

A Matemática na formação inicial de professores

Esta mesa redonda pretende ser uma oportunidade para se reflectir mais amplamente sobre o que deve ser a formação do professor relativamente à componente matemática. Para isso foram convidados a partilhar a sua visão sobre o tema, alguns elementos do grupo de trabalho constituído há cerca de três anos, por iniciativa da Secção de Educação matemática da Sociedade Portuguesa de Ciências de Educação com o objectivo de elaborar um conjunto de recomendações para a formação inicial de professores de educação de infância e dos ensinos básico e secundário, no que respeita à referida componente¹. Os nossos convidados são Leonor Santos [LS] do Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Suzana Nápoles [SN] do Departamento de Matemática da mesma Faculdade e Eduardo Veloso [EV]. A mesa redonda decorreu via correio electrónico e foi conduzida por Fátima Guimarães e Isabel Rocha.



EeM	SN
LS	EV

EM No documento que o grupo elaborou, refere-se que a “formação inicial dos educadores de infância e dos futuros professores de Matemática dos ensinos básico e secundário, em particular no que respeita à sua componente matemática, tem uma importância determinante na qualidade da formação matemática dos jovens”. Quais os aspectos e/ou linhas de força que considera essenciais dessa formação, para cada um dos ciclos, caso entenda ser pertinente a sua diferenciação?

LS Com as linhas que se seguem não pretendo dar uma resposta exaustiva, mas antes partilhar alguns aspectos para mim especialmente importantes de como deve ser a formação inicial do professor relativamente à componente matemática. A minha ideia é que essa formação deve ter em conta três ordens de exigências que dizem respectivamente respeito aos saberes sobre Matemática, à natureza desses saberes e à atitude face à Matemática.

A primeira, do meu ponto de vista, é aquela que é a mais fácil de responder, muito embora exija alterações sobre o que actualmente existe. Nem sempre os alunos que entram para a formação inicial de educadores de infância e de professores do 1º ciclo têm uma formação matemática base desejável. Por exemplo, dados sobre a evolução de conceitos matemáticos não são trabalhados de forma integrada com o estudo desses mesmos conceitos, diferentes abordagens possíveis são por vezes ignoradas, as conexões entre conceitos são igualmente deixadas para serem estabelecidas pelos alunos e não explicitamente trabalhadas, aprendem-se procedimentos matemáticos mas não se conhece a sua justificação. Como pode ler-se no documento que elaborámos, “um nível adequado de conhecimento para o ensino envolve sermos capazes de falar sobre a Matemática, não apenas descrevendo os passos/etapas de um dado procedimento (...) envolve sabermos as razões e as relações, sermos capazes de explicar aos outros por que é assim, bem como relacionar as ideias particulares ou processos” (p. 13). Assumo, deste modo, o que é defendido por diversos autores, ao considerarem que o conhecimento matemático do professor é diferente do de um utilizador de Matemática. No caso do professor é necessário ter-se um conhecimento de natureza explícita, isto é, em cada momento devem estar presentes os significados e os fundamentos dos conhecimentos que se estão a ensinar. No entanto, esta situação está a ser alterada. Mas o problema está longe de estar solucionado. Assim, a mudança que preconizo não é direccionada para o alargamento de temas matemáticos a estudar, mas sim para a forma aprofundada como devem ser trabalhados os temas já tradicionalmente existentes.

Quanto à segunda ordem de exigências, respeitante à natureza da Matemática, o desafio é, do meu ponto de vista, bastante maior do que o anterior. O aluno só poderá compreender a natureza da actividade matemática se lhe for dada oportunidade para ele viver a experiência de fazer Matemática. Até que ponto actualmente o contacto que o aluno tem com a Matemática ainda não é o de uma ciência já concluída, estruturada e axiomática? A minha experiência enquanto professora de didáctica da Matemática tem-me fornecido muita evidência sobre esta questão. São

múltiplas as situações a que já assisti de alunos que, embora disponham dos conhecimentos matemáticos necessários para dar resposta à situação colocada, alguns destes até muito elementares, não são capazes de enfrentar uma situação nova. Habitualmente, procuram encontrar um processo formal para resolver a situação. Não obtendo sucesso, não são capazes de tentarem estratégias alternativas. Desmoralizam e desistem. Se como a investigação evidencia, a experiência enquanto aluno marca fortemente a prática profissional do professor, como esperar que no futuro a experiência matemática seja a base da aprendizagem matemática?

A possibilidade de ter experiências matemáticas está também ligada à atitude face à Matemática, terceiro aspecto atrás identificado. Este é um problema que surge sobretudo ao nível dos primeiros anos de escolaridade, já que no caso dos professores de Matemática dos outros ciclos a opção pela escolha da área de ensino é feita pelo próprio (habitualmente escolhemos uma área com a qual sentimos afinidade, gosto e auto-confiança). Ora, como desenvolver este tipo de atitude senão através da possibilidade de fazer Matemática?

EV Essas linhas de força espero que estejam explícitas no documento produzido pelo grupo de trabalho, mas percebo que o que se trata aqui é de expandir a reflexão que está na base da sua elaboração.

Para evitar repetições, vou tomar como ponto de partida um artigo² muito lúcido de Hyman Bass³ que aborda o tema desta reflexão de um modo que me parece muito sugestivo.

No entanto, antes disso gostaria de fazer um breve comentário sobre a questão de ser ou não pertinente diferenciar, no que diz respeito à formação matemática dos professores, os diferentes ciclos. Penso que a resposta é sim e não, ou seja: é para mim evidente que as exigências de formação matemática dos professores do 1º ciclo e, “no outro extremo”, dos futuros professores do ensino secundário são diferentes em muitos pontos. Mas o importante, essencial e pouco compreendido, é o que há de comum nessa formação, ou seja — como diria Hyman Bass — o que há de comum no “conhecimento matemático para o ensino” de todos os professores de Matemática, que sou tentado a dizer tem a ver sobretudo com a natureza da Matemática e menos com os conceitos, técnicas e outros conteúdos.

Voltando a H. B., a sua ideia central é sugerir que a educação matemática seja vista como um “domínio de trabalho profissional”, um domínio específico de aplicação da Matemática, com problemas matemáticos de uma natureza particular e onde as formas de conhecimento matemático que são utilizadas também são específicas. Referindo-se às contribuições que Felix Klein e Freudenthal deram no domínio da educação matemática, H.B. diz que isso apenas foi possível porque esses investigadores matemáticos desenvolveram grandes esforços para conhecer esse domínio e os problemas matemáticos próprios dessa actividade profissional. H.B. cita um seu colega matemático profissional que, no fim de um seminário intensivo de verão sobre formação de professores, confessava o seu espanto por “ter estado imerso em profundas discussões matemáticas sobre a divisão de fracções”.

Eu diria portanto que a principal e primeira linha de força que deve estar presente na formação matemática dos futuros professores consiste na convicção, por parte dos encarregados de organizar essa formação e dos próprios formadores, de que essa formação tem características próprias, que estão a formar profissionais que vão utilizar a Matemática de forma diferente dos (por exemplo) engenheiros, geógrafos e mesmo investigadores.

Vou terminar a resposta com dois comentários sobre um episódio relatado por H.B., passado com alunos do 3º ano (portanto, com cerca de 8 anos). O episódio começa com um dos alunos, digamos o João, no meio de uma investigação sobre números pares e ímpares, afirmando que o número 6 é par, porque é formado por dois “três”, mas também é ímpar, dado que é formado por três “dois”. A professora, em vez de pensar e fazer o que um “engenheiro” pensaria e faria — pensar que se trata simplesmente de falta de conhecimentos do João, dizer-lhe o que é um número par e um número ímpar, e passar adiante —, procede como uma profissional da educação matemática: resolve perceber o que se passa matematicamente na cabeça do João e solicita para isso a ajuda dos colegas do João.

Aconselho, está claro, a leitura de todo o episódio, que é exemplar, e faço os seguintes comentários:

- a professora não está a utilizar um truque pedagógico para que o João “não perca a auto-estima”...; o problema que tem à sua frente não é um problema pedagógico ou didático, é uma questão susceptível de uma discussão matemática entre os seus alunos de oito anos, e o seu conhecimento matemático deve permitir-lhe antever e acompanhar essa discussão (e isso evidentemente tem a ver com a sua formação matemática específica); ou seja, a formação de um professor de Matemática não pode ser “a mesma Matemática que a dos outros” mais pedagogia, didática, etc.;

- a certa altura da discussão, uma colega do João afirma que, por esse andar, se todos os números são pares e ímpares, então “nem sequer estaríamos aqui a ter esta discussão!”; isto é, neste episódio a discussão é também sobre a própria Matemática, neste caso sobre o papel das definições (que pode não interessar na formação matemática dos engenheiros, mas que é central para a profissão de professor de Matemática).

SN Existem aspectos gerais que deverão nortear a formação dos futuros professores, qualquer que seja o grau de ensino a que se destinem. Esses aspectos estão desenvolvidos no ponto 2 do documento de trabalho elaborado pelo grupo que referiu. Destaco os dois primeiros, relativos à compreensão profunda da Matemática que se vai ensinar e à compreensão da natureza da própria Matemática, que me parecem ser as travesmeiras para a formação do professor de Matemática.

Quanto à exigência de um conhecimento profundo da Matemática que se vai ensinar, não é de mais referir que para ensinar seja o que for, independentemente do seu domínio e grau de dificuldade, é preciso saber muito para além do que se pretende ensinar. Embora esta afirmação seja consensual, ela nem sempre é levada à prática, sobretudo no que diz respeito à formação para ensinar nos primeiros anos de escolaridade. Os cursos de formação estão a preparar professores generalistas ou por áreas disciplinares, pelo que o tempo dedicado à Matemática é largamente prejudicado. Além disso, a constatação de que os conteúdos dos currículos dos 1º e 2º ciclos se resumem praticamente a abordagens elementares dos conceitos de número e forma, pode induzir nos formandos a ideia de que a Matemática nos cursos de formação inicial não deve ter grande peso. Ora, é neste níveis de ensino que se lançam as primeiras pedras para a construção do pensamento matemático, o que acarreta uma enorme responsabilidade dos professores na atitude futura dos alunos em relação à Matemática. Para dar um exemplo específico destes ciclos, refira-se o estudo dos algoritmos operatórios: só a compreensão global dos números e operações pode evitar que os professores se refugiem na transmissão de um conjunto de técnicas rotineiras assentes nos algoritmos formais para as operações, porque é nelas que se sentem seguros.

Atendendo a que as concepções que os professores têm sobre a Matemática se reflectem na sua prática lectiva, a compreensão da natureza própria da Matemática é um aspecto essencial a ter em conta na formação inicial.

Os futuros professores devem ser levados a entender as várias facetas da Matemática: a Matemática como arte, em que se conjugam proposições, se estabelecem conexões e se encadeiam raciocínios para a construção de resultados; a Matemática como instrumento, tanto para aplicações no dia-a-dia, como na resolução de problemas tecnológicos, ou na formulação de teorias científicas; a Matemática como linguagem precisa e geral; a Matemática como desafio, que tanto pode revestir aspectos essencialmente recreativos (já surgem enigmas no *papiro de Rhind* datado de 1650 a.C.) como decorrerem da constante necessidade de ir mais além na procura de respostas para o mundo que nos rodeia.

Eduardo Veloso

Devem ser desmontadas concepções como a da Matemática como ciência exclusivamente dedutiva e rotineira, com a prevalência do raciocínio lógico sobre o raciocínio intuitivo e sem espaço para a criatividade, concepções que tanto contribuem para sua rejeição.

EM Vários indicadores apontam para uma situação de défice no conhecimento profissional dos professores de Matemática, e dos professores generalistas, no que se refere ao seu conhecimento matemático e parece que a situação se tem vindo a agravar nos últimos 10/15 anos.

Qual a sua sensibilidade relativamente a este diagnóstico? Concorde?

EY Concorde com a parte do diagnóstico que aponta para a existência de uma preparação matemática dos professores insuficiente para um desempenho aceitável da sua profissão. Esta minha sensibilidade, se quiserem chamar-lhe assim, resulta essencialmente da minha experiência em formação contínua de professores de Matemática nos últimos 20 anos, e de nessa actividade ter constatado enormes lacunas nessa preparação, e pior do que isso, uma grande inconsciência dessa situação.

Não me parece que a situação se tenha vindo a agravar nos últimos anos, mas sim que se tem tornado mais detectável por duas ordens de razões.

Por um lado, uma crescente atenção e preocupação relativamente aos problemas da educação, e uma maior compreensão do processo de aprendizagem da Matemática nas crianças e nos jovens. Daqui resulta naturalmente uma maior exigência no que diz respeito às características do *conhecimento matemático para o ensino*.

Por outro lado, naturalmente, o desenvolvimento da Matemática como ciência tem consequências nos conteúdos das cadeiras que fazem parte do seu ensino universitário e, em muito menor escala, no ensino básico e secundário da

disciplina. O ensino universitário de Matemática tem a infeliz tradição cultural de ignorar os alunos a quem se destina e em consequência desse facto a generalidade das cadeiras de Matemática, mesmo quando os alunos que as frequentam são em grande número futuros professores, tratam os tópicos matemáticos — mesmo os que fazem parte do ensino básico ou secundário de Matemática — de acordo com a situação actual de cada um na investigação matemática ou nas aplicações modernas da Matemática, não tendo minimamente em conta as abordagens desses tópicos mais adequadas para um ensino dirigido aos jovens alunos do básico ou secundário. A experiência mostrou-me que este facto tem deixado os professores em início de carreira muito mal preparados, como profissionais, do ponto de vista matemático, e portanto com imensas dificuldades para corresponder às novas exigências que uma atitude inovadora perante a educação lhes coloca.

Apesar da minha fraca ou nula experiência quanto ao ensino da Matemática nos primeiros anos, eu ousaria dizer que a consequência — deficiente preparação matemática — é a mesma, mas que as causas serão naturalmente diferentes. As ESE's seguiram em geral um de dois caminhos errados — ou tentaram imitar o ensino universitário de Matemática ou reduziram a preparação matemática dos futuros professores à didáctica da Matemática, parecendo assim aceitar o que muita gente pensa: “fazer contas sabem os nossos alunos, o que temos que lhes ensinar é apenas a melhor maneira de transmitir isso aos seus futuros alunos”. Julgo que, salvo honrosas excepções, perdeu-se nas ESE's, nas suas primeiras duas décadas de existência, uma óptima ocasião para se afirmarem no campo da preparação matemática dos futuros professores, criando uma alternativa inovadora à tradição negativa das universidades neste domínio.

LS Não tenho evidência de que a situação relativamente à formação matemática inicial dos professores se tem vindo a agravar nos últimos 10/15 anos. Suspeito que a formação inicial no que respeita à componente do conhecimento matemático ou se manteve sensivelmente a mesma ao longo do tempo ou, no caso de ter havido mudanças, estas foram no sentido do reconhecimento da necessidade de uma maior explicitação das relações entre o ensino da Matemática de um ponto de vista superior e o estudo da Matemática que se vai ensinar.

O problema reside, em minha opinião, não na comparação entre o que se fez e faz na formação inicial, mas sim na evolução do que é o entendimento do que é ensinar Matemática. O que hoje se espera do professor de Matemática é significativamente diferente do que acontecia no passado. Novos e maiores desafios se lhe colocam. Daí a necessidade de se ter que repensar a formação inicial em geral e a formação matemática, em particular. O que tem sido a prática ao longo do tempo não responde, não é adequado, às necessidades do presente.

Se hoje se espera que o aluno desenvolva uma aprendizagem assente na compreensão, certamente que o ensino requer estratégias diversas das esperadas quando se tinha por

principal objectivo aprender Matemática para o prosseguimento de estudos. Seguindo uma lógica de *currículo instrumental*, aprendia-se um conjunto de técnicas para se poder aprender outras mais complexas, e assim sucessivamente, num conjunto hierarquizado de conceitos e técnicas matemáticas. As actividades matemáticas de nível mais complexo eram assim remetidas para futuro. Hoje, para além de se esperar que os alunos aprendam um conjunto de técnicas, pretende-se que se tornem matematicamente competentes, isto é, que sejam capazes de fazer Matemática. Assim, deve ser-lhes dada a oportunidade de “Contactar, a um nível apropriado, com as ideias e os métodos fundamentais da Matemática e apreciar o seu valor e a sua natureza; Desenvolver a capacidade de usar a Matemática para analisar e resolver situações problemáticas, para raciocinar e comunicar, assim como a auto-confiança necessária para fazê-lo” (DEB, 2001)⁴.

Se hoje se espera que o ensino da Matemática respeite o princípio de que todos os alunos devem ter acesso à Matemática e que todos são capazes de aprender alguma Matemática, então o ensino da Matemática requer certamente uma preocupação de envolver todos os alunos e não estar assente na exclusão, o que não é sinónimo de dar mais tempo a alguns. É antes o de ser capaz, por exemplo, de diversificar as estratégias de abordagem dos conceitos, de compreender as razões epistemológicas que poderão estar na base das dificuldades e raciocínios erróneos dos alunos. Para tal, é preciso que o professor conheça aprofundadamente a Matemática.

Pelas razões expostas, a formação inicial em Matemática é um problema real, em qualquer nível de ensino e muito embora encare a formação de professores como algo que deve ocorrer ao longo de toda a actividade profissional, cabe sem dúvida à formação inicial um papel determinante na qualidade da formação matemática dos professores.

SN Penso que a crise que envolve a aprendizagem da Matemática tem como causa determinante uma deficiente preparação dos professores na formação inicial no que diz respeito ao conhecimento da Matemática. As carências a nível da formação inicial são de origem diferente consoante os ciclos a que se dirige.

No documento é feito o ponto da situação relativamente à formação para os primeiros anos, apontando a urgente revisão dos dispositivos legais de forma a permitir um reforço da componente de Matemática. Especificamente no que diz respeito à formação de professores de Matemática para o 2º ciclo (variante Matemática /Ciências da Natureza), existe uma enorme disparidade entre a formação oferecida, tanto a nível de conteúdos curriculares como do peso da Matemática face às restantes disciplinas. Tanto constatamos a existência de um naipe de conteúdos muito vasto e desadequado aos objectivos dos cursos, como a conteúdos muito limitados subordinados à didáctica. Ora a Matemática não pode surgir a propósito da didáctica da Matemática, a didáctica da Matemática é que deve surgir a propósito da Matemática.

Já no que diz respeito à formação de professores de Matemática para o 3º ciclo e ensino secundário, formação essa

Suzana Nãpoles

da exclusiva responsabilidade das universidades, a situação referida anteriormente a respeito do 2º ciclo não se verifica, uma vez que existe nos diferentes cursos uma certa uniformidade curricular, sendo o peso atribuído às cadeiras sensivelmente idêntico. No entanto os novos licenciados manifestam uma enorme dificuldade em adequar os conhecimentos adquiridos na licenciatura com a prática lectiva. Esta circunstância leva-os frequentemente a uma colagem acrítica aos manuais com consequências desastrosas. Para colmatar estas dificuldades será de considerar a revisão dos conteúdos das disciplinas das licenciaturas em Matemática para Ensino em função da formação a que se destinam, a par com o estabelecimento de uma efectiva coordenação entre as componentes científica e didáctica.

Parece-me pois essencial rever todo o regime de formação inicial de professores, regulamentando as condições de acesso e definindo os perfis de formação para os diferentes ciclos. Foi nessa convicção que integrei o grupo que elaborou o documento que originou esta conversa. Considero que é urgente uma congregação de esforços das instituições de ensino (superior e politécnico) e das sociedades e associações científicas, para que mais uma vez não se perca a oportunidade de melhorar realmente a qualidade do ensino em Portugal.

EeM Agora, para finalizar, uma questão que se prende com a constituição e funcionamento do grupo de trabalho que elaborou o documento *A Matemática na formação inicial de professores*.

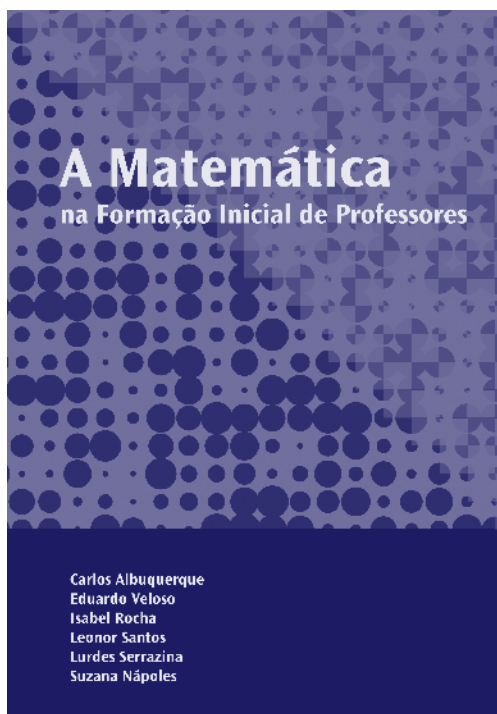
Este grupo era constituído por professores de instituições diferentes, com experiências e actividade profissionais diversificadas. Qual a mais valia que consideram ter esta diversidade trazido para a construção deste tipo de documento? Por vezes a heterogeneidade cria dificuldades de entendimento. Como foram construídos significados comuns?

SN A heterogeneidade do grupo criou de facto, no início, dificuldades de entendimento, mas foi essa heterogeneidade que gerou todo um trabalho de construir consensos que pode ser uma contribuição para uma procura de uma base de entendimento entre as comunidades ligadas ao ensino da Matemática.

Embora existisse um consenso geral sobre a estrutura do documento, os tópicos prioritários e o tipo de linguagem a utilizar constituíram barreiras que foi preciso ir ultrapassando. Foi preciso “partir muita pedra” até começar a construir textos que cada um dos intervenientes subscrisse. No início constatámos que usávamos terminologia diferente para conceitos semelhantes e conceitos diferentes para termos semelhantes. Houve uma necessidade inicial de compreender em termos próprios o tipo de discurso que era apresentado por outros membros do grupo. Finalmente, quando havia acordo quanto ao conteúdo, havia que procurar termos que fossem aceitáveis para todos, explicitando-se o significado que se queria atribuir aos termos quando se constatava que poderia haver dúvidas nos leitores. Como seria de esperar, todos tivemos que ceder nalguns aspectos para salvaguardar outros que considerávamos essenciais.

Penso que o resultado final testemunha, apesar de todas as lacunas e deficiências, a mais valia gerada pela diversidade do grupo. Conseguimos redigir um texto que conjuga preocupações de carácter científico e pedagógico para a construção de um conjunto de recomendações que visam uma definição de perfis de formação inicial de professores. Esperamos que o nosso trabalho contribua para uma estruturação mais adequada dos cursos de formação inicial de professores.

EV Julgo que por si só esta experiência de trabalho em comum de pessoas com actividades profissionais diferentes, mas com um desejo comum de melhorar a formação inicial dos futuros professores de Matemática, foi extremamente positiva. Julgo que o método de trabalho adoptado desde o início — levarmos naturalmente para cada reunião a experiência resultante da nossa filiação em instituições diferentes mas discutirmos livremente os assuntos, empenhando-nos pessoalmente na compreensão das posições dos outros — foi um factor positivo para o nosso trabalho comum. Percebeu-se das nossas discussões e dos progressos que fomos fazendo como é importante aceitar que sob as mesmas designações podem residir concepções muito diferentes, e daí a necessidade de cada um tentar compreender os significados que os outros atribuem aos termos que empregam. É estranho que seja necessário, a pessoas que trabalham em Matemática como nós, e que portanto conhecem bem a natureza das definições — como diria o Humpty Dumpty da Alice, “uma palavra significa apenas o que eu quero dizer com ela, nem



mais nem menos” —, ter a maior atenção a este aspecto, se querem chegar a algum resultado nas nossas discussões. Mas foi assim que chegámos a um texto em que todos nos revemos.

LS Como elemento da equipa faço um balanço extraordinariamente positivo da dinâmica de trabalho desenvolvida, que embora por vezes muito difícil e trabalhosa foi certamente muito enriquecedora. Esta experiência faz-me acreditar que é possível que diferentes comunidades trabalhem em conjunto em prol de um objectivo comum, desde que haja à partida um acreditar de que vale a pena, abertura, e respeito mútuo. Todos nós partimos para este desafio com preconceitos e ideias feitas. Foi possível, contudo, explicitá-los, percebê-los e ultrapassá-los, necessariamente com avanços e recuos, e construirmos um texto onde todos nos revemos. O meu desejo é que este trabalho seja um embrião de muitos outros a desenvolver no futuro!

Notas

- 1 Estas recomendações deram origem a um documento recentemente publicado: Albuquerque, C., Veloso, E., Rocha, I., Santos, L., Serrazina, L. e Nápoles, S. (2006). *A Matemática na Formação Inicial de Professores*. Lisboa: APM e SPCE.
- 2 Mathematics, mathematicians, and mathematics education. *Bulletin of the American Mathematical Society*, vol. 42, n. 4, pp. 417-430.
- 3 Hyman Bass foi presidente da American Mathematical Society.
- 4 DEB (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico. Competências essenciais*. Lisboa: Departamento de Educação Básica, Ministério da Educação.