Sobre a proposta de novos programas de Matemática para o Ensino Secundário

Jaime Carvalho e Silva

> A proposta de Novos Programas de Matemática para o Ensino Secundário parece, na minha opinião, padecer de grandes defeitos que aconselham uma grande reformulação.

A forma

Penso que os programas do Ensino Secundário deveriam (devem, deverão) ser discutidos (e até negociados) de forma intensa entre o Ensino Secundário e o Ensino Superior, não só por serem anos charneira, como para não agravar o fosso abissal (divórcio?) que actualmente existe em muitos aspectos entre os dois níveis de ensino. Cada vez mais os Estados pretendem dar formação superior aos seus cidadãos, cada vez mais alunos terminam o Ensino Secundário e entram no Ensino Superior, pelo que não se pode fazer de conta que os dois níveis de Ensino são independentes.

Em vez disso assistimos a um processo pouco transparente e atabalhoado, em que, estando os programas prontos entre Abril e Junho de 1990, só foram enviados para parecer às Universidades em meados de Março de 1991, parecer esse a ser enviado até fim desse mês! (as férias da Páscoa foram nessa altura!) Às escolas secundárias só foram enviados em Junho/Julho de 1991. É isto discussão? Foi anunciado que os novos programas seriam revistos até fins de Abril ainda antes do 1º ano de experiência do 10º ano acabar: para que existe a experiência?

E a nova disciplina de Métodos Quantitativos que nem sequer foi discutida, e tem feito os alunos fugirem em massa das Escolas que a estão a experimentar? A disciplina é importante merecendo ser amplamente debatida (por exemplo em França foi criada para os mesmos alunos uma disciplina como "Maths pour les sciences humaines-modélisation des phénomènes démographiques, sociaux et économiques" para além de uma disciplina de Matemática - ver "Le Monde de L'Éducation", Dez. 90). Parece-me grave a forma precipitada como se elaborou o programa desta disciplina e como se **não** prepararam os professores para o leccionar, nem se lhes estão a fornecer condições para o sucesso da leccionação da disciplina de Matemática![1] Centenas (milhares?) de alunos estão escusadamente a cimentar a sua imagem de ódio pela Matemática.

O fundo

A proposta de Novos Programas de Matemática para o Ensino Secundário (que passarei a designar apenas por PNPM) **parece, na minha opinião, padecer de grandes defeitos que aconselham uma grande reformulação**, nomeadamente nos seguintes aspectos: excessiva extensão das matérias propostas; excessiva insistência no cálculo e nas rotinas; quase ausência de aspectos de modelação matemática; quase ausência de problematização; ausência de uma perspectiva numérica; anacrónico aparecimento das primitivas; escolha infeliz das matérias optativas no 12º ano.

Também não me parece que exista a articulação com o 3º Ciclo que é anunciada na PNPM. Existe uma grande diferença de enfase nas considerações gerais sobre os programas do 3º Ciclo e do Ensino Secundário; parece-me que, antes de tudo, é necessário harmonizar as orientações gerais dos dois ciclos.

A) Excessiva extensão das matérias propostas. É claramente impossível cobrir como deve ser (isto é, cumprindo o que está estipulado quanto a métodos de trabalho na aula e fora dela, incluindo "trabalhos de consulta e síntese a apresentar por escrito ou oralmente" e "projectos interdisciplinares" — PNPM, p. 63) um programa tão extenso como este. A extensão é claramente incompatível com vários objectivos do programa como seja "desenvolver o pensamento científico - observar, intuir, conjecturar, experimentar, provar, avaliar"(p. 3). Objectivos como este não passam de palavras vazias de significado quando se apresentam tantos cálculos, tanto malabarismo calculatório, tão pouca ligação às aplicações, tão pouco tempo para os conceitos se irem sedimentando e interiorizando. Com tantos capítulos, terão todos de ser dados necessariamente "a correr".

Há temas que vieram do antigo programa do 3º Ciclo, há bastantes temas novos (Estatística, primitivas, método de Gauss, etc.), há redução de duas horas no conjunto dos três anos. Apesar de alguns temas terem sido reduzidos, parece claro que há um desiquilíbrio entre o que entra e o que sai, sobretudo **devido à redução das horas lectivas semanais.**

Sebastião e Silva preconizava a introdução da Estatística desde muito cedo, mas avisava:

> Tal introdução pressupõe, evidentemente, um aumento do número de tempos lectivos de Matemática, no 1º e no 2º Ciclos, elevando-o, se possível, até seis horas por semana, à semelhança do que se verifica em vários países estrangeiros (Silva, 1975c, p. 93).

Não se pode fazer muita coisa bem em pouco tempo; mais vale os alunos aprenderem bem metade do programa do que ficarem a saber mal todo o programa. Com mais tempo é possível abordar os tópicos mais relevantes segundo aspectos diversificados, de modo a que os alunos compreendam de modo efectivo os conceitos envolvidos e saibam utilizá-los na resolução de problemas variados, mais teóricos ou mais práticos, mais dirigidos ou mais abertos.

Como referia o parecer do Departamento de Matemática da Universidade de Coimbra para os programas do 2º e 3º Ciclos (e repetiu para os do Ensino Secundário):

> Os programas dos 2º e 3º Ciclo são excessivamente extensos. Na prática (como já hoje acontece) capítulos ficarão por leccionar. Seria tempo de uma acção pedagógica no sentido de pôr fim à ideia de que um bom programa deve versar muitos assuntos, em vez de se debruçar sobre um núcleo de matérias bem escolhido.[2]

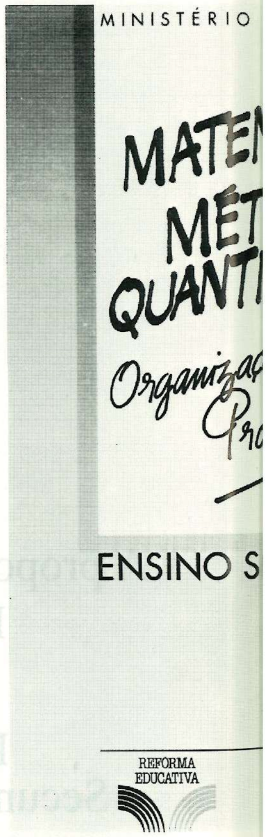
Penso que deveria ser ponderada a inclusão de um esquema semelhante aos "Standards" da NCTM que permita diversificar a profundidade com que cada tópico é tratado pelo professor.

> Os Standards propõem que a todos os alunos seja garantido igual acesso aos mesmos tópicos curriculares; não sugere que todos os alunos devam explorar o conteúdo com a mesma profundidade ou com o mesmo nível de formalismo. Os tópicos curriculares que propomos podem ser estendidos e subdivididos naturalmente e o seu conteúdo associado desenvolvido a vários níveis, consistentemente com a capacidade de abstracção do aluno (NCTM, 1989, p. 131).

B) Excessiva insistência no cálculo e nas rotinas. Se na página 12 se afirma que "o cálculo não constitui um objectivo em si", já na página anterior se refere que "há que ter em conta também um núcleo de técnicas e capacidades indispensáveis aos jovens que prosseguem estudos". Infelizmente, o cálculo e as técnicas estão presentes de forma avassaladora. Olhando para a lista dos objectivos específicos detalhados na segunda coluna das propostas de programas, vemos[3] que em cerca de 90 objectivos 16 referem explicitamente a palavra "Cálculo" e mais cerca de 35 referem-se directamente ao cálculo através de "Determinação de...", "Operar com...", "Determinar...", etc. Ou seja, mais de metade dos objectivos específicos são rotinas e cálculo. A situação actual prova que tal opção é altamente ineficaz pois os actuais programas do 10º, 11º e 12º anos insistem quase exclusivamente nos aspectos de cálculo e a verdade é que **os alunos nem os próprios cálculos sabem efectuar quando entram no 1º ano da Universidade**, como mais de uma vez já demonstrei publicamente. Uma insistência excessiva nos aspectos de cálculo, não permite um bom ensino da Matemática.

Não significa isto que se deva secundarizar o cálculo. Não. O cálculo e as rotinas devem estar sempre presentes. Mas também nunca devem estar quase sozinhos como acontece em vários capítulos. Estes exageros deveriam ser evitados:

> Um dos objectivos fundamentais da educação é, sem dúvida, criar no aluno hábitos e automatismos úteis, como, por exemplo, os automatismos de leitura, de escrita e de cálculo. Mas trata-se aí, manifestamente, de *meios*, não de *fins* (Silva, 1975c, pp. 10-11).

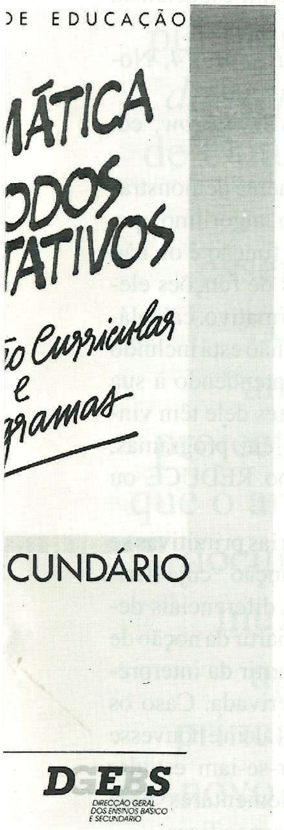


Cálculos, sim, mas sem excessos, directamente ligados aos diversos conceitos que permitam e facilitem a compreensão do conceito, suas aplicações e interligações com outras áreas da Matemática, etc.

C) Quase ausência de aspectos de modelação matemática. Neste particular o programa ignora quase completamente os pareceres dos Departamentos de Matemática das Universidades de Lisboa e Coimbra[4]. Porque não foi contemplada esta questão? A questão das aplicações e da modelação matemática entra numa perspectiva muito vasta que é sintetizada no seguinte:

> Um ensino da Matemática que atenda exclusivamente ao aspecto demonstrativo, desprezando as intuições, o método heurístico e as aplicações concretas, pode tornar-se altamente deformativo, em vez de formativo que pretende ser (Silva, 1975c, p.111).

D) Quase ausência de problematização. Apesar de na página 7 da PNPM se indicar que se pretendem "desenvolver as capacidades de resolução de problemas", existe apenas uma tentativa tímida de referir a resolução de problemas variados ou falar na ligação com as aplicações, como no caso da referência à taxa de variação, mas tudo de um modo que inevitavelmente assumirá um papel muito secundário. Por um lado, devido à extensão do programa, não há tempo para discutir e pensar num problema de forma extensiva, em que se analisem modelos, se discutam estratégias diversificadas (e quanto mais a Matemática é aprofundada, maior é a diversidade de estratégias possíveis), se veja de que modo a solução é relevante, etc. Por outro lado, como os professores não têm formação (nem vejo que lhes vá ser dada) para lidar com problemas mais abertos, vão fugir sempre que possível aos problemas mais elaborados, referindo apenas os clássicos de "máximos e mínimos" e pouco mais (falo por experiência directa, visto que, mesmo na Universidade é o que observo), e mesmo nesses, quase só exercícios do tipo: "Determina dois números cuja soma é 4 de modo que o seu produto seja máximo".



Como "aprofundar os elementos de uma cultura científica" (PNPM, p. 7) se não se estimula o espírito de investigação nomeadamente através da resolução de problemas (em sentido lato)?

> Os alunos não precisam, em geral, de ser investigadores, mas precisam de ter espírito de investigação. Intuição, experiência, lógica indutiva, lógica dedutiva — todos estes meios se alternam constantemente na investigação científica, numa cadeia sem fim em que é difícil destrinçar uns dos outros (Silva, 1975c, pp. 107-111).

E) Ausência de uma perspectiva numérica. Não me parece que exista a consciência nestes programas de que "Resolver equações não é resolver problemas", como afirmava o matemático Jerome Spanier[5]. Com efeito, nunca se leva um problema até ao cálculo prático em situações concretas; nunca os alunos se apercebem dos efeitos nefastos de algoritmos de cálculo inadequados, ou da sua impotência perante a resolução de equações mais ou menos simples que não se conseguem resolver exactamente.

É fundamental que o ensino transmita a ideia de que as aproximações também podem ser importantes:

> Logo na primeira aula se deve [pôr] o aluno em contacto com o conceito de aproximação. (...) a ideia dos métodos de aproximação, que domina toda a análise numérica moderna, ligada ao uso de computadores (Silva, 1975c, p. 49, p. 56).

F) Anacrónico aparecimento das primitivas. Mesmo no ensino superior é altamente discutível se deve continuar a ser dada às primitivas a mesma ênfase que era dada aqui há vinte ou trinta anos atrás. Que argumentos podem defender que se passe um semestre ou um mês inteiro a calcular primitivas, quando em poucos segundos os computadores (e até já uma calculadora, a HP28S) calculam a grande maioria das primitivas? Se é certo que ainda não as conseguem calcular todas[6], e nem sempre as calculam da forma mais eficiente, não deixa de ser tempo perdido passar o tempo a calcular primitivas como muitas que vemos nos nossos livros de exercícios. Além do mais os alunos acabam por criar a ideia de que todas as primitivas se podem calcular exactamente, quando há funções (e algumas muito importantes como $\frac{\operatorname{sen} x}{x}$ e e^{x^2}) que, embora tendo primitiva, esta não se pode calcular como soma finita de funções elementares. Além do mais existem tabelas bastante completas que contém uma miríade de primitivas "prontas a usar".

Como afirma a Commission sur les Mathématiques dans les Premiers Cycles de l'Enseignement Supérieur Long da Société Mathématique de France:

> Já não há utilidade em consagrar o mesmo tempo que antigamente a técnicas que são dominadas cada vez melhor por programas de computador eficazes (Commission sur les Mathématiques dans les Premiers Cycles de l'Enseignement Supérieur Long, 1990, pp. 15-18).

Penso em consequência que, como deve ser dada cada vez uma menor ênfase ao cálculo de primitivas, não há qualquer razão para essa noção ser introduzida no Ensino Secundário. Além do mais, o aparecimento das primitivas no cálculo de áreas não é de modo algum natural pelo que discordo quase totalmente da orientação que é imprimida nesta unidade didáctica. Discordo radicalmente que se considere um objectivo o cálculo de primitivas! Para quê? O cálculo de primitivas imediatas é trivial, tedioso, desmotivador, abominável, etc, etc, etc, dará azo a que se façam primitivas intermináveis (sim, mesmo só com primitivas imediatas...).

G) Escolha infeliz das matérias optativas no 12º ano. Nenhum dos capítulos optativos é minimamente atraente. O único tema que poderá despertar algum interesse é o (D) se for bem abordado pelo professor (e terá ele material de apoio e bibliografia para isso?).

Não se poderia por exemplo, recorrer a exemplos mais atraentes ou mais actuais? Por exemplo: contar conjuntos infinitos, construções com régua e compasso, as sucessões e o caos, introdução elementar à teoria de jogos, equações diferenciais elementares[7], números primos e códigos secretos[8], método de Newton para cálculo aproximado de raízes de equações[9], demonstrações de geometria usando números complexos, problemas elementares de programação linear (Silva, 1975a, pp. 71-76), introdução elementar à teoria de grafos, introdução elementar à teoria dos algoritmos, etc, etc, etc...

O pormenor

Também inúmeras questões de pormenor aconselham no meu entender uma revisão profunda. Não vou aqui naturalmente analisar todos os pormenores contestáveis da PNPM, que aliás estão contidos nas observações que oportunamente fiz chegar à DGEBS.

Referirei apenas que existem algumas insuficiências e contradições como: na Introdução é afirmado que "O estudo da lógica (...) é feito apenas quando se considera útil para um dado tema" (PNPM, p. 4), mas não me parece que tal se verifique no programa proposto pois cerca de 90% das referências à lógica se encontram no mesmo capítulo! Nos diversos capítulos de geometria, quase todos os exemplos de problemas são relativos à própria Geometria; deveria ser intensificada a interligação com outros capítulos. A introdução do método de indução deixa-me completamente perplexo! Nem no 12º ano ele é actualmente devidamente assimilado! Não percebo o que se pretende realmente com a ideia de ter infinitésimos e infinitamente grandes para termos de comparação. Os exemplos usados são enganadoramente simples. O método de comparação não é simples de usar para

$$\frac{3n^2}{2n+5} \text{ ou } n^3 - 7n^2 \text{ ou } \frac{3n^2}{n^3 - 5n^2 - 4}$$

Não há exemplos de utilização de computadores; já Sebastião e Silva alertava para que:

Haveria muitíssimo a lucrar em que o ensino destes assuntos fosse normalmente orientado a partir de centros de interesse como o anterior - e tanto quanto possível *laboratorial*, isto é, baseada no uso de computadores, existentes nas próprias escolas ou fora destas, em laboratórios de cálculo (Silva, 1975c, p. 89).

No capítulo de áreas quando se pretende demonstrar a fórmula de Barrow a partir do teorema anterior (conhecido como a primeira parte do teorema fundamental do cálculo integral, sendo a fórmula de Barrow a segunda parte), é necessário utilizar na demonstração o facto "se $f'(x)=0$ em $[a,b]$ então f é constante" que não é referido em nenhum lado e que só se pode provar como consequência do teorema de Lagrange (que desapareceu, e bem, dos novos programas). Não é referido como se pretende introduzir a noção de a^x com $a > 1$, x ŒR. As noções fundamentais de crescimento exponencial e crescimento logarítmico estão infeliz e lamentavelmente ausentes. Aparece grande confusão sobre a definição de $f(x)^{g(x)}$.

Conclusão

Em suma: sem uma profunda remodelação este programa não potenciará o sucesso em Matemática. Tal como está, na minha opinião, ainda poderá complicar mais a actual situação, já de si pouco abonatória da eficácia do nosso sistema educativo. Devo ainda acrescentar que mesmo que a PNPM estivesse perfeita, isso não significaria que poderia resultar, pois se deve ainda tomar atenção ao efectivo acesso a bibliografia adequada, a meios de cálculo variados (calculadoras e computadores de diversos tipos), à formação contínua de professores, ao acesso ao que vai acontecendo no mundo da Matemática e da investigação em didáctica da Matemática, etc. Nada disto se verifica actualmente.

Referências

Commission sur les Mathématiques des Premiers Cycles de l'Enseignement Supérieur Long (1990). *Gazette des Mathématiciens*, *45*, 15-18.

NCTM (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, EUA: NCTM.

Silva, J. Sebastião e (1975a). *Compêndio de Matemática*, 1º Vol. Lisboa: GEP.

Silva, J. Sebastião e (1975b). *Compêndio de Matemática*, 2º Vol. Lisboa: GEP.

Silva, J. Sebastião e (1975c). *Guia para a utilização do Compêndio de Matemática*, 2º/3º Vol. Lisboa: GEP.

Notas

(1) Também o Senhor Secretário de Estado da Reforma Educativa anunciou, há mais de um ano, um "Programa Nacional de Sucesso Educativo na disciplina de Matemática" que ainda não se viu em actuação (ver *Boletim da SPM*, *17*, Junho 1991, p. 51).

(2) em *Boletim da SPM*, *14*, 52-54.

(3) Nesta e nas restantes considerações excluirei as partes que dizem respeito à combinatória, às probabilidades e à estatística por não me sentir especialista nestas matérias.

(4) em *Boletim da SPM*, *14*, Novembro de 1989.

(5) em *Mathematics Tomorrow*, ed. Birkhäuser.

(6) Mas foi recentemente demonstrada a existência de um algoritmo que permite decidir se uma função é ou não primitivável em termos de funções elementares, e, em caso afirmativo, calculá-la. Este algoritmo ainda não está incluído em nenhum programa atendendo à sua complexidade, mas partes dele têm vindo a ser incorporadas em programas, para "mainframes", tipo REDUCE ou SCRATCHPAD.

(7) Não são necessárias primitivas se apenas se procurar a função "cuja derivada é..."; as equações diferenciais deveriam ser abordadas a partir da noção de taxa de variação ou a partir da interpretação geométrica da derivada. Caso os alunos quisessem ir mais além e houvesse tempo para isso poder-se-iam estudar algumas primitivas elementares para resolução de equações específicas.

(8) isto é, uma introdução actualizada à Aritmética Racional.

(9) ver Silva (1975b, p.183).

Jaime Carvalho e Silva
Departamento de Matemática
Universidade de Coimbra