremos referir-nos, a título de exemplo, a um estudo anteriormente elaborado por Ribeiro et al., (2009), onde se discutem algumas situações de (i)literacia de uma professora do 1.º Ciclo no momento em que efectua a análise dos dados obtidos e também no processo de recolha dos mesmos.

Após a obtenção, o registo dos dados, e a elaboração de algum tipo de gráfico, a professora referida anteriormente, ao pretender efectuar uma análise à informação recolhida, efectuou questões de observação directa (e.g. quantos alunos gostariam de ir à América?), de comparação (e.g. quantos alunos a mais gostariam de ir à Oceânia do que a África?).

No entanto, e relacionado com o MKT Otd que (esta professora do 1.º Ciclo) possui, em algumas situações pretende efectuar inferências a partir dos dados que tem, assumindo que basta para as efectuar uma regra de proporcionalidade (e.g. se fossem o dobro dos alunos, quantos prefeririam ir à América). Estas carências dos professores em considerarem que a inferência se efectua recorrendo à proporcionalidade, podem ser incluídas no CCK (Ribeiro et al., 2009), enquanto que o facto de os professores não possuírem um conhecimento que lhes permita saber as razões pelas quais a amostra terá de possuir determinadas características, possibilitando a generalização se enquadrada numa carência de SCK.

Um outro facto relevante é o de a professora estudada encobrir – aos olhos dos seus alunos – as suas próprias dificuldades em termos de conhecimentos do conteúdo (CCK e SCK) com a forma como explora os conteúdos e pela atribuição de um papel de relevo aos alunos, deixando à margem o(s) objectivo(s) matemáticos inicialmente considerados e focando mais a sua atenção no desenvolvimento da parte afectiva dos alunos, na gestão das respostas baseadas na opinião e no manter um ambiente de discussão e saber aceitar as diferentes opiniões (Ribeiro et al., 2009).

De modo a que seja possível erradicar este tipo de práticas e de explorações (não conteudísticas), e para que os alunos possam recolher dados que permitam, efectivamente, realizar uma exploração, também ela, estatística, realizando possíveis inferências, é necessário que os professores possuam um CCK e SCK sobre censos e sondagens, bem como, necessariamente, as fases da realização de uma sondagem; a forma de interpretar

os dados obtidos dependendo do tipo de estudo (censo ou sondagem) que se está a realizar, bem como um HCK que lhes permitam “visualizar” o processo de construção desses diferentes conceitos ao longo da escolaridade dos alunos.

Para efectuar algum tipo de inferência, os professores deverão saber qual(ais) a(s) diferença(s) entre recolher informações recorrendo a uma sondagem ou a um censo, e quais as implicações que essa opção tem na forma como podem ser explorados e analisados os dados recolhidos. Assim, de modo a poderem ser efectuadas as tais questões de inferência, é necessário que sejam recolhidas informações de uma amostra da população em estudo.

Consequentemente, é preciso seleccionar os elementos da população que irão constituir essa amostra e, para isso, podemos optar por um de dois processos: *aleatórios* e *não aleatórios*.

Nos processos aleatórios qualquer dos elementos da população pode ser seleccionado para a amostra de acordo com uma probabilidade conhecida enquanto nos processos não aleatórios a opinião e a experiência individual são usadas para seleccionar os elementos (da população) para a amostra, ou seja, nem todos os elementos da população têm possibilidade de serem seleccionados (Pedrosa & Gama, 2004, p. 318).

Assim, o procedimento para efectuar a selecção de uma amostra é extremamente importante, pois se não for feito de forma adequada, a validade e a confiança dos resultados será condicionada. Na literatura estatística é referido que deve optar-se pelos métodos aleatórios, uma vez que nos não aleatórios não é possível saber, por exemplo, se a amostra é representativa da população e mostrar que esta não é enviesada.

Por outro lado, é a aleatoriedade que nos permite concretizar a fase em que se procura retirar conclusões, com alguma confiança, sobre a população a partir da amostra. Deste modo, os métodos de amostragem não aleatórios deverão ser evitados, a não ser quando os métodos aleatórios não se possam aplicar ou, por exemplo, o estudo seja apenas para aperfeiçoar um questionário (denominada pela fase do pré-teste) ou preparar um grupo de entrevistadores (Pedrosa & Gama, 2004, p. 331). Os principais métodos de amostragem aleatória são: *simples*, *sistemática*, *estratificada* e *por clusters*.⁷

A *amostragem aleatória simples* é um método de amostragem em que cada elemento da população tem a mesma probabilidade de ser seleccionado para a amostra. Quando sistemática (*amostragem aleatória sistemática*) é um método de amostragem em que a selecção dos elementos da população para a amostra é feita através de um sistema pré-estabelecido. Ao ser estratificada (*amostragem aleatória estratificada*), a amostra é constituída pela junção das amostras seleccionadas em todos os estratos através da amostragem aleatória simples. A *amostragem aleatória por clusters* é um método de

amostragem cuja população é dividida em diferentes *clusters*, seleccionando-se, em seguida, aleatoriamente, uma amostra de *clusters* e, por fim, consideram-se todos os elementos de cada um desses grupos seleccionados, obtendo assim uma amostra.

Previamente à utilização destas técnicas, e directamente relacionadas com elas, é fulcral identificar o problema a estudar, pois do objectivo da análise a efectuar dependerá, em larga medida, a definição da população e a escolha do método de amostragem (de modo a obter informações que sejam de confiança).

Consideremos, como exemplo, que se pretende averiguar o conhecimento que os alunos de três turmas do 3.º Ano de escolaridade de uma determinada escola possuem relativamente ao tema da reciclagem (cada turma é constituída por vinte alunos). A primeira questão prende-se, imediatamente, em decidir o tipo de estudo a efectuar, ou seja, se efectuamos um censo ou uma sondagem, pois dependendo do tipo de estudo dependerá o tipo de exploração que poderá ser posteriormente efectuada.

Tendo por intuito possibilitar a elaboração de questões de inferência, temos de excluir, obviamente, a realização de um censo, pelo que teremos de efectuar uma sondagem. O questionário é uma das técnicas de recolha de informação mais utilizada na realização de inquéritos a uma determinada amostra (trinta alunos pode ser suficiente⁸), que deverá ser seleccionada de acordo com algum dos métodos de amostragem referidos.⁹

A selecção (e justificação) pelo professor do método de amostragem, tendo em consideração as questões e as oportunidades de aprender que pretende/espera poder facultar aos seus alunos estão intrinsecamente relacionadas com o CCK e SCK que possui de modo a que possa, efectivamente, *saber ensinar a fazer/entender*. O conhecimento que possui da especificidade de cada um dos processos (e dos possíveis resultados) levá-los-á à utilização de uma linguagem matemática correcta, precisa e concisa, não permitindo, por essa via, a criação de concepções erróneas nos alunos sobre os temas abordados.

Esse tipo de conhecimento permitirá ao professor, também, uma visão mais ampla das possíveis dificuldades ou facilidades dos alunos (e de formas de as ultrapassar) como por exemplo, o porquê da escolha de um determinado processo para construir uma amostra de forma que a informação retirada dessa amostra possa ser inferida, com confiança, à população do estudo.

De modo a facultar aos alunos tarefas promotoras de conhecimento estatístico, e situações matematicamente/estatisticamente motivadoras (de modo a que os alunos não as encarem apenas como pertencentes ao domínio dos Números e Operações (Ribeiro et al., 2009)), cumpre, ao professor, possuir um *pleno* conhecimento da matemática envolvida desde o processo de recolha de dados (a melhor forma de a fazer tendo em consideração *aquele* determinado objectivo que pretende alcançar; o melhor modo de

registar os dados recolhidos, e a quem cabe essa decisão) até à fase de interpretação.

4. Alguns comentários finais

Com este texto pretendemos promover/suscitar alguma reflexão sobre o tipo de conhecimento matemático que os professores (actuais ou futuros) devem possuir para que os seus alunos alicercem um conhecimento matemático rico, válido e diversificado, tornando-os indivíduos matematicamente críticos e competentes.

Apenas se forem conhecedores de todas estas situações conteudísticas – em todas as dimensões do MKT – (e muitas outras, nesta mesma linha, que aqui não se abordam, obviamente), os professores poderão estar capacitados a enfrentar os seus alunos sem qualquer receio e com um completo à-vontade, desenvolvendo uma prática que busca objectivos a médio/longo prazo (e não somente imediatos) e onde os alunos assumem um papel relevante, tanto no decurso da aula como na exploração/implementação das tarefas propostas (que serão, expectavelmente, matematicamente desafiadoras, sendo mantido, no decurso da aula o seu elevado nível cognitivo).

É, assim, uma prática que se baseia numa comunicação matemática reflexiva ou instrutiva (Brendefur & Frykholm, 2000) e que não receia, portanto, as questões e dúvidas dos alunos nem o rumo que as discussões podem tomar – sobre, por exemplo, o porquê de ser necessário recolher dados a partir de uma amostra (seleccionada através de um determinado método de amostragem) quando se pretende inferir algo ou, justificar, noutras situações, o recurso ao censo.

Se o professor não possuir esse fundamentado MKT, em cada um dos temas, refugiar-se-á em práticas muito centradas em si – navegando apenas no seu porto-seguro. Este tipo de navegação não possibilitará, expectavelmente, a geração de conhecimentos matematicamente válidos – com compreensão (também pelas suas próprias carências – ninguém poderá pretender ensinar aquilo em que sente, ele próprio, dificuldades).

Para estarem aptos a ensinar *adequadamente* Otd, os professores devem possuir um amplo conhecimento do tema, tanto em termos científicos como didácticos. Porém, estas dimensões não poderão, de forma alguma, ser abordadas em separado, sob pena de estarmos a comprometer não apenas a formação de professores mas, conseqüentemente, a sociedade em geral. Assim, os Programas de Formação (inicial ou contínua) devem ter em linha de conta não apenas uma dessas componentes mas a forma como as integrar e abordar conjuntamente.

Estamos conscientes de que uma tal postura implica uma ruptura *completa* com o tipo de formação de professores que, na generalidade das situações, tem vindo a ocorrer

nas Instituições de Ensino Superior. Todavia, se *estamos* a “exigir” aos professores em exercício que alterem as suas práticas¹⁰, seremos nós, Formadores de Professores, os últimos a poder argumentar que, na nossa própria prática tal não é possível.

Agradecimentos

Este artigo foi parcialmente financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

Bibliografia

- Ball, D. L. (2002). Knowing mathematics for teaching: relations between research and practice. *Mathematics and Education Reform Newsletter*, 14 (3), 1-5.
- Ball, D. L. (2003). *What mathematical knowledge is needed for teaching mathematics*. Paper presented at the U.S. Department of Education, Secretary's Mathematics Summit, Washington, DC, February 6, 2003 Consultado em 10 de Maio de 2008, <http://www.personal.umich.edu/~dball/presentations/index.html>.
- Ball, D. L., & Bass, H. (2003). Toward a practice-based theory of mathematical knowledge for teaching. In B. Davis & E. Simmt (Eds.), *Proceedings of the 2002 annual meeting of the canadian mathematics education study group* (pp. 3-14). Edmonton, AB: CMESG/GCEDM.
- Ball, D. L., Hill, H., & Bass, H. (2005). Knowing mathematics for teaching. Who knows mathematics well enough to teach third grade, and how can we decide? *American Educator*, Fall, 14-46.
- 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.
- Brendefur, J., & Frykholm, J. (2000). Promoting mathematical communication in the classroom: two preservice teachers' conceptions and practices. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 3, 125-153.
- Cooney, T. J. (1994). Research on teacher education: in search of common ground. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25, 608-636.
- Departamento de Educação Básica [DEB]. (1991a). *Organização curricular e programas - ensino básico - 1.º ciclo*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Departamento de Educação Básica [DEB]. (1991b). *Programa de matemática ensino básico - 3.º ciclo: plano de organização do ensino-aprendizagem* (5ª ed.) Vol. 2. Lisboa: Ministério da Educação.
- Departamento de Educação Básica [DEB]. (1997). *Orientações curriculares para a educação*
-

- pré-escolar*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Direção Geral do Ensino Básico e Secundário [DGEBS]. (1991). *Programa de matemática ensino básico - 2.º ciclo: plano de organização do ensino-aprendizagem* Vol. 2. Lisboa: Ministério da Educação.
- Doyle, W. (1988). Work in mathematics classes: the context of students' thinking during instruction. *Educational Psychologist*, 23 (2), 167-180.
- Hill, H., Rowan, B., & Ball, D. L. (2005). Effects of teachers' mathematics knowledge for teaching on student achievement. *American Education Research Journal*, 42 (2), 371-406.
- Hill, H., Schilling, S., & Ball, D. L. (2004). Developing measures of teachers' mathematical knowledge for teaching. *Elementary School Journal*, 105 (1), 11-30.
- Lampert, M. (1988). What can research on teacher education tell us about improving quality in mathematics education? *Teaching and Teacher Education*, 4, 157-170.
- Lortie, D. C. (1975). *Schoolteacher: a sociological study*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Maroco, J., & Bispo, R. (2003). *Estatística aplicada às ciências sociais e humanas*. Lisboa Climepsi Editores.
- Martins, M. E. G. (2008). *Introdução à inferência estatística*. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Mellado, V. J., Ruiz, C. M., & Blanco, J. L. (1997). Aprender a enseñar ciencias experimentales en la formación inicial de maestros. *Bórdon*, 49 (3), 275-288.
- National Council of Teacher of Mathematics [NCTM]. (1991). *Normas para o currículo e a avaliação em matemática escolar*. Lisboa: Associação de Professores de Matemática, Instituto de Inovação Educacional.
- National Council of Teacher of Mathematics [NCTM]. (2000). Principles and standards for school mathematics. Reston, VA: National Council of Teacher of Mathematics.
- Nicol, C. (1999). Learning to teach mathematics: questioning, listening, and responding. *Educational Studies in Mathematics*, 37, 45-66.
- Pedrosa, A. C., & Gama, S. M. A. (2004). *Introdução computacional à probabilidade e estatística*. Porto: Porto Editora.
- Ponte, J. P., Serrazina, L., Guimarães, H., Breda, A., Guimarães, F., Sousa, H., et al. (2007). *Programa de matemática do ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação - DGIDC.
- Ribeiro, C. M. (2010). Analysing the teaching styles of a primary teacher: the role of a cognitive model. Paper presented at the European Learning Styles Information

Network (ELSIN). Aveiro.

- Ribeiro, C. M., Carrillo, J., & Monteiro, R. (2009). *O conhecimento profissional em acção aquando da elaboração de um pictograma: uma situação de (i)literacia*. Paper presented at the XIX Encontro de Investigação em Educação Matemática – Números e Estatística: reflectindo no presente, perspectivando o futuro, Vila Real, Portugal.
- Ribeiro, C. M., Carrillo, J., & Monteiro, R. (2010). ¿Es el conocimiento matemático del profesorado específico de su profesión? Discusión de la práctica de una maestra. Aceite para publicação na revista *Educación Matemática*.
- Ribeiro, C. M., Monteiro, R., & Carrillo, J. (2009). *Professional knowledge in an improvisation episode: the importance of a cognitive model*. Paper presented at the CERME6, Lyon, France.
- Serrazina, L., Canavarro, A., Guerreiro, A., Rocha, I., & Portela, J. (2008). Programa de formação contínua em matemática para professores do 1.º e 2.º ciclos. (*documento não publicado*).
- Serrazina, L., Canavarro, A., Guerreiro, A., Rocha, I., Portela, J., & Saramago, M. J. (2005). Programa de formação contínua em matemática para professores do 1.º ciclo. (*documento não publicado*).
- Serrazina, L., Canavarro, A., Guerreiro, A., Rocha, I., Portela, J., & Saramago, M. J. (2006). Programa de formação contínua em matemática para professores do 1.º e 2.º ciclos. (*documento não publicado*).
- Shulman, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.
- Shulman, L. (1992). Toward a pedagogy of cases. In J. Shulman (Ed.), *Case methods in teacher education* (pp. 1 - 30). New York: Teachers College Press.
- Stein, M. K., Smith, M. S., Henningsen, M. A., & Silver, E. A. (2000). *Implementing standards-based mathematics instruction: a casebook for professional development*. New York: Teachers College Press.
- Thames, M. (2009). *Coordinating mathematical and pedagogical perspectives in practice-based and discipline-grounded approaches to studying mathematical knowledge for teaching (K-8)*. Ann Arbor: University of Michigan (*documento não publicado*).
- Vicente, M. A. F. (2009). *Controlo da qualidade*. Coimbra: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- Wilson, S., Shulman, L., & Richert, A. (1987). 150 different ways of knowing: representations of knowledge in teaching. In J. Calderhead (Ed.), *Exploring teachers thinking* (pp. 104 - 124). Londres: Cassel.

Notas

- 1 Mathematics educations subject classification (MESC): B50, D20.
- 2 O mesmo é, consideramos, válido para os professores já em exercício.
- 3 Recorremos à expressão *hipotéticos* pois, é pretensão do Ministério que sejam efectuadas provas de acesso à Carreira (Docente), pelo que, o “simples” facto de os estudantes terem obtido sucesso a todas as UC dos Cursos que frequentam não lhes atribui, automaticamente, tal como acontecia até então, o direito/possibilidade de poderem leccionar.
- 4 Efectuando um paralelismo com a Língua Materna, será o mesmo que considerar que, pelo simples facto de sermos falantes nativos do português, estamos habilitados a ensinar o idioma a alunos estrangeiros (com compreensão, e não simplesmente repetição).
- 5 Incluem no acto de ensinar, tudo o que os professores fazem que suporte as aprendizagens dos seus alunos, as interacções na sala de aula, e todas as tarefas que surgem no decurso dessas interacções. Cada uma dessas tarefas envolve um conhecimento de ideias matemáticas, capacidade de raciocinar matematicamente, fluência com exemplos e reflexão sobre a natureza da competência (proficiência) matemática (Ball et al., 2005, p. 17).
- 6 Shulman e o seu grupo defendem que o conhecimento profissional se divide em sete componentes. Dividem o conhecimento profissional em: (a) conhecimento do conteúdo, (b) conhecimento didáctico do conteúdo, (c) conhecimento dos alunos e suas características, (d) conhecimento dos contextos educativos, (e) conhecimento das necessidades educativas, (f) conhecimento de outro conteúdo e (g) conhecimento didáctico geral. Consideram, no entanto, que as três componentes fundamentais e que sustentam a especificidade de cada matéria a ensinar correspondem ao conhecimento do conteúdo, conhecimento didáctico do conteúdo e conhecimento curricular.
- 7 Apesar de considerarmos como parte integrante do conhecimento profissional do professor, e uma das dimensões que potenciará determinado tipo de abordagem aos conteúdos e, expectavelmente, o tipo e forma das aprendizagens dos alunos, não iremos, aqui, debruçar-nos sobre o conhecimento que o professor deve possuir de modo a preparar um conjunto de tarefas que sejam desafiadoras e do tipo novo (Doyle, 1988), nem no processo de implementação das mesmas de modo a manterem o seu nível cognitivo (Stein et al., 2000).
- 8 Informações mais pormenorizadas em relação às técnicas de amostragem podem ser encontradas em Maroco e Bispo (2003), Martins (2008), Pedrosa e Gama (2004) ou Vicente (2009). É de salientar que o conhecimento dessas definições e processos é considerado CCC, por ser um tipo de conhecimento matemático que possui qualquer indivíduo com algum tipo de formação matemática – na óptica do utilizador.
- 9 Em Pedrosa e Gama (2004) ou Maroco e Bispo (2003), por exemplo, poder-se-ão encontrar algumas justificações dos motivos que nos levam a seleccionar, uma amostra mínima de trinta elementos.
- 10 Considerando a amostragem aleatória simples, podemos guiar-nos pelas seguintes etapas: (1) listar todos os nomes dos alunos do 3º ano; (2) atribuir a cada nome um número natural; (3) utilizar um procedimento aleatório para determinar os elementos da amostra (pode ser o da lotaria ou dos números aleatórios, tendo em conta que os números têm de ser diferentes e não superiores a 60); (4) listar os alunos que constituem a amostra (nomes associados aos números encontrados).
No caso de escolher a *amostragem aleatória sistemática*, podemos efectuar as seguintes etapas: (1) juntar todos os nomes dos alunos do 3º ano; (2) atribuir a cada nome um número natural; (3) consideramos a parte inteira da divisão de 60 por 20, ou seja 3; (4) aleatoriamente escolher

um número entre os primeiros 3 números (1, 2 ou 3); (5) ao número encontrado anteriormente somamos sempre 3 até perfazer o tamanho da amostra; (6) listar os elementos da amostra, que correspondem aos nomes associados aos números encontrados anteriormente).

Optando pela *amostragem aleatória estratificada*, podemos efectuar as seguintes etapas: (1) identificar os estratos – no caso concreto podemos considerar três estratos quanto ao número de turmas do 3º ano dessa escola; (2) usar a amostragem aleatória simples para seleccionar a amostra em cada estrato; (3) determinar o número de elementos de cada estrato (deverá ser proporcional ao tamanho do estrato) – como temos todos os estratos com o mesmo tamanho, as amostras a seleccionar são as três com dez elementos cada); (4) juntar as amostras dos estratos formados (obtemos uma amostra com 30 alunos).

A *amostragem aleatória por clusters (grupos)*, nesta situação em concreto não se justifica devidos à quantidade de grupos distintos que se possam formar ser reduzido.

11 Quer seja por força dos pressupostos em que se baseia o novo Programa do Ensino Básico (Ponte et al., 2007) e das diversas formações que sobre o Programa têm ocorrido, como pelos pressupostos (apesar de não de forma explícita) em que se baseia o Programa de Formação Contínua em Matemática (Serrazina, Canavarró, Guerreiro, Rocha & Portela, 2008; Serrazina, Canavarró, Guerreiro, Rocha, Portela & Saramago, 2005, 2006).

Correspondência

C. Miguel Ribeiro

Escola Superior de Educação e Comunicação da Universidade do Algarve

Estrada da Penha, Campus da Penha

8005-139 Faro, Portugal

cmribeiro@ualg.pt.

Fernando Martins

Escola Superior de Educação de Coimbra

Praça Heróis do Ultramar, Solum

3030-329 Coimbra, Portugal

fmlmartins@esec.pt.