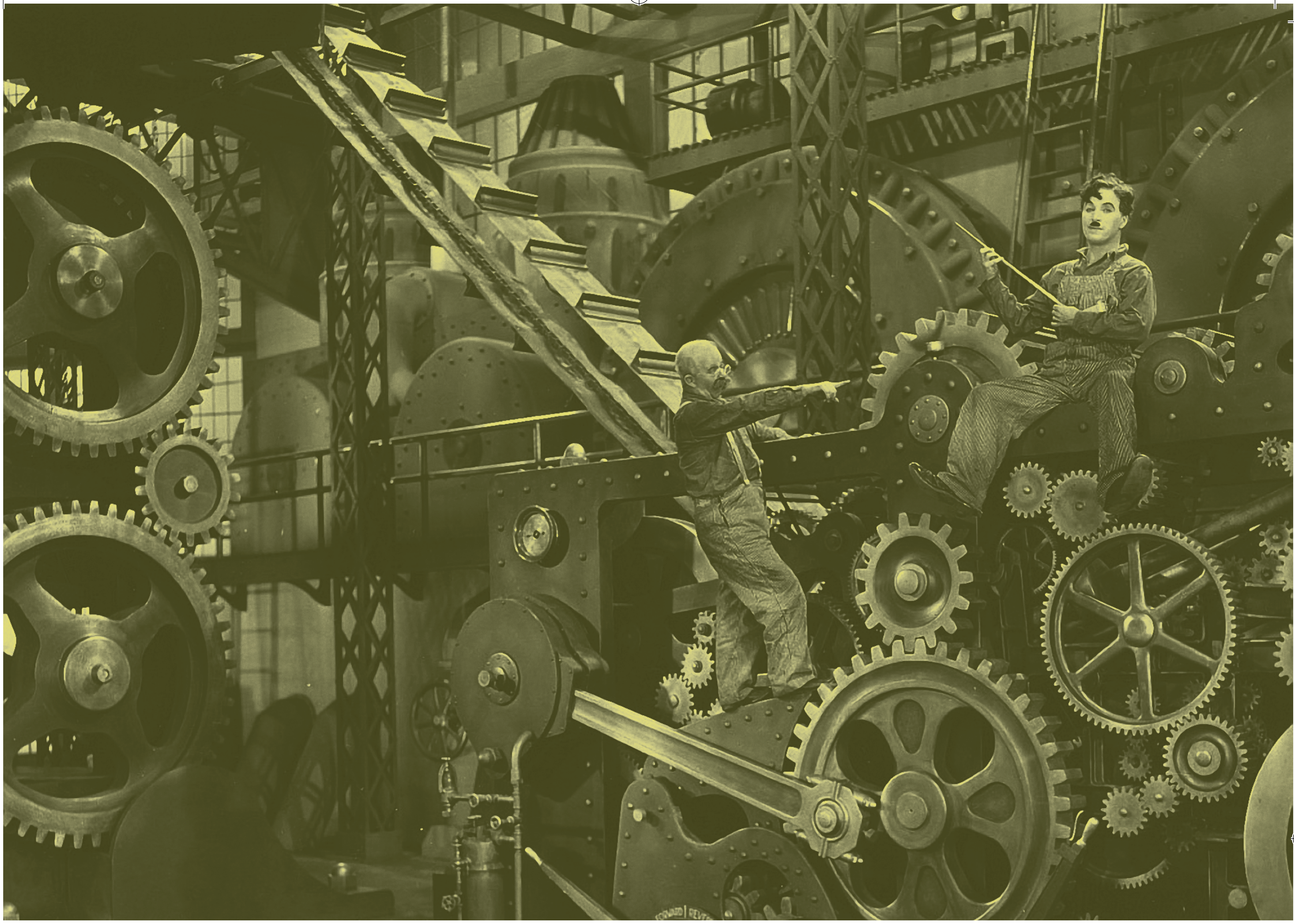


As Metas Curriculares de Matemática: Um tremendo retrocesso no ensino da disciplina

João Pedro da Ponte, Henrique Manuel Guimarães e Lurdes Serrazina

Contrariando afirmações recentes do Ministério da Educação, segundo as quais o atual *Programa de Matemática do Ensino Básico* (ME, 2007) não iria ser alterado, as novas Metas Curriculares para esta disciplina constituem um novo programa muito distinto que contraria o anterior, tanto na sua estrutura e lógica global, como em aspetos importantes dos conteúdos matemáticos. As metas curriculares agora estabelecidas constituem uma extensa listagem de objetivos muito específicos, determinando para cada ano da escolaridade básica um único percurso curricular a nível nacional, com uma acentuada rigidez e fragmentação. Além disso, os objetivos específicos definidos para cada assunto matemático apelam tendencialmente a desempenhos de baixa exigência cognitiva e não mencionam elementos fundamentais da aprendizagem matemática, quer relativamente a aspetos do conhecimento e da experiência matemáticos, quer no que se refere ao desenvolvimento de capacidades nos alunos nesta disciplina.

No que respeita aos assuntos matemáticos a ensinar, as novas metas não se limitam a desdobrar ou detalhar os tópicos que o atual programa propõe, acrescentam novos tópicos e fazem-no de tal modo que transformam completamente o espírito deste programa. Isso não seria negativo, se representasse um aperfeiçoamento do programa existente. Infelizmente, representa um tremendo retrocesso, que não deixará de causar sérios danos no ensino da disciplina.

Números e operações

As alterações ao programa de Matemática no tema Números e operações são inúmeras e muito profundas. Neste tema, uma das ideias centrais do programa — a par com o desenvolvimento da compreensão das operações e da fluência de cálculo — é o desenvolvimento do «sentido de número»[1] nos alunos. Esta ideia, cuja importância é hoje largamente aceite na comunidade internacional da educação matemática, não tem qualquer visibilidade nas metas propostas. A expressão «sentido de número» não aparece em qualquer passagem do documento e, em contrapartida, sobrevaloriza-se a memorização e realização de procedimentos, para além de se assumirem opções inadequadas para a abordagem aos números racionais e aos números inteiros.

Sobrevalorização do trabalho com os algoritmos e desvalorização do cálculo mental

No 1.º ciclo, uma das alterações importantes que as novas metas introduzem tem a ver com o ensino dos algoritmos das quatro operações aritméticas básicas e com a ausência de qualquer referência ao desenvolvimento de destrezas de cálculo mental. O programa atual indica que um dos objetivos gerais é «desenvolver destrezas de cálculo mental e escrito» (p. 13) e preconiza que a «aprendizagem dos algoritmos com compreensão, valorizando o sentido de número, deverá desenvolver-se gradualmente para as quatro operações», propondo que, «num primeiro momento, os alunos devem ter a possibilidade de usar formas de cálculo escrito informais, de construir os seus próprios algoritmos ou de realizar os algoritmos usuais com alguns passos intermédios» (p. 14). As metas, pelo contrário, apontam para a introdução dos algoritmos canónicos (eufemisticamente designados por «representação vertical do cálculo») logo desde o 1.º ano, sem qualquer referência ao desenvolvimento de destrezas de cálculo mental:

> Adicionar dois quaisquer números naturais cuja soma seja inferior a 100, adicionando dezenas com dezenas, unidades com unidades com composição de dez unidades em uma dezena quando necessário, e privilegiando a representação vertical do cálculo. (1.º ano, NO, p. 5)

> Subtrair dois números naturais até 1000, privilegiando a representação vertical do cálculo. (2.º ano, NO, p. 9)

A introdução muito precoce dos algoritmos relativos às operações aritméticas e a insistência na sua rápida aprendizagem contraria décadas de investigação em educação matemática (Kamii & Dominik, 1997, 1998). Esta opção promove uma aprendizagem puramente mecanizada desses algoritmos que não favorece a sua correta utilização em situações novas e de maior complexidade, prejudica o desenvolvimento do cálculo mental e cria dificuldades ao uso com compreensão dos números e das suas representações. Esta forma de entender a Matemática como algo mecânico cujas regras é preciso memorizar, sem as compreender, está bem patente na meta seguinte:

> Reconhecer que o resultado da multiplicação ou divisão de uma dízima por 10, 100, 1000, etc. pode ser obtido deslocando a vírgula uma, duas, três, etc. casas decimais respetivamente para a direita ou esquerda. (4.º ano, NO, p. 23) [a que se segue uma outra meta com 0,1, 0,01, 0,001, etc.]

Isto contraria os resultados das investigações em educação matemática que associam a compreensão conceptual e o desenvolvimento da fluência nestes procedimentos de cálculo a uma boa compreensão das frações decimais e das representações decimais dos números (Kilpatrick, Swafford, & Findell, 2001).

Abordagem limitada e formal dos números racionais

Uma outra alteração extremamente importante constante nas metas curriculares diz respeito à introdução de números racionais na sua representação por frações a realizar no 1.º ciclo. O programa de Matemática preconiza uma abordagem intuitiva deste tipo de números, começando-se (1.º–2.º anos) com situações de partilha equitativa e de divisão da unidade em partes iguais e recorrendo, numa segunda fase (3.º–4.º anos), a problemas que permitam trabalhar outros significados das frações, como relação parte-todo, quociente e operador. No programa, o significado de fração como medida e as operações com frações são trabalhados apenas no 2.º ciclo. As metas, pelo seu lado, estabelecem que, no 1.º ciclo, para a introdução das frações, apenas deve ser tomado em consideração o seu significado como medida e no contexto da medida do comprimento de segmentos de reta:

> Fixar um segmento de reta como unidade e identificar 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/10, 1/100, 1/1000 como números, iguais à medida do comprimento de cada um dos segmentos de reta resultantes da decomposição da unidade em respetivamente dois, três, quatro, cinco, dez, cem e mil segmentos de reta de igual comprimento. (2.º ano, NO, p. 10)

> Fixar um segmento de reta como unidade e identificar uma fração *a*/*b* (sendo *a* e *b* números naturais) como um número, igual à medida do comprimento de um segmento de reta obtido por justaposição retilínea, extremo a extremo, de a segmentos de reta com comprimentos iguais medindo 1/*b*. (3.º ano, NO, p. 17)

Para além disto, enquanto no programa, para o trabalho com as operações com números racionais se recorre apenas à representação decimal, deixando as operações com frações para o 2.º ciclo, nas metas, este estudo com frações é antecipado para o 1º ciclo, recorrendo estritamente ao significado da fração como medida no caso da adição e da subtração:

> Identificar somas de números racionais positivos como números correspondentes a pontos da reta numérica, utilizando justaposições retilíneas extremo a extremo de segmentos de reta, e a soma de qualquer número com zero como sendo igual ao próprio número.

> Identificar o ponto da reta numérica que corresponde à diferença de dois números positivos utilizando justaposições retilíneas extremo a extremo de segmentos de reta. (3.º ano, NO, pp. 17–18)

Do ponto de vista matemático, a opção das metas será uma abordagem interessante. Do ponto de vista educacional, dificilmente poderia ser mais inadequada. São amplamente reconhecidas as grandes dificuldades que os alunos manifestam na aprendizagem dos números racionais e das operações com estes números, mesmo com o recurso a abordagens informais e intuitivas que fazem apelo aos significados e representações mais próximos da experiência diária dos alunos (Verschaffel, Greer, & Torbeyns, 2006). Com o que as metas estipulam, tais dificuldades só se poderão agravar.

Desvalorização das dificuldades de aprendizagem no conjunto dos números inteiros

A compreensão do conjunto dos números inteiros (conjunto Z) representou um difícil processo para a Matemática, só se concretizando plenamente no século XIX. São bem conhecidas as dificuldades dos alunos no trabalho com estes números, que se acentuam na aprendizagem das operações neste universo numérico, com frequente confusão das respetivas regras de cálculo em muito devida à presença dos sinais qualificativos dos números, até agora conhecidos dos alunos apenas como sinais operatórios. Por isso, o programa em vigor, tal como já acontecia em programas anteriores, dá destaque a este tópico com o cuidado de dividir a sua aprendizagem em duas etapas, a primeira, envolvendo a noção de número inteiro e a representação na reta numérica, com comparação e ordenação, e adição e subtração (a fazer no 2.º ciclo); e a segunda etapa, envolvendo a multiplicação e divisão e respetivas propriedades (a fazer no 3.º ciclo).

Nas metas curriculares esta questão é aparentemente desvalorizada, o tópico *Números inteiros* a que o programa dá relevo desaparece e este tipo de números, que é novo para os alunos do 2.º ciclo, passa a ser abordado como um simples subtópico do estudo dos números racionais. Isto é explícito no 6.º ano (e apenas implícito no 7.º ano):

> Identificar o conjunto dos «números inteiros relativos»[2] (ou simplesmente «números inteiros») como o conjunto formado pelo 0, os números naturais e os respetivos simétricos, representá-lo por $\mathbb{Z}$ e o conjunto dos naturais por $\mathbb{N}$ (6.º ano, NO, pp. 38-39)

No 7.º ano e em todo o 3.º ciclo existem unicamente referências a números racionais mas é indicado que a multiplicação de números inteiros é para ser aprendida sabendo que:

> Identificar, dados dois números racionais positivos q e r, o produto $(-q)\times(-r)$ como $q\times r$, começando por observar que $(-q)\times(-r) = (q\times(-1)\times(-r)$. (7.º ano, NO, p. 50).

De facto, as metas não preveem o estudo autónomo dos números inteiros e não se encontra entre elas uma referência a situações que motivem o estudo destes números e possam servir de suporte à aprendizagem das suas operações e propriedades. Os números positivos e negativos e as operações com estes números são logo à partida trabalhados no conjunto dos números racionais, com início no 2.º ciclo (adição e subtração) — opção que também conflitua com o que está estabelecido no programa, que preconiza que o estudo dos números racionais negativos só se inicia no 3.º ciclo. Esta opção minimiza as reconhecidas dificuldades dos alunos no estudo dos números inteiros (Gallardo, 2000), sem qualquer vantagem para a sua aprendizagem.

Exigência de conhecimentos para além do programa

No tópico dos Números e operações, são numerosos os exemplos de conhecimentos matemáticos que as metas curriculares estipulam para aprendizagem que se situam muito para além do que é indicado no programa em vigor. Eis alguns casos em diversos ciclos:

> Decompor uma fração superior a 1 na soma de um número natural e de uma fração própria utilizando a divisão inteira do numerador pelo denominador. (3.º ano, NO, p. 18)

> Calcular aproximações, na forma de dízima, de números racionais representados por frações, recorrendo ao algoritmo da divisão inteira e posicionando corretamente a vírgula decimal no resultado, e utilizar adequadamente as expressões «aproximação à décima», «aproximação à centésima» e «aproximação à milésima». (4.º ano, NO, p. 23)

> Saber, dado um número natural superior a 1, que existe uma única sequência crescente em sentido lato de números primos cujo produto é igual a esse número, designar esta propriedade por «teorema fundamental da aritmética» e decompor números naturais em produto de fatores primos. (6.º ano, NO, p. 38)

> Saber que o algoritmo da divisão nunca conduz a dízimas infinitas periódicas de período igual a «9». (8.º ano, NO, p. 62)

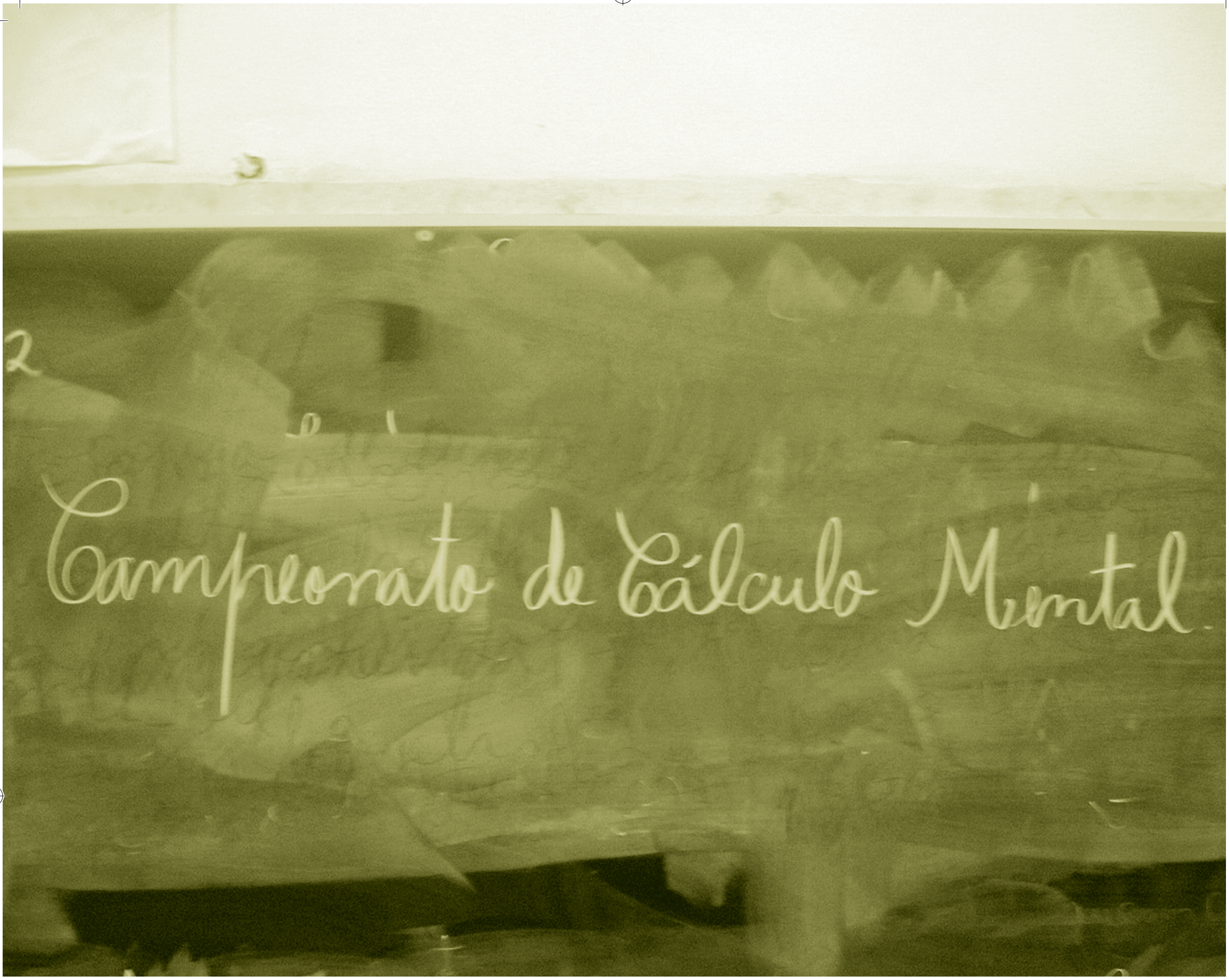
> Saber que se pode estabelecer uma correspondência um a um entre o conjunto das dízimas finitas e infinitas periódicas com período diferente de 9 e o conjunto dos números racionais. (8.º ano, NO, p. 62)

> Reconhecer que um ponto da reta numérica à distância da origem igual ao comprimento da diagonal de um quadrado de lado 1 não pode corresponder a um número racional e designar os pontos com esta propriedade por «pontos irracionais». (8.º ano, NO, p. 63)

> Reconhecer, dado um ponto A da semirreta numérica positiva que não corresponda a uma dízima finita, que existem pontos de abcissa dada por uma dízima finita tão próximos de A quanto se pretenda, justapondo a_0 segmentos de reta de medida 1 a partir da origem tal que A esteja situado entre os pontos de abcissa a0 e a_0+1, justapondo em seguida, a partir do ponto de abcissa a_0,a_1 segmentos de medida 1/10 tal que A esteja situado entre os pontos de abcissa $a_0+a_1/10$ e $a_0+(a_0+1)/10$ e continuando este processo (…) (8.º ano, NO, p. 63)

Ainda a propósito de conhecimentos a ensinar que constam nas metas e que o programa não contempla, vale a pena referir o caso de «Conhecer e utilizar corretamente os numerais romanos» incluído nas metas como um objetivo de aprendizagem no 1.º ciclo (3.º ano, NO, p. 15). A numeração romana é um tema interessante do ponto de vista histórico, podendo ser usada para comparar este sistema e o sistema decimal, mas por questões de prioridades o programa em vigor não considera o seu estudo como um objetivo em si mesmo. Nas metas, o conhecimento e uso deste sistema de numeração passa a ser um objetivo de aprendizagem, o que, dadas as limitações de tempo será certamente em detrimento de outras aprendizagens mais relevantes na educação matemática dos alunos nos dias de hoje. Do mesmo modo, as questões da decomposição em fatores primos e da análise de dízimas proporcionam situações interessantes para explorações — o problema é tornar estes tópicos em matéria obrigatória dentro do sistema de ensino existente.

Não vemos qualquer vantagem em antecipar o ensino de conhecimentos matemáticos como as operações com frações (adição e subtração, do 2.º ciclo para o 3.º ano; multiplicação e divisão do 2.º ciclo para o 4.º ano), a simplificação de frações (também do 2.º ciclo para o 4.º ano) e os números racionais negativos (do 3.º ciclo para o 6.º ano). Estas antecipações só



agravam as dificuldades dos alunos, para além de sobrecarregarem o programa nos dois primeiros ciclos de escolaridade.

Álgebra

No programa de Matemática, a abordagem à Álgebra, baseada no estudo de sequências e na exploração de propriedades e relações matemáticas, tem por finalidade induzir uma iniciação informal ao pensamento algébrico. A ideia fundamental é promover o desenvolvimento deste tipo de pensamento matemático, através de situações suscetíveis de criar oportunidades para o estabelecimento de generalizações, relações e representações progressivamente mais sofisticadas. O pensamento algébrico é assumido no programa como um dos eixos principais em torno dos quais o ensino-aprendizagem na escolaridade básica se deve desenvolver, adotando uma perspetiva que vê a Álgebra mais como forma de pensar em Matemática, do que apenas o domínio dos símbolos matemáticos e das regras e técnicas para a sua manipulação (Kaput, 1999).

Nas metas curriculares, no 3.º ciclo, por razões não explicadas, a Álgebra surge dividida em dois temas, um com a designação de «Funções, Sequências e Sucessões» (ainda que as sequências e sucessões só sejam mencionadas no 7.º ano) e outro sob a designação de «Álgebra». Com circunscrição da Álgebra ao estudo de expressões, de equações (1.º e 2.º graus) e sistemas de equações (lineares) e de inequações[3] inerente a esta subdivisão e com as especificações das metas apresentadas em cada caso é veiculada uma visão da Álgebra muito limitada, essencialmente centrada no cálculo simbólico. Para além disso, introduzem-se novos conteúdos matemáticos que pressupõem uma acentuada formalização das noções a abordar no âmbito deste tema.

Insistência em conhecimentos fatuais, terminologia, memorização e formalização

Uma preocupação que perpassa as metas de uma ponta à outra refere-se ao conhecimento terminológico e factual por parte dos alunos, convidando à formalização prematura das noções matemáticas e à mecanização de regras e procedimentos. Isso é bem visível logo na opção escolhida na definição dos objetivos para alguns dos principais conceitos deste tema — «Definir» [funções; sequências e sucessões]… (7.º ano, FSS pp. 56, 57 e 81) — como também no modo como os objetivos do tema são descritos: insistência em formulações muitas delas fazendo quase exclusivamente apelo à designação terminológica, como a seguir se exemplifica agrupando algumas dessas formulações:

> [Designar...] «objeto», «imagem», «domínio», «conjunto de chegada», «variável», «função f de A em B», «contradomínio», «variável independente», «variável dependente», «função numérica», «função de variável numérica», «gráfico cartesiano», «gráfico de f», «equação de G» (como conjunto de pontos), «função constante igual a b», «função linear», «forma canónica da função linear», «coeficiente de f», «função afim», «forma canónica da função afim», «coeficiente de x», «termo independente» (7.º ano, FSS, p. 56)

> [Designar...] «sequência de N elementos» (como função), «termo de ordem n da sequência», «termo geral da sequência», «sucessão», «un», «termo de ordem n da sucessão», «termo geral da sucessão» (7.º ano, FSS, p. 57)

> [Designar...] «fatores numéricos», «constantes», «variáveis» e «indeterminadas», «parte numérica», «coeficiente», «monómio nulo», «monómio constante», «parte literal», «monómios semelhantes», «forma canónica de um monómio», «monómios iguais», «grau», «soma algébrica» (8.º ano, ALG, p. 68)

Nível de profundidade inadequado para o ensino básico

Como já referimos, as metas curriculares estipulam o ensino de assuntos matemáticos que não constam no programa em vigor. São muitos os exemplos no tema da Álgebra que ultrapassam o âmbito do programa e que não se afiguram apropriados para o ensino básico como, por exemplo, o caso da introdução das «sucessões» no 3.º ciclo, sobretudo pela forma como é feita, apelando ao conceito de função, o que aliás é também proposto para o caso mais geral das «sequências»:

> Identificar, dado um número natural N, uma «sequência de N elementos» como uma função de domínio $\{1,2, \ldots, N\}$ (…).(7.º ano, FSS, p. 56)

> Identificar uma «sucessão» como uma função de domínio N, designando por u_n a imagem do número natural n por u (…) (7.º ano, FSS, p. 56)

Estes exemplos mostram melhor a desconformidade do que é proposto se atendermos que nas metas para o 3.º ciclo «identificar» e «designar» devem ser entendidos como: «O aluno deve utilizar corretamente a designação referida, sabendo definir o conceito apresentado como se indica ou de forma equivalente» (p. 48).

Na verdade as metas não se limitam a introduzir novos conhecimentos que o programa não contempla. Introduzem, por vezes, conhecimentos cuja compreensão está manifestamente para além das capacidades dos alunos do ensino básico. Por exemplo, apontam para uma compreensão das propriedades de uma função de proporcionalidade direta própria de uma disciplina de Álgebra Linear do ensino superior:

> Reconhecer, dada uma grandeza diretamente proporcional a outra, que, fixadas unidades, a «função de proporcionalidade direta f» que associa à medida m da segunda a correspondente medida $y=f(x)$ da primeira satisfaz, para todo o número positivo x, $f(xm)=xf(m)$ (ao multiplicar a medida m da segunda por um dado número positivo, a medida $y=f(m)$ da primeira fica também multiplicada por esse número) e, considerando $m=1$, que f é uma função linear de coeficiente $a=f(1)$. (7.º ano, FSS, p. 57)

A Matemática, e a Álgebra em particular, é por excelência o domínio dos símbolos, da abstração e da formalização. A terminologia e os símbolos matemáticos, e as regras da sua utilização na atividade matemática, constituem um património de inquestionável importância na Matemática e fora dela. A Álgebra, todavia, vai muito além do mero conhecimento e manipulação desses símbolos e os alunos «necessitam de compreender os conceitos algébricos, as estruturas e princípios que regem a manipulação simbólica e o modo como os próprios símbolos podem ser usados» (NCTM, 2007, p. 39). Esta preocupação, que não é manifesta nas metas, e não apenas no que se refere à Álgebra, é hoje largamente aceite em educação matemática e tem vindo a ser incorporada de forma muito generalizada nas orientações e propostas programáticas para o ensino da disciplina.

Geometria

Na Geometria, ao estudar as figuras geométricas no plano e no espaço, através da identificação e compreensão das suas propriedades, o programa de Matemática tem como ideia fundamental o desenvolvimento do sentido espacial, com ênfase na visualização. Estes termos não surgem nas metas e estas ideias não merecem aí qualquer relevo. Em contrapartida, tal como na Álgebra, abundam as referências a terminologia e a conhecimentos matemáticos inexistentes no programa e desadequados neste nível de escolaridade.

Formalização do ensino da Geometria, sobrecarregando-o com a memorização de terminologia

A ênfase nos aspetos formais e na memorização, exigindo-se um domínio exagerado e despropositado de terminologia, atravessa fortemente as metas para este tema. Eis alguns exemplos do que é proposto, logo nos 1.º e 2.º anos de escolaridade:

> Utilizar corretamente os termos «segmento de reta», «extremos (ou extremidades) do segmento de reta» e «pontos do segmento de reta». (1.º ano, GM, p. 6)

> Saber que duas figuras equidecomponíveis têm a mesma área e designá-las por figuras «equivalentes». (1.º ano, GM, p. 7)

> Identificar a reta determinada por dois pontos como o conjunto dos pontos com eles alinhados e utilizar corretamente as expressões «semirretas opostas» e «reta suporte de uma semirreta». (2.º ano, GM, p. 12)

Esta valorização excessiva do conhecimento terminológico, logo nos primeiros anos, é bem visível até ao 3.º ciclo como a seguir se exemplifica agrupando algumas das descrições dos objetivos propostos:

> Designar, dados dois pontos O e M, o ponto M' por «imagem do ponto M pela reflexão central de centro O» quando O for o ponto médio do segmento [MM'] e identificar a imagem de O pela reflexão central de centro O como o próprio ponto O. (6.º ano, GM, p. 42)

> [Designar...] «ângulo de dois semiplanos», «semiplanos perpendiculares», «planos perpendiculares», «reta perpendicular a um plano», «pé da perpendicular», «projeção ortogonal do ponto no plano» e «reta normal ao plano em *A*», «plano perpendicular (ou normal) a *r* passando por *p*», «plano normal a *r* em *p*», «plano mediador», «projeção ortogonal da reta *r* no plano *α*», «distância entre a reta r e o plano *α*», «distância entre os planos *α* e *β*». (9.º ano, GM, p. 77-78)

> [Designar...] «arco menor *AB*», «arco *AB*», «arco maior *AB*», «corda *AB*», «arcos subtensos pela corda *AB*», «arco correspondente à corda *AB*», amplitude de um arco de circunferência *APB*», «ângulo inscrito», «arco capaz do ângulo inscrito», «arco compreendido entre os lados», «segmento de círculo», «segmento de círculo maior» «segmento de círculo menor», «ângulo ex-inscrito num arco de circunferência» (9.º ano, GM, pp. 80–81)

No programa, as transformações geométricas, são introduzidas de modo intuitivo logo no 1.º ciclo, com crescente formalização ao longo dos ciclos seguintes, o que constitui uma alteração relativamente a programas anteriores em linha com as orientações internacionais atuais (NCTM, 2007). Nas metas curriculares surgem apenas no 6.º ano, privilegiando sobretudo os aspetos mais formais, como ilustram os exemplos seguintes:

> Reconhecer, dado um ponto O e as imagens *A'* e *B'* de dois pontos *A* e *B* pela reflexão central de centro O, que são iguais os comprimentos dos segmentos [*AB*] e [*A'B'*] e designar, neste contexto, a reflexão central como uma «isometria» (6.º ano, GM, p. 42).

> Reconhecer, dado um ponto O e as imagens *A'*, *B'* C' e três pontos *A*, *B* e C pela reflexão central de centro O, que são iguais os ângulos *ABC* e *A'B'C'* (6.º ano, GM, p. 42).

Esta ênfase na linguagem formal desde o 1.º ano de escolaridade contraria a ideia hoje bem assente que também em Geometria é necessário partir da linguagem informal para chegar à linguagem formal, e esquece o papel da visualização na identificação das propriedades das figures e na evolução do raciocínio geométrico, ignorando completamente a investigação já realizada sobre o ensino e aprendizagem da Geometria (ver, por exemplo, Battista, 2007).

Exigência de conhecimentos para além do programa

Na Geometria são numerosos os exemplos de conhecimentos matemáticos completamente à margem do programa a par de outros que são antecipados para o ciclo anterior. É assim que, por exemplo, as noções de ângulos verticalmente opostos e de ângulo côncavo são antecipadas para o 1.º ciclo e os critérios de congruência de triângulos para o 2.º ciclo e que, mais inapropriadamente, logo no 2.º ano, se estipula que os alunos sejam capazes de:

> Identificar e representar triângulos isósceles e equiláteros, reconhecendo os segundos como casos particulares dos primeiros. (2.º ano, GM, p. 12)

> Identificar e representar losangos e reconhecer o quadrado como caso particular do losango. (2.º ano, GM, p. 12)

> Identificar e representar quadriláteros e reconhecer os losangos e retângulos como casos particulares de quadriláteros. (2.º ano, GM, p. 12)

Trata-se, nestes casos, de relações complexas, que implicam a identificação das propriedades das figuras e as suas relações, pressupondo a classificação hierárquica que, de acordo com a investigação em educação matemática, só é adquirida muito mais tarde (Villiers, 2010).

Como exemplos de conhecimentos que o programa não contempla estão casos como «Construir e reconhecer propriedades de homotetias» (7.º ano, GM, p. 54) ou «Provar que a amplitude de um ângulo ex-inscrito é igual à semissoma das amplitudes dos arcos correspondentes às cordas que as retas suporte dos lados contêm» (9.º ano, GM, p. 81). A este respeito, porém, o caso mais significativo é a inclusão do tópico «Axiomatização das teorias matemáticas» (9.º ano, GM, p. 75). Com o que é estipulado para o ensino neste novo tópico e a perspetiva que lhe está subjacente — que também se estende aos tópicos subsequentes — as metas curriculares induzem uma abordagem da Geometria em completa desconformidade com o programa e hoje reconhecida como desadequada neste nível etário.

Organização e tratamento de dados

Este tema do programa, que tinha conhecido uma significativa valorização relativamente aos programas de 1990–91, serve, nas metas curriculares, como lugar para uma introdução prematura e despropositada da teoria dos conjuntos. Isso acontece logo desde o 1.º ano, com referências aos termos e expressões «conjunto», «elemento», «pertence ao conjunto», «não pertence ao conjunto», «cardinal do conjunto» e «conjunto vazio», chegando-se mesmo ao ponto de se estipular que os alunos devem «associar o conjunto vazio ao número zero» (NO1, p. 4). No 2.º ano continua-se com as operações com conjuntos:

> Associar pela contagem diferentes conjuntos ao mesmo número natural, o conjunto vazio ao número zero e reconhecer que um conjunto tem menor número de elementos que outro se o resultado da contagem do primeiro for anterior, na ordem natural, ao resultado da contagem do segundo. (1.º ano, NO, p. 4)

> Utilizar corretamente os termos «conjunto», «elemento» e as expressões «pertence ao conjunto», «não pertence ao conjunto» e «cardinal do conjunto». (1.º ano, OTD, p. 8)

> Determinar a reunião e a interseção de dois conjuntos. (2.º ano, OTD, p. 14)

O planeamento, realização a análise de investigações estatísticas, como processo global, é marginalizado nas metas curriculares. A abordagem informal às noções relativas às probabilidades que o programa indica que deve ser realizada no 1.º ciclo é eliminada com o pretexto que não podem ser devidamente ensinados neste nível.

Deste modo, o estudo da OTD — Organização e Tratamento de Dados, que deve servir para desenvolver nos alunos a capacidade de compreensão e de produção de informação natureza estatística em forte conexão com a realidade, é usado para abordar o assunto mais abstrato e de mais difícil acolhimento por parte dos alunos, a teoria dos conjuntos, como ficou amplamente demonstrado em diversas experiências realizadas no século passado, durante o período da Matemática Moderna (1960–80), com resultados desanimadores.

Capacidades transversais

As capacidades transversais desempenham um papel fundamental no programa. Nas metas curriculares são completamente desvalorizadas. A resolução de problemas é limitada ao papel de aplicação de conhecimentos e o raciocínio e comunicação são indicados na introdução das metas como «indispensáveis ao cumprimento dos objetivos elencados» (p. 1) e nunca mais referidos. Outras capacidades que o programa também refere como lidar com as representações e conexões matemáticas não merecem qualquer atenção. Referências a cálculo mental aparecem apenas de forma episódica e nunca como capacidade geral a desenvolver.

Há um aspeto do raciocínio matemático, no entanto, que é referido com grande destaque, relativo à demonstração. O programa aponta para que no processo de argumentação e justificação matemáticas, os alunos, «produzindo pequenas cadeias dedutivas, familiarizam- se com o processo de demonstração e iniciam o raciocínio geométrico dedutivo (p. 51). As metas vão muito além disto, indicando que os alunos devem «Utilizar corretamente o vocabulário próprio do método axiomático (9.º ano, GM, p. 75) e serem capazes de «Identificar factos essenciais da axiomatização da Geometria (9.º ano, GM, p. 75) bem como «Caracterizar a Geometria Euclidiana através do axioma das paralelas» (9.º ano, GM, p. 76). Assim, referem, por exemplo, que os alunos devem:

> Saber que, entre outras possibilidades, existem axiomáticas da Geometria que tomam como objetos primitivos os pontos, as retas e os planos e outras apenas os pontos, e que a relação «*B* está situado entre *A* e *C*» estabelecida entre pontos de um trio ordenado (*A*, *B* *C*), assim como a relação «os pares de pontos (*A*,*B*) e (*C*,*D*) são equidistantes», entre pares de pontos podem ser tomadas como relações primitivas da Geometria. (9.º ano, G. p. 75)

O estudo do método axiomático em detalhe, com o formalismo técnico indicado de que este enunciado é um exemplo, é totalmente deslocado no ensino básico, como o são objetivos de aprendizagem que as metas estabelecem a associados a esse estudo.

Perspetiva educacional

Num documento de cinco páginas enviado como resposta a alguns contributos ao projeto inicial das metas curriculares, os responsáveis pela sua elaboração procuram responder a algumas críticas, detendo-se muito em especial naquelas que se relacionam com a noção de compreensão e o papel das situações contextualizadas na aprendizagem, e também com a resolução de problemas. Contrariando a ideia anteriormente defendida pelo Ministério da Educação segundo a qual a pedagogia deve ser deixada para o professor, apresentam uma perspetiva sobre o ensino e a aprendizagem que não é mais do que a visão do senso comum, hoje em dia amplamente reconhecida como geradora de insucesso em sucessivas gerações de alunos em todos os níveis de ensino.

Prática e compreensão

Para os responsáveis pelas metas curriculares, a prática e a manipulação de objetos (sem qualquer preocupação explícita de compreensão) são os processos fundamentais na aprendizagem matemática:

> A compreensão, objetivo de qualquer aprendizagem, resulta do desenvolvimento contínuo e gradual de um conjunto de conhecimentos adquiridos previamente e que incluem regras, procedimentos e conceitos. (…) [Para a compreensão] a prática e a manipulação continuada dos diferentes conceitos matemáticos têm um papel fundamental. (pp. 1–2)

Múltiplas investigações sobre o ensino e a experiência profissional dos professores demonstram que esta perspetiva é errada. Na verdade, da prática e manipulação de objetos não resulta necessariamente compreensão — muitas vezes resultam incompreensões profundas e quase sempre uma relação muito difícil com esta disciplina. Não se tem em conta que a compreensão tem um carácter holístico e que se desenvolve por etapas em interação com os conceitos e objetos a que respeita, através de processos de atribuição de significado que percorrem todo o processo de aprendizagem (Bruner, 1990; Pirie & Kieren, 1989; Sierpinska, 1994).

Contexto, concreto e abstrato

Em segundo lugar, os responsáveis pelas metas curriculares consideram que, na aprendizagem da Matemática, é preciso caminhar o mais rapidamente possível para a abstração:

> Uma aprendizagem muito contextualizada não favorece a transferência. (…) A capacidade para aplicar conhecimentos matemáticos a novas situações é facilitada pela aprendizagem de conhecimentos abstratos. (p. 2)

A desvalorização da importância do trabalho em contextos significativos para os alunos como ponto de partida para o desenvolvimento das abstrações é um erro educativo repetidamente cometido no passado, correspondendo igualmente ao senso comum sobre a aprendizagem, e grandemente responsável pelo insucesso na aprendizagem da Matemática (Gravemeijer, 2005). Sebastião e Silva (1965–66) entendia que o professor de Matemática é em primeiro lugar um «professor de matematização», considerava que entre os «exercícios que podem ter mais interesse, figuram aqueles que se aplicam a situações reais, concretas» e que o ensino da Matemática carecia de um maior «contacto com o húmus da intuição e da realidade concreta» (pp. 4–5). Esta mobilização da intuição é aliás considerada determinante para a aprendizagem da Matemática, sem a qual, como diz Henri Poincaré (2010/1905), os alunos «não teriam meios de aceder ao entendimento da Matemática, não aprenderiam a gostar dela» e, como acrescenta, «nunca viriam a ser capazes de aplicar a Matemática» (pp. ??)

Resolução de problemas

Em terceiro lugar, os responsáveis pelas metas curriculares apresentam a sua visão sobre a resolução de problemas que encaram como simples atividade de aplicação de conhecimentos, prévia e isoladamente aprendidos:

> A resolução de problemas requer que o aluno adquira e automatize, primeiramente, conhecimentos, regras e procedimentos. (…) Uma estratégia psicopedagógica estruturada em torno de problemas, cuja resolução os alunos devem descobrir [leva a que], muitas vezes [os alunos não chegam] a ter contacto com aquilo que se pretende que aprendam. Pela descoberta, podem adotar procedimentos errados e encontrar falsas soluções (p. 3)

Trata-se de uma perspetiva igualmente decorrente do senso comum que ignora não só que os alunos são capazes de construir estratégias próprias para resolver problemas, como através desse processo se apercebem do significado e alcance de certos conceitos e representações matemáticas. Evidencia-se aqui uma perspetiva sobre o papel dos problemas em Matemática muito limitada e redutora, bem distante da de matemáticos como George Pólya (1945, 1981), autor cujas ideias fundamentais são hoje amplamente reconhecidas no campo da educação matemática.

Os responsáveis pelas metas justificam as suas posições principalmente com argumentos de índole psicológica. Usam a teoria do processamento de informação para argumentar com as limitações da memória de trabalho, tese que assumida de forma simplista implica a impossibilidade de qualquer pessoa resolver qualquer problema minimamente complexo. Esquecem-se que a teoria do processamento de informação é apenas uma teoria entre muitas outras, que tem as suas potencialidades mas também as suas limitações, e que não é no campo da capacidade de resolução de problemas dos alunos em Matemática que tem conhecido as suas aplicações mais significativas.

Estes responsáveis referem-se também à «análise cognitiva das tarefas», como uma «estratégia pedagógica essencial no ensino da Matemática», que «possibilita o treino de procedimentos e operações básicas» (p. 4). Não se trata, evidentemente, de nenhuma novidade, e todo o professor sabe que antes de propor uma tarefa deve fazer a sua análise, procurando identificar que conhecimentos matemáticos lhe podem estar associados e também que estratégias podem usar os alunos para a resolver e eventuais dificuldades para a sua resolução. Isso faz parte da indispensável preparação das suas aulas. Evidencia-se, portanto, a total incompreensão por parte de quem redigiu este documento de que, para além dos conhecimentos formalmente apreendidos pelos alunos, estes são capazes de mobilizar muitas outras ideias e representações, umas mais formais, outras mais informais, e é nessa mobilização em contextos variados e na reflexão sobre essa atividade, os seus resultados e a sua coerência que se joga o essencial da aprendizagem.

Os responsáveis pelas metas fazem, deste modo, uma má utilização das teorias psicológicas no modo como as procuram aplicar à educação. No fundo, perfilham a teoria irrealista que é possível aprender a Matemática sem erros, bastando para isso que aos alunos sejam ensinados os conceitos e procedimentos, desde o início, com todo o rigor matemático. José Sebastião e Silva dizia que «o extremo rigor lógico em vez de formativo pode ser perigosamente deformador» (1965-66, p. 5), que «só errando se aprende verdadeiramente» (1964, p. 5), considerando que a apresentação de uma pretensa Matemática «bacteriologicamente pura» não conduz à aprendizagem mas sim ao desinteresse e à incompreensão.

Conclusão

Em vários aspetos, as metas curriculares assumem opções que contrariam o espírito e dimensões essenciais do conteúdo do programa em vigor. Desde logo, sobressai o carácter espartilhado e fragmentado do que é proposto para o ensino e a aprendizagem, no estilo da «pedagogia por objetivos» dos anos 70 e 80 que se traduz na formulação de objetivos comportamentais muito específicos, prescritos para cada assunto e ano de escolaridade, prejudicando uma aprendizagem matemática integrada e articulada e limitando acentuadamente a margem de atuação do professor no desenvolvimento curricular. Acresce que o estabelecimento de percursos curriculares obrigatórios por ano de escolaridade a nível nacional contradiz também, frontalmente, a muito apregoada defesa da autonomia das escolas e dos professores e prejudica a conveniente adequação desses percursos curriculares aos alunos, conforme a escola que frequentam e o seu trajeto escolar.

Importa ainda salientar a ênfase nos processos de memorização que as metas curriculares privilegiam, bem evidente nas dezenas de ocorrências das palavras «designa» e «identifica» e outras com o mesmo sentido. Uma expetativa também desadequada do que pode ser a atividade dos alunos em Matemática no ensino básico é denunciada pela profusão dos termos «provar» e «demonstrar». Claramente, a inspiração pedagógica destas metas é a de professores do ensino superior — onde aliás escasseia a reflexão sobre os fracos resultados dos alunos desse nível de ensino e os seus baixos níveis da satisfação — com manifesto desconhecimento dos problemas educativos e de aprendizagem na escolaridade básica.

Importa por fim chamar a atenção que as metas curriculares, tal como são formuladas, ignoram que a Matemática escolar já vem desenvolvendo desde há muito uma linguagem própria que alguns matemáticos consideram pouco rigorosa por não seguir de perto a linguagem da Matemática mais avançada, mas que serve de forma bem mais eficaz para orientar o ensino e a aprendizagem, nomeadamente no ensino básico. Com a opção tomada, mais do que proporcionar algum apoio e clarificação efetivamente úteis, estas metas com que os professores são agora confrontados surgem como um corpo estranho, desenquadrado do nível de escolaridade a que se dirigem que, a manter-se a intenção da sua concretização, causará, sobretudo grande perturbação no trabalho dos professores com consequências muito negativas na aprendizagem dos alunos. Com estas metas, o ensino da Matemática em Portugal retrocede aos anos 40 do século passado (no que respeita à Álgebra e Geometria), aos anos 60 (no que respeita à teoria dos conjuntos) e aos anos 70 (em termos pedagógicos). Entretanto, passaram mais de 40 anos, mudou o mundo e a sociedade, e o que na altura não serviu (a não ser para uma pequena minoria), hoje em dia, servirá certamente muito menos.

Notas

[1] Noção entendida como dizendo respeito à capacidade de reconhecer a grandeza relativa e absoluta dos números e que estes podem assumir diversos significados — designação, quantidade, localização, ordenação e medida —, de decompor números e usar como referência números particulares, e de usar relações entre operações aritméticas para resolver problemas e de realizar cálculos por estimação (ME, 2007, p. 13).

[2] A qualificação dos números inteiros como «relativos» — utilizada nas metas curriculares (também no caso dos números racionais) não é atualmente seguida na generalidade dos países e não nos parece ter utilidade.

[3] É também incluído o estudo da potenciação nos universos numéricos estudados no ciclo anterior, bem como das raízes quadradas e cúbicas e das grandezas inversamente proporcionais.

Referências

Battista, M. T. (2007). The development of geometric and spatial thinking. In F. K. Lester, Jr. (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (Vol. 2, pp. 843-908). Charlotte, NC: Information Age.

Bruner, J. (1990). *Acts of meaning*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Gallardo, A. (2000). The extension of the natural-number domain to the integers in the transition from arithmetic to algebra. *Educational Studies in Mathematics*, 49, 171-192.

Gravemeijer, K. (2005). What makes mathematics so difficult, and what can we do about it? In L. Santos, A. P. Canavarro & J. Brocardo (Eds.), *Educação matemática: Caminhos e encruzilhadas* (pp. 83-101). Lisboa: APM.

Kamii, C., & Dominick, A. (1997). To teach or not to teach algorithms. *Journal of Mathematical Behavior*, 16(1), 51-61.

Kamii, C., & Dominick, A. (1998). The harmful effects of algorithms in grades 1-4. In L. J. Morrow & M. J. Kenney (Eds), *The teaching and learning of algorithms in school mathematics* (pp.130-140). Reston, VA: NCTM.

Kaput, J. J. (1999). Teaching and learning a new algebra. In E. Fennema & T. A. Romberg (Eds.), *Mathematics classrooms that promote understanding* (pp. 133-155). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Ministério da Educação (2007). *Programa de Matemática do Ensino Básico*. Lisboa: DGIDC.

National Council of Teachers of Mathematics (2007). *Princípios e normas para a Matemática escolar*. Lisboa: APM.

Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (Eds.). (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.

Pirie, S., & Kieren, T. (1989). A recursive theory of mathematical understanding. *For the Learning of Mathematics*, 9(3), 7-11.

Poincaré, H. (2010). Intuição e lógica em matemática (cap. I de *La valeur de la science*, 1905). Em A.F. Oliveira (Ed.) *Filosofia da Matemática — breve antologia de textos de Henri Poincaré*, pp. 37-53. Lisboa: CFCUL.

Pólya, G. (1945). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Pólya, G. (1981). *Mathematical discovery* (ed. original 1962/1965). New York, NY: Wiley.

Sierpinska, A. (1994). *Understanding in mathematics*. London: Falmer.

Silva, J. S. (1964a). *Compêndio de Matemática* (1.º vol. – 6.º ano). Lisboa: MEN.

Silva, J. S. (1965-66). *Guia para a utilização do Compêndio de Matemática* (2.ºe3.º Vol. – 7.º ano). Lisboa: MEN.

Verschaffel, L., Greer, B., & Torbeyns, J. (2006). Numerical thinking. In A. Gutierrez & P. Boero (Eds.), *Handbook of research on the psychology of mathematics education: Past, present and future* (pp. 51-82). Roterdham: Sense.

Villiers, M. (2010). Some reflection on the Van Hiele theory. Invited plenary presented at the 4^{th} *Congress of Teachers of Mathematics* of the Croatian Mathematical Society, Zagreb.

João Pedro da Ponte
Instituto de Educação da Universidade de Lisboa

Henrique Manuel Guimarães
Instituto de Educação da Universidade de Lisboa

Lurdes Serrazina
Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Lisboa