

Sintomas, Diagnósticos e Terapêuticas:

O Olhar de um Matemático

Presidente da Mesa – José Novais Barbosa

CONFERÊNCIA

Vamos então dar início a esta penúltima sessão do seminário, “*O Ensino da Matemática, Situação e Perspectivas*”. Antes, porém, de começar gostaria de agradecer o convite que me foi amavelmente dirigido pelo Conselho Nacional de Educação, agradecimento que dirijo em particular ao Senhor Professor Manuel Porto, seu Presidente, e ao Senhor Secretário-Geral, Senhor Professor Manuel Miguéns. Constitui, de facto, uma incumbência muito grata e honrosa ser-me dado acompanhar bem de perto a apresentação e discussão de tão importante e pertinente tema.

Naturalmente que não me atrevera, perante uma audiência com os conhecimentos e a experiência que possui, a fazer quaisquer tipos de considerações sobre o ensino da Matemática, mas não poderia deixar de manifestar também a minha preocupação pelos maus resultados que se têm generalizado neste domínio, bem patentes nos indicadores disponíveis, e pela correspondente má vontade de largas camadas da população pré-universitária portuguesa relativamente à aprendizagem da Matemática e de todas as áreas científicas que com ela se relacionam mais directamente.

Temos o tempo muito condicionado e, por isso, vou dar de imediato a palavra ao Senhor Professor Jorge Buescu, o nosso conferencista desta sessão, que abordará o tema “*Sintomas, Diagnósticos, Terapêuticas: O Olhar de um Matemático*”. Numa brevíssima referência ao currículo, que foi distribuído, saliento que o Sr. Professor Buescu é presentemente professor auxiliar do Departamento de Matemática do Instituto Superior Técnico, na sequência de uma carreira iniciada com uma licenciatura em Física na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, com mestrado em Matemática Aplicada e com um “PhD” em Matemática pela Universidade de Warwick. É de realçar o significativo conjunto de trabalhos de qualidade na área de matemática que publicou, conjunto em que se incluem dois livros.

* Conselho Nacional de Educação

Vamos, pois, prestar atenção à exposição do Senhor Prof. Jorge Buescu que certamente irá despertar em todos o maior interesse.

SINTOMAS, DIAGNÓSTICOS E TERAPÊUTICAS: O OLHAR DE UM MATEMÁTICO

JORGE BUESCU*

1. INTRODUÇÃO

É hoje em dia quase lugar-comum referir-se o enorme insucesso global do ensino da Matemática em Portugal a nível Básico e Secundário. Este insucesso global é, infelizmente para nós, bem real e está documentado quer a nível nacional quer internacional.

Sem pretender, de todo, ser exaustivo, refiro como exemplo do primeiro caso as taxas de sucesso nas provas nacionais de Matemática de 12.º ano. Os resultados mostram que cerca de 56% dos estudantes que terminam o Ensino Secundário obtêm notas inferiores a 10 valores, e apenas 44% maiores ou iguais a 10. No segundo caso, um bom exemplo é o do relatório PISA¹, que tenta comparar objectiva e quantitativamente os desempenhos dos estudantes do Ensino Secundário dos países da OCDE nas diferentes vertentes. Como é neste momento bem conhecido, Portugal situa-se no que se refere à literacia matemática em 27.º lugar entre 32 países, significativamente abaixo da média da OCDE. Citando um publicação do Ministério da Educação,

“Como se pode verificar, a situação é preocupante: os resultados médios dos alunos portugueses são claramente inferiores aos obtidos, em média, no espaço da OCDE”. [1]

Não pode ser mais claro, portanto, que existe hoje um problema grave na preparação e literacia matemática dos jovens pré-universitários portugueses. Este é talvez o único ponto em que todos estejamos de acordo,

* Departamento de Matemática do Instituto Superior Técnico

¹ *Program for International Student Assessment*, disponível por exemplo em <http://www.pisa.oecd.org>.

conforme ficou claro dos trabalhos de hoje deste Conselho Nacional de Educação.

O sistema português de instrução matemática a nível Básico e Secundário está, pois, gravemente doente. Aquilo em que provavelmente existe desacordo é sobre os sintomas específicos desta doença, sobre o diagnóstico e sobre as terapias recomendadas. O objectivo desta intervenção será, como indico no título e me foi gentilmente solicitado pelo Conselho Nacional de Educação na pessoa do seu Secretário-Geral, Prof. Manuel Miguéns, proporcionar a perspectiva de um matemático profissional sobre estas questões.

Ouve-se por vezes pessoas de grandes responsabilidades encontrarem “explicações” para esta situação de verdadeira calamidade nacional. Assim aconteceu com ex-governantes que cunharam a afirmação “os portugueses têm uma má relação com a Matemática”. Trata-se de um *slogan* patético, mas bem à medida dos *media*. A sua repetição acrítica fê-lo vingar: ouvimos hoje com frequência afirmar como simples facto da vida, em debates televisivos, que “os portugueses são maus em Matemática”. Outra “explicação” frequente é que o problema reside em que hoje em dia a Matemática surge, a par com a língua materna, como obrigatória e factor de seriação de *todos* os estudantes do Ensino Secundário que não escolham a via das Humanidades. Como é obrigatória para todos, abarca necessariamente os menos vocacionados – e daí o aparente desastre não ser real, mas virtual. É uma ilusão: não há desastre nenhum.

Em qualquer ramo da Ciência, podemos architectar ideias mais ou menos sofisticadas – e, pessoalmente, nem sequer considero as duas acima descritas como pertencendo ao primeiro grupo – para explicar *a posteriori* os dados experimentais. No entanto, para constituírem explicações cientificamente válidas e não meros argumentos ideológicos, convicções mais ou menos pessoais ou dogmas de fé, uma teoria deve satisfazer cumulativamente as seguintes condições:

1. explicar não apenas alguns, mas todos os dados conhecidos;

2. realizar previsões falsificáveis sobre futuros dados experimentais – que permitam, em caso de insucesso, refutar a ideia em questão, classificando-a como falsa.

É minha intenção mostrar, neste sentido preciso, que nenhuma das ideias acima é correcta, tal como não o são outros mitos, menos frequentes, mas vulgarmente citados neste debate. Em simultâneo, introduzirei dados novos que julgo enriquecerem a discussão, tornando-a mais rigorosa. Neste processo tentarei identificar aqueles que considero ser os problemas centrais do ensino da Matemática no nosso país, bem como apontar soluções para os resolver.

2. SINTOMAS

Gostaria de passar a apresentar, de forma factual, um conjunto de sintomas sobre o ensino da Matemática pré-universitária dos quais tenho experiência directa.

Em primeiro lugar, é simplesmente falso que exista alguma inaptidão mais ou menos congénita ou sequer algum atavismo cultural dos estudantes portugueses em relação à Matemática. Muito pelo contrário: em praticamente todos os parâmetros em que se comparem os *melhores* estudantes ou investigadores portugueses em Matemática com os seus correspondentes de outros países, a comparação não nos é de todo desfavorável. Acima de tudo, não reflecte qualquer fenómeno vagamente semelhante ao revelado pelos estudos como o PISA – muito pelo contrário. Ao nível dos melhores estudantes – e peço ao leitor para reter este ponto – Portugal está ao nível de qualquer país. Seguem-se alguns exemplos concretos que ilustram estas afirmações.

2.1 OS PORTUGUESES E A MATEMÁTICA

Ao nível do nosso Ensino Secundário existem há décadas competições internacionais – as famosas Olimpíadas de Matemática – que reúnem em

saudável competição os jovens mais dotados dos respectivos países. Graças a um esforço por vezes pouco valorizado da Sociedade Portuguesa de Matemática, Portugal organiza há duas décadas as suas próprias Olimpíadas, das quais são seleccionados os melhores alunos para representação internacional. O desempenho destes jovens é em geral bastante bom (sobretudo tendo em conta a falta de condições relativas de que usufruem) sendo mesmo, por vezes, excelente: por exemplo, na Olimpíada Ibero-Americana de 2002 a representação portuguesa obteve duas medalhas de Bronze, uma menção honrosa e o primeiro lugar por equipas. Mas, como é frequente nas OIM (competição mundial), mesmo quando não trazem medalhas para Portugal o facto é que os nossos melhores estudantes obtêm classificações sem qualquer relação com as indicadas pelo estudo PISA. Os nossos melhores estudantes do Secundário em Matemática são, em média, tão bons como os dos outros países da OCDE.

Um outro sintoma de que não existe qualquer bloqueio cultural ou genético português é que os melhores estudantes de Doutoramento portugueses estão ao nível dos melhores do Mundo. Para dar um exemplo da minha experiência directa, no Departamento de Matemática do IST foram realizados, no quinquénio 1996-2001, 36 Doutoramentos em Universidades de topo a nível mundial: Princeton, Berkeley, MIT, Stanford, Oxford, SUNY@Stony Brook, Penn State ou Wisconsin, por exemplo.

Por outro lado, é um facto objectivo de que **existe muita e boa Matemática em Portugal**, medida por critérios objectivos. Ao contrário de há algumas décadas, a publicação de trabalhos de investigação em Matemática em revistas internacionais com *refereeing* e impacto internacional faz hoje parte, como é normal em todo o Mundo, da actividade de um matemático. A Matemática que se faz em Portugal² não é hoje uma curiosidade paroquial: é verdadeiramente internacional, medida pelo

² Não falo em “Matemática portuguesa” porque tal hipotética entidade não existe.

número, quantidade, qualidade e impacto de publicações de investigação científica e por avaliação externa independente³.

Por outro lado, também *não há falta de matemáticos em Portugal*. Seja-me permitido citar directamente a Prof.^a Ana Bela Cruzeiro, Presidente da Sociedade Portuguesa de Matemática:

“Temos, no entanto, e contrariando qualquer possível discurso baseado na ausência de “massa crítica” em Matemática, uma grande comunidade de matemáticos em Portugal. Mais precisamente, e de acordo com uma contagem recente feita pela S.P.M., somos 363” [2].

Este número representa os matemáticos activos em termos de investigação científica, contabilizados de acordo com os critérios internacionalmente adoptados pelo *World Directory of Mathematicians*⁴. É interessante constatar que este número coloca o número de matemáticos portugueses com actividade científica internacionalmente reconhecida, em termos absolutos, à frente de países como Noruega, Irlanda, Finlândia, Dinamarca, ou Suíça. Mais interessante ainda é constatar que *todos* estes países pertencem à OCDE, *todos eles estão classificados no estudo PISA 2000 acima de Portugal*, estando mesmo *todos situados na primeira metade da tabela*.

Uma conclusão preliminar para que estes dados parecem apontar é a seguinte. Em primeiro lugar, não existe qualquer indicação objectiva de que o preocupante estado de insucesso na matemática pré-universitária seja devida a qualquer tipo de inaptidão congénita dos portugueses em relação à Matemática ou de uma qualquer obscura conspiração cultural, genética ou cósmica que condene o nosso País ao insucesso. Muito pelo contrário: a

³ De que faz parte essencial a avaliação periódica da produção científica dos Centros de Investigação, promovida pela FCT, por equipas de especialistas internacionais e de estatura científica excepcional. Os resultados dessa avaliação têm consequências directas no apoio, em particular financeiro, aos Centros.

⁴ Publicação de dois artigos científicos revistos em *Mathematical Reviews*, *Referativnyi Zhurnal* ou *Zentralblatt für Mathematik* ao longo dos últimos cinco anos, ou publicação de cinco artigos revistos nestas publicações independentemente da data.

qualquer nível que nos comparemos com os outros – ensino pré-universitário, ensino universitário, doutoramento, investigação científica – a conclusão é sempre idêntica: *os nossos melhores estão ao nível dos melhores do Mundo.*

Estes factos parecem destruir irremediavelmente o mito segundo o qual, simplistamente, “os portugueses não têm jeito para a Matemática”. Esta é uma afirmação simplesmente falsa, porque contraria todos os factos. Por outro lado, estes parecem indicar pistas para uma radiografia mais cuidadosa da realidade do ensino da Matemática em Portugal: parece apontar no sentido de que *a catástrofe revelada nos estudos internacionais não se manifesta nos alunos de topo.*

2.2. A PROVA DE AFERIÇÃO NO IST EM 2002

O Instituto Superior Técnico decidiu, em iniciativa tanto quanto sei pioneira a nível nacional, realizar uma Prova de Aferição de conhecimentos de Matemática aos cerca de 1300 alunos ingressados no ano lectivo 2002/3⁵. Esta Prova, embora não estritamente obrigatória, tinha consequências sobre a nota da disciplina de Análise Matemática I, pelo que havia forte motivação dos alunos para a realizar; a taxa de comparência foi de cerca de 99%. Por razões meramente logísticas, foi necessário realizar 3 provas distintas: uma no *campus* da Alameda⁶, outra no *campus* do Taguspark⁷ e uma terceira para alunos colocados em 2.^a fase de candidaturas. As provas e diferentes enunciados foram concebidos por forma a serem equivalentes sob todos os pontos de vista. As populações de alunos analisados foram respectivamente de 1021 alunos⁸ na primeira prova, 189 na segunda e 64 na terceira. As análises estatísticas [3], da responsabilidade do Dep. de Matemática do IST, foram realizadas independentemente para cada população; os resultados,

⁵ À excepção dos alunos da Licenciatura em Arquitectura.

⁶ Dividida em dois enunciados diferentes.

⁷ Idem.

⁸ Houve mais 15 alunos colocados através de contingentes especiais, que não serão considerados na presente análise por não lhes ser aplicável a variável “Nota de Seriação”.

como veremos, são isomorfos. Os relatórios apresentados em [4], da responsabilidade do Conselho Pedagógico do IST, agrupam todos os alunos ingressados em 1.^a fase independentemente do *campus* (Alameda ou Taguspark), num total de 1210 alunos.

Antes de entrar em pormenores sobre a natureza da Prova, gostaria de salientar os seguintes factos relativamente ao universo de estudantes em observação.

Em primeiro lugar, o IST é uma escola de Engenharia. Trata-se portanto de uma população não de futuros matemáticos, mas de futuros *utilizadores* de Matemática⁹. Em segundo lugar, as condições de admissão ao IST são particularmente exigentes no panorama nacional: para ingresso em qualquer Licenciatura são exigidas cumulativamente classificação mínima de 100 pontos (10.0 valores) na Prova de Ingresso de Matemática (PIM) e 120 pontos na nota de seriação de candidatura à respectiva Licenciatura (em certos casos, como a LMAC¹⁰ e a LCI¹¹, as exigências são mesmo mais elevadas: 120 e 140 pontos, respectivamente).

Em termos da população estudantil pré-universitária, o universo sob observação através da Prova de Aferição é pois uma população que pode ser caracterizada como de elite em termos de preparação matemática. De acordo com dados fornecidos pelo Júri Nacional de Exames do Ministério da Educação e pelo GEP¹² do IST, é possível concretizar rigorosamente esta ideia:

- 80% destes estudantes encontram-se acima da mediana (percentil 50) daqueles que, a nível nacional, tiveram classificação superior ou igual a 10 na PIM;

⁹ A Licenciatura em Matemática Aplicada e Computação tem um *numerus clausus* de 30, sendo pois estatisticamente irrelevante para a presente análise.

¹⁰ Licenciatura em Matemática Aplicada e Computação.

¹¹ Licenciatura em Ciências Informáticas.

¹² Gabinete de Estudos e Planeamento.

- 60% destes estudantes encontram-se acima do percentil 75 daqueles que, a nível nacional, tiveram classificação superior ou igual a 10 na PIM;
- 23% destes estudantes encontram-se acima do percentil 90 daqueles que, a nível nacional, tiveram classificação superior ou igual a 10 na PIM.

Veja-se, a este propósito, o gráfico da figura 1, onde se compara a distribuição da população ingressada no IST com a população geral.

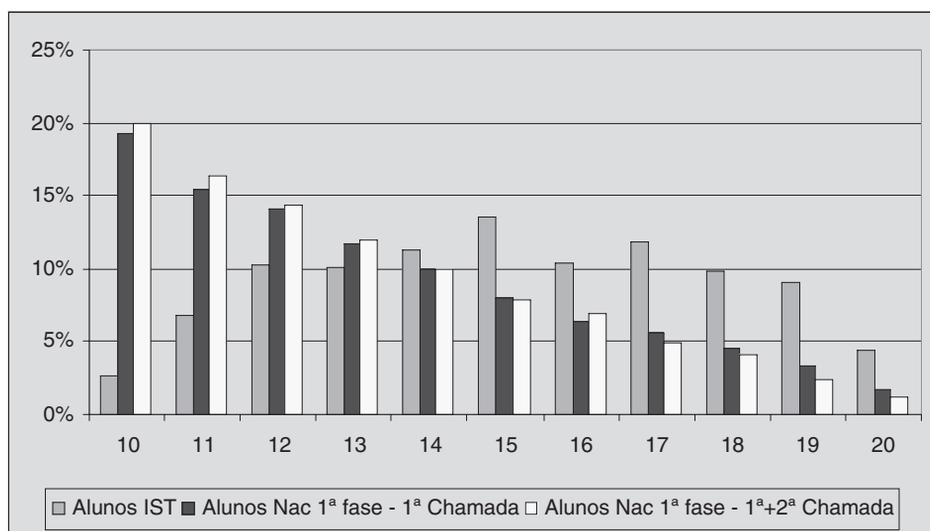


Figura 1. Comparação das frequências das notas de PIM dos alunos ingressados no IST em 2002/3 com o total nacional avaliado em 1.ª fase.

A situação é muito mais extrema se se tiver em consideração que, como acima foi referido, os alunos que, a nível nacional, obtiveram classificação superior ou igual a 10, representam apenas 44% dos avaliados.

Quanto à natureza da prova, ela não era horizontal mas transversal. Ela destinava-se a avaliar pontos fortes e fracos em toda a formação dos alunos ao longo do 3.º Ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário – ou

seja, entre o 7.º e o 12.º anos, inclusive. O formato foi de escolha múltipla num teste com 20 perguntas sem descontos para respostas erradas.

Para se ter a ideia correcta da natureza da prova, talvez seja suficiente dizer que a primeira pergunta, para um dos enunciados, era “Escolha o valor correcto: $\frac{1}{2} + \frac{1}{2} =$ ”, seguindo-se 4 possibilidades¹³, e que as 9 primeiras perguntas correspondiam a matéria elementar, leccionada em graus de ensino anteriores ao 10.º ano – que os pressupõe como pré-requisitos básicos – e que portanto não são sequer avaliados na Prova de Ingresso em Matemática. Todos os detalhes sobre a prova, enunciados e chaves de respostas se encontram publicamente disponíveis na página Web do Conselho Pedagógico do IST, em <http://wwwcp.ist.utl.pt/2001-2002/>. Nessa mesma página se encontram os relatórios estatísticos e descritivos [4] dos resultados obtidos pelos 1210 alunos ingressados na 1.ª fase do Concurso Nacional de Acesso. O que se segue é uma síntese dos resultados obtidos.

As perguntas encontravam-se divididas por grupos, relativos às matérias a que diziam respeito:

Grupo	Tópico Matemático	Ano em que é leccionado	Número de perguntas	Média de respostas certas
1	Regras operatórias com fracções e expoentes	3.º ciclo (7.º, 8.º, 9.º)	5	76%
2	Equações e inequações	10.º	4	71%
3	Funções exponencial, logarítmica e trigonométricas	12.º	3	55%
4	Funções: gráfico, domínio, contradomínio, extremos	11.º, 12.º	3	87%
5	Funções: derivadas	11.º, 12.º	3	78%
6	Funções: composição	até ao 11.º	1	48%
7	Raciocínio lógico	transversal	1	23%

Tabela 1: Descrição dos tópicos aferidos, grau de ensino em que são leccionados e média de respostas certas obtidas.

¹³ Como já referido, nos outros enunciados as perguntas são equivalentes.

Os dois primeiros grupos continham perguntas extraordinariamente elementares, nomeadamente operações sobre fracções, a regra dos expoentes, ou factos elementares de cálculo algébrico. Citando o Conselho Pedagógico do IST,

“a existência de respostas erradas é, só por si, algo de preocupante. Verificou-se que 34% dos alunos erraram pelo menos duas perguntas do grupo 1 e 65% erraram pelo menos duas perguntas no conjunto dos grupos 1 e 2” [4].

Muito preocupante é também o facto de estes estudantes de elite atingirem o ensino universitário numa das melhores Escolas de Portugal revelando carências difíceis de imaginar e cometendo erros inaceitáveis em operações elementares de aritmética ou cálculo algébrico. Para citar alguns exemplos¹⁴:

$$\frac{1}{x+2} = \frac{1}{x} + \frac{1}{2} \quad (7\% \text{ dos alunos});$$

$$\frac{x+2}{x+3} = \frac{2}{3} \quad (10\% \text{ dos alunos});$$

$$\sqrt{a+b} - \sqrt{b} = \sqrt{a} \quad (8\% \text{ dos alunos});$$

$$\frac{a^2+b^2}{a^4+b^4} = \frac{1}{a^2+b^2} \quad (16\% \text{ dos alunos});$$

$$\sqrt{a}\sqrt[3]{b} = \sqrt[3]{ab} \quad (14\% \text{ dos alunos});$$

Sendo a real arbitrário, $\sqrt{a^2} = a$ (35% dos alunos).

Muitos outros exemplos se poderiam citar. Como se observa, trata-se de erros difíceis de conceber em matérias surpreendentemente elementares,

¹⁴ Exemplos retirados dos enunciados do *campus* da Alameda, pelo que as percentagens correspondentes se referem em cada caso a um universo de cerca de meio milhar de alunos.

muitas vezes ao nível do 3.º Ciclo do Ensino Básico. Citemos directamente as conclusões do Relatório do Conselho Pedagógico do IST:

“É preocupante o facto de haver um número muito significativo de alunos que falham perguntas elementares correspondentes a matérias do 3.º Ciclo do Ensino Básico.

A baixa taxa de sucesso no grupo de perguntas respeitantes a funções exponencial, logaritmo e trigonométricas também revela potenciais problemas para o desempenho no IST.

Também o baixo resultado na composição de funções terá um impacto negativo no desempenho no IST.

Finalmente, o fraquíssimo resultado na lógica matemática corresponde a uma lacuna que é necessário colmatar”.

Em termos de recomendações conclui o referido documento:

“É importante que a matéria leccionada no 3.º Ciclo, e que corresponde a competências básicas que os alunos devem possuir, seja fortalecida no percurso do 10.º ao 12.º anos. É possível que o facto de o ensino ser obrigatório até ao 9.º ano e os sistemas anti-insucesso que são utilizados nos primeiros ciclos de ensino sejam responsáveis pela falta de solidez da formação nos grupos 1 e 2 das perguntas da Prova de Aferição. (...)

“É necessário saber o motivo pelo qual o grupo 3 de perguntas, leccionado em princípio no 12.º ano, apresenta um resultado tão pobre”. [4]

A análise estatística pormenorizada dos resultados permite, contudo, extrair conclusões mais profundas¹⁵. Em primeiro lugar, a grandeza com a qual a classificação da Prova de Aferição revela maior correlação estatística (cerca de 57%, quase independentemente da população sob observação) é a Nota de Seriação do aluno. Citando a Prof.^a Ana Pires Parente [3],

¹⁵ Os parágrafos seguintes referem-se aos relatórios [3], relativos ao *campus* da Alameda (1021 alunos).

“Existe uma relação relativamente forte entre os resultados da Prova de Aferição e a Nota de Seriação dos alunos, sendo que, em média, quanto maior for a Nota de Seriação melhores são os resultados na Prova de Aferição” [3].

A curva de resultados indica um pico entre o 14 e o 15, sendo a média aritmética das notas de 14.2. Essa distribuição não é simétrica; para notas abaixo do pico a distribuição tem uma cauda alongada, tomando valores entre no intervalo [4,14]. Veja-se a figura 2, onde se apresenta o histograma acompanhado da curva de melhor ajustamento¹⁶. As explicações estatísticas para este facto são de três tipos: (1) a existência de um limite superior à direita (20 valores)¹⁷; (2) a não-homogeneidade da população (alunos fortes não têm a mesma probabilidade de responder certo a uma pergunta ao acaso do que alunos fracos; (3) a não-independência das respostas (existe uma correlação positiva entre diferentes respostas de um mesmo aluno).

¹⁶ Adoptando um modelo estatístico de mistura de 4 distribuições do tipo $20 - X_i$, com X_i binomial negativa, $i = 1, 2, 3, 4$.

¹⁷ Se estivéssemos na presença de uma população muito mais fraca do que esta observar-se-ia, naturalmente, o efeito do limite inferior de 0 valores.

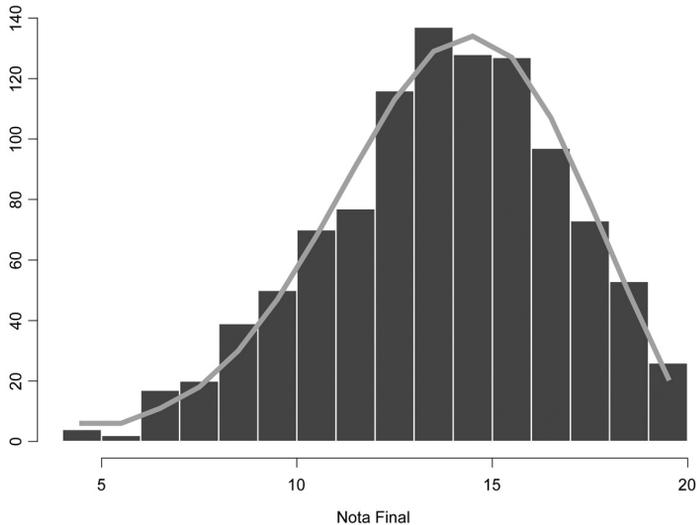


Figura 2: Histograma de notas finais e curva de melhor ajustamento (Alameda, 1.^a fase).

Este histograma representa uma radiografia da situação real em relação à Matemática dos alunos ingressados no IST. A anomalia que se observa sugere que exista heterogeneidade na população observada. De entre os vários modelos estatísticos testados, aquele que revelou melhor ajustamento aos dados foi o de uma mistura de 4 distribuições ver nota 16), cada uma delas caracterizada pelo intervalo de Nota de Seriação [3]. Apresentam-se na figura 3 os histogramas de Nota Final para a Nota de Seriação respectivamente nos intervalos [12,14], [14,16], [16,18], [18,20].

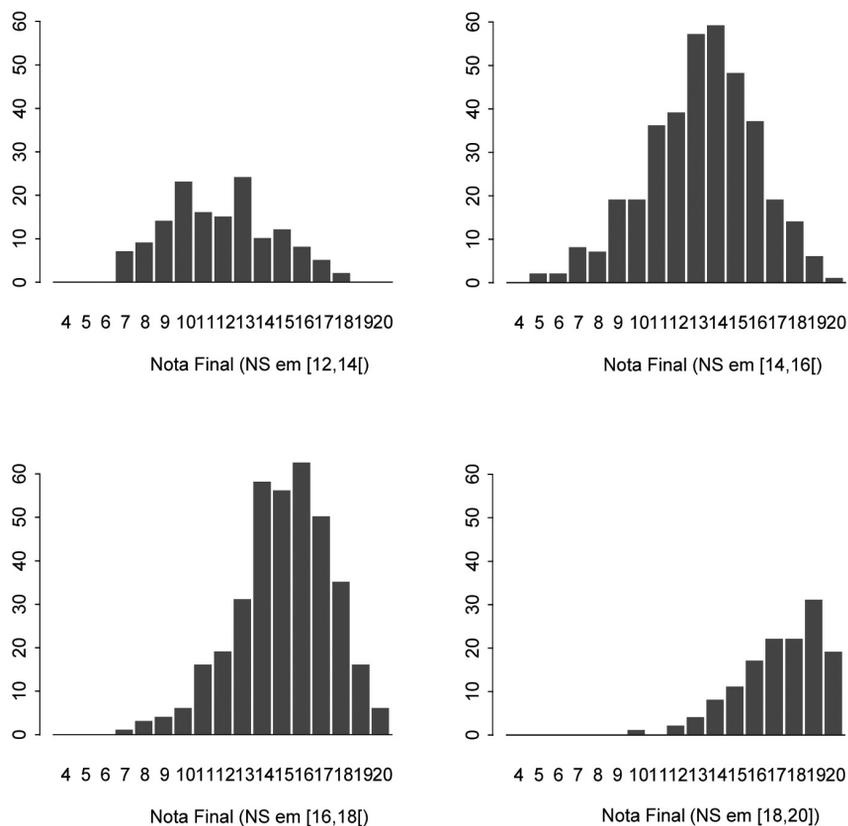


Figura 3: Histogramas de nota na Prova de Aferição para diferentes intervalos de Nota de Seriação (*Campus da Alameda, 1.ª Fase*).

Estes gráficos permitem concretizar algumas observações qualitativas já sugeridas. Em primeiro lugar, torna-se evidente o deslocamento para a direita das notas na Prova de Aferição à medida que a Nota de Seriação aumenta. As médias das notas da Prova de Aferição nas quatro categorias das Notas de Seriação consideradas são, respectivamente, 11.8, 13.3, 15.1 e 17.3 [3].

Em segundo lugar, a análise da dispersão das notas fornece também informação importante. É claramente visível que alunos com nota de seriação muito elevada, no intervalo [18,20], obtêm esmagadoramente classificação também muito elevada (entre 16 e 20) na Prova de Aferição (a assimetria observada é efeito de a média correspondente ser muito elevada (17.3) e da existência de um limite superior). Para alunos médios (com nota de seriação nos intervalos [16,18] e [14,16]), existe uma dispersão de notas na Prova de Aferição significativamente maior: elas variam já, com frequência não-trivial, entre 8 e 20 valores no primeiro caso e entre 7 e 19 no segundo. A grande concentração das notas é em ambos os casos na zona central do gráfico, e a distribuição revela maior grau de normalidade – o que indica que a subpopulação analisada é mais homogénea. Finalmente, para alunos com nota de seriação no intervalo [12, 14], a dispersão é enorme: não existem, ao contrário dos outros intervalos analisados, concentrações significativas que indiquem elevada correlação entre Prova de Aferição e Nota de Seriação. Não existe sequer um pico de frequências único. Ou seja, estes alunos podem tirar qualquer nota entre 7 e 16 valores com frequências comparáveis.

É muito instrutivo neste contexto analisar os resultados relativos à frequência relativa dos erros cometidos pelos alunos em função do grupo de questões e do nível de ensino em que são leccionadas. Os resultados¹⁸ apresentam-se na Tabela 2. Citando de novo a Prof.^a Ana Pires Parente:

¹⁸ Relativos ao *campus* da Alameda; cf. nota 15.

“O número de alunos que erra 3 ou mais questões elementares (i.e. dos Grupos 1, 2, 3) é considerado preocupante: 64.9% do total” [3].

Grupo	Questões	Anos em que são leccionados	Categoria	Frequência (%)
1	1-5	3.º ciclo (7.º, 8.º, 9.º)	2 ou mais questões erradas	30.3
2	6-9	10.º	2 ou mais questões erradas	30.6
3	10-12	12.º	1 ou mais questões erradas 2 ou mais questões erradas	78.1 41.7
4	13-15	11.º e 12.º	1 ou mais questões erradas 2 ou mais questões erradas	33.7 5.3
5	16-18	11.º e 12.º	1 ou mais questões erradas 2 ou mais questões erradas	46.2 13.3
6	19	até ao 11.º	Esta questão errada	51.6
7	20	transversal	Esta questão errada	75.9

Tabela 2: Alguns resultados relativos aos grupos de questões.

É relevante o facto de, em face da já referida correlação estatística significativa entre Prova de Aferição e Nota de Seriação, esta distribuição estar muito longe de uniforme. Na Tabela 3 resumem-se os dados, já para todos os cerca de 1300 estudantes abrangidos pela Prova de Aferição¹⁹, do cruzamento entre o número total de respostas certas nos grupos 1, 2 e 3 – os mais elementares, que, recorde-se, cobrem respectivamente matérias leccionadas no 3.º Ciclo do Ensino Básico, no 10.º e 11.º, e no 12.º anos – e a Nota de Seriação.

	Nota de Seriação				GLOBAL
	[120,140]]140,160]]160,180]]180,200]	
Relatório I	90.3%	80.2%	56.0%	20.4%	64.9%
Relatório II	93.5%	81.6%	42.9%	25.0%	81.5%
Relatório III	96.6%	60.0%	40.0%	-	73.4%
TODOS	92.2%	79.2%	54.7%	20.6%	67.8%

Tabela 3: Percentagem de alunos que erra 3 ou mais questões elementares (Grupos 1 a 3) em função da nota de Seriação.

¹⁹ Em relação às notas anteriores, a análise estatística dos resultados a cargo do DM está completa, no momento da escrita, para todas as três provas, pelo que é possível apresentar os resultados globais para todos os 1274 alunos.

Estes dados quase falam por si. Correspondem de facto à experiência quotidiana vivida no IST e, estou certo, na maioria das Universidades portuguesas. Seja-me permitido, contudo, enunciar explicitamente conclusões claras que se podem extrair:

- Alunos considerados pelo sistema educativo pré-universitário como “muito bons” ou “excelentes” têm de facto preparação matemática muito boa ou excelente.
- Alunos considerados pelo sistema educativo pré-universitário como “médios” podem ser médios ou, muito frequentemente, fracos ou mesmo muito fracos.
- As fraquezas destes alunos revelam-se frequentemente na falta de domínio de matérias absolutamente elementares; é surpreendente a frequência com que são expostas graves carências em matérias leccionadas ao nível do Ensino Básico e de todo o Secundário.

Estas conclusões parecem-me, em articulação com o descrito em 2.1, extremamente importantes pois permitem reenquadrar o debate em torno, por exemplo, dos resultados do de estudos como o TIMMS ou o PISA 2000. Na verdade, quando se afirma que “os resultados médios dos alunos portugueses são claramente inferiores aos obtidos, em média, no espaço da OCDE” [1] está a falar-se em termos do aluno médio. Ora, à luz destes resultados, o aluno médio está, ou pode estar, na verdade *muito mais mal preparado* do que o sistema educativo certifica através das suas classificações. Todos estes dados apontam num único sentido: a preparação matemática de alunos muito bons ou excelentes é de facto muito boa ou excelente; mas a do aluno médio pode ser, com grande frequência, fraca ou muito fraca. É, com grande probabilidade, este fenómeno que se observa em estudos internacionais. A situação do ensino Básico e Secundário da Matemática parece ilustrar, num sentido bem mais dramático do que o pretendido pelo autor, uma frase do físico Richard Feynman: “The power of instruction is seldom of much efficacy except in those happy dispositions where it is almost superfluous” [5].

As conclusões extraídas são, dentro da amostra estudada, muito significativas. Seria certamente de toda a utilidade realizar um estudo

semelhante a nível nacional. A minha convicção pessoal é a de que as conclusões seriam exactamente as mesmas. Mas, não sendo tal prova realizada com a elite mas com a massa dos estudantes, provavelmente ficaria exposta a verdadeira dimensão da catástrofe nacional no ensino Básico e Secundário da Matemática – que por vezes nem chega a ser reconhecida ou valorizada como tal por pessoas com grandes responsabilidades, como descrito na Introdução.

Por outro lado, é impossível deixar de interpretar este fenómeno como efeito perverso do nivelamento por baixo do sistema de ensino pré-universitário, com todas as injustiças – até, ou sobretudo, sociais – que ele provoca. Esta seria uma linha de análise importante que, contudo, não será aqui prosseguida.

2.3 SINTOMAS: CONCLUSÕES

Farei de seguida a interpretação que me parece mais clara de todos estes sintomas. Se as conclusões parecem chocantes elas são, como vimos, factualmente fundamentadas.

CONCLUSÕES

1. Não existe nenhuma obscura “maldição genética” ou atavismo cultural que afaste os portugueses da Matemática.
2. Os melhores portugueses são tão bons como os melhores não portugueses (a inteligência matemática é democrática e uniformemente distribuída).
3. O sistema de ensino português pouco influencia o desempenho dos melhores alunos.
4. O sistema de ensino português é **prejudicial** para os alunos médios e fracos, não os equipando com os conhecimentos e ferramentas básicas essenciais.

Gostaria de encerrar esta secção com as sábias palavras de um Mestre que tive a felicidade de ter como Professor no Instituto Superior Técnico, o Prof. Jaime Campos Ferreira, que foi recente e justamente homenageado (veja-se <http://www.math.ist.utl.pt/PremioPJCF/>), sem dúvida figura incontornável da Matemática em Portugal na 2.^a metade do século XX. Afirma o Prof. Campos Ferreira:

“(Esta é) uma altura em que somos frequentemente confrontados com referências a uma hipotética incapacidade dos estudantes portugueses para a Matemática. É claro que a existência de um reduzido número de estudantes de nível excepcional não será argumento para contestar essa pretensa incapacidade. Mas não poderão também prová-la todos os estudos que evidenciam um nível médio efectivamente muito baixo dos nossos alunos do ensino secundário, tanto em provas nacionais como em comparação com estudantes de outros países. Considero esses resultados de facto preocupantes, mas nada na minha experiência pessoal sugere que entre as suas causas possa estar alguma inaptidão mais ou menos congénita dos estudantes portugueses em relação à Matemática. Em contrapartida, uma causa bem real é a profunda degradação verificada no nosso ensino pré-universitário de Matemática nas últimas três ou quatro dezenas de anos”.

3. DIAGNÓSTICO

Identificados aqueles que julgo serem alguns sintomas não-triviais relativos ao estado do ensino da Matemática em Portugal, a secção seguinte destina-se a descrever, de uma forma fundamentada, aqueles que na minha opinião são os principais problemas que dão origem à situação observada. Não tenho a pretensão de afirmar que sejam os únicos problemas; mas são sem dúvida os mais importantes em termos de impacto na actual situação de crise.

3.1. FORMAÇÃO DE PROFESSORES

A formação de professores para o ensino da Matemática é um ponto particularmente crítico. A discussão da formação de professores deve

dividir-se em duas etapas: a chamada *formação inicial*, que corresponde ao grau terminal (em geral Licenciatura) do futuro candidato a professor, e a *formação contínua*, que corresponde a acções mais ou menos pontuais de aprofundamento científico ou pedagógico após o ingresso do professor na vida profissional.

Concentrar-me-ei nesta intervenção na formação inicial, que considero mais crítica para o bom ou mau funcionamento do sistema educativo. Este facto não significa que não se considere importante a formação contínua ou que ela esteja livre de problemas – muito pelo contrário. A importância que se atribui à formação inicial é devida aos seguintes factos.

1. As carências científicas na formação inicial são quase impossíveis de suprir de forma sólida após a inserção na carreira profissional, que tem a sua própria dinâmica e exigência.
2. A inserção na carreira profissional de um professor cientificamente mal preparado tem efeitos a longo prazo. A carreira profissional tem tipicamente uma duração de mais de trinta anos, reflectindo-se pois a impropriedade científica em gerações sucessivas de alunos.

Consideremos portanto alguns dos problemas cruciais relativos à formação²⁰ de professores de Matemática.

Em primeiro lugar, um professor de Matemática *não pode* limitar-se a conhecer razoavelmente a Matemática que vai ensinar. Um professor deve saber muito mais Matemática do que aquela que ensina. As razões são inúmeras.

Em primeiro lugar, a componente pedagógica: a melhor maneira de motivar alunos para a Matemática é mostrar-lhes como a Matemática que estão a aprender tem ligações com outros problemas e áreas da Matemática e com aplicações. É claro que se um professor ignora outros ramos da Matemática não pode desempenhar este papel, em prejuízo dos próprios alunos.

²⁰ A partir deste ponto, quando se referir “formação” deverá pois entender-se “formação inicial”.

Em segundo lugar, saber muito mais Matemática do que aquela que se ensina é condição necessária para um bom desempenho profissional independentemente do nível dos alunos com que se lida. Citando Al Cuoco²¹ [6], do *Center for Mathematics Education at Education Development Center*, numa análise ao que deve constituir formação científica indispensável para um futuro candidato a professor de Matemática:

“grande parte da Matemática universitária a nível de Licenciatura pode ser motivada ou aplicada a “meta-problemas” em que os professores estão sempre a pensar quando concebem problemas para os seus alunos (ver [7] para mais sobre este ponto). Esta Matemática pode incluir questões como:

- É possível gerar tripletos pitagóricos? Se sim, como?
- É possível gerar triângulos de lados inteiros com um ângulo de $60.^\circ$? Se sim, como?
- Se dois polígonos têm a mesma área, é possível cortar um deles de forma a coincidir com o outro? Se sim, como?
- É possível encontrar três pontos da rede de inteiros no plano que determinam um triângulo com lados inteiros? Se sim, como?
- É possível gerar polinómios cúbicos em $Z[x]$ com extremos e raízes racionais e distintos? Se sim, como?

(...)

As aplicações da Matemática à Ciência, às Finanças e ao Desporto tornaram-se imagem de marca de muitas Licenciaturas. Porque não incluir aplicações da Matemática ao Ensino da Matemática?”

Em Agosto de 2001 o *Conference Board for the Mathematical Sciences* dos E.U.A. publicou o seu relatório *The Mathematical Education of Teachers*. Como é sabido, os E.U.A. têm os seus próprios problemas com a Matemática. Este documento, produzido por líderes mundiais da Educação Matemática, termina com 11 recomendações. Em relação à formação inicial, e citando uma constatação da matemática Amy Cohen²² [7]:

²¹ Tradução do autor.

²² Idem.

“*Recomendações 2, 3 e 4.* Estas recomendações especificam a quantidade de formação em Matemática que os futuros candidatos a professores devem receber na licenciatura: 9 horas-semester para professores de 1.º ao 4.º ano, 21 horas-semester para professores do 5.º ao 8.º ano e pelo menos o equivalente a um grau de licenciatura *major* em Matemática para professores do 9.º ao 12.º anos”.

Traduzindo para o sistema português, e tendo em conta que uma disciplina semestral tem 3 horas, estas recomendações correspondem ao seguinte. A formação matemática mínima, recomendada para o exercício da profissão de professor é de

- 3 disciplinas de nível universitário para ensinar o 1.º Ciclo do Ensino Básico;
- 7 disciplinas de nível universitário para ensinar entre o 5.º e o 8.º anos;
- O equivalente 3 anos de uma Licenciatura em Matemática para ensinar entre o 9.º e o 12.º anos.

Estas recomendações são directamente transferíveis para o caso português. Não só não parece legítimo invocar argumentos de “especificidade nacional” para defender a perpetuação do atraso efectivo que temos nesta matéria, como esta mesma estrutura de formação coincide quase exactamente com a proporcionada e defendida pelos melhores Departamentos de formação de professores em Portugal. Atente-se nas seguintes palavras de Marques de Sá, da Universidade de Coimbra [8]:

“À questão *Qual a Matemática que deve saber um professor de Matemática?* a resposta que damos é: toda a de um curso (propedêutico, tipo bacharelato) de três anos, num departamento da especialidade. Um estudante que o complete pode, depois, optar por um 4.º ano “científico” altamente optativo, ou por um ano de preparação profissional como professor.

No meu Departamento²³, o Ramo Educacional consiste numa forma imperativa de quarto ano; a não existência de opções na formação de

²³ Departamento de Matemática da Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

professores deve-se, em primeiro lugar, ao facto de se tratar de uma licenciatura profissionalizante, com necessidades específicas bem determinadas e sobre as quais há que cumprir legislação. Sem reclamar originalidade, antes reafirmando um modelo de formação bem conhecido, ao *primeiro ciclo* de três anos de formação matemática, segue-se um quarto ano com 8 disciplinas: psicologia da adolescência, diversas didácticas da Matemática – com relevo para a resolução de problemas, meios computacionais no ensino – e disciplinas de “introdução à realidade escolar”.

Em Portugal nada de vagamente semelhante se passa na esmagadora maioria das escolas de formação de professores. Aquilo que infelizmente se constata – e não é necessário grande esforço; uma rápida pesquisa na Web pode confirmar este facto – é que a componente matemática *strictu sensu* em cursos de formação de professores de Matemática está muitíssimo abaixo, não apenas destas insuspeitas recomendações, como muitas vezes do que poderia ser minimamente aceitável. Certas escolas formam professores para o Ensino Básico por vezes com duas, três ou quatro disciplinas semestrais de Matemática com conteúdos matematicamente muito pobres ao longo de um curso de 4 ou 5 anos. Não é raro que professores nestas circunstâncias, depois da inserção na carreira profissional, possam ser requisitados para ensinar Matemática até ao 9.º ano. Algumas das perguntas citadas por Cuoco podem ser importantes na elaboração de um simples teste para os alunos. Como é legítimo esperar que professores nestas circunstâncias – e muitas vezes os próprios são os menos culpados – possam ser bons profissionais do ensino da Matemática, por grande que seja o seu voluntarismo?

O mesmo fenómeno se passa ao nível superior, em certas Licenciaturas em Ensino da Matemática ou Ramos Educacionais de Licenciaturas de Matemática, que formam professores para o Ensino Secundário. Em muitos casos assiste-se ao esvaziamento dos conteúdos e exigências matemáticas dessas Licenciaturas, quer através da substituição de disciplinas de carácter científico por outras, quer através da diminuição drástica do grau de exigência científica, em disciplinas com o mesmo nome, de Escola para Escola.

O mecanismo que proporciona este fenómeno é bem real. De facto, em virtude da autonomia universitária qualquer Universidade pode, após homologação de uma Licenciatura, realizar reestruturações sucessivas, quer curriculares quer científico-pedagógicas, sem qualquer aprovação externa. Por outro lado, o financiamento das Universidades pelo Orçamento de Estado é directamente proporcional ao número de alunos que a frequentam. Finalmente, houve nos últimos anos – e pela primeira vez em décadas – excesso de professores de Matemática. Esse excesso tem essencialmente duas razões: em primeiro lugar de ordem demográfica, e em segundo o famoso Despacho Normativo 10B/98, que confere habilitação própria para ensino da Matemática do 7.º ao 12.º anos a um leque extremamente alargado de cursos.

Esta conjugação administrativa foi letal. Por um lado,

1. aumentou explosivamente por decreto o número de habilitados a leccionar Matemática;
2. consequentemente, o espectro do desemprego afastou muitos potenciais bons candidatos a cursos de Ensino da Matemática;
3. por outro lado, as Universidades passaram a estar em competição aberta para atrair (um número decrescente de) alunos, pois são financiadas proporcionalmente a ele.

A reacção das Escolas não é surpreendente. De forma a assegurar preenchimento de vagas, Escolas e Universidades mais fracas – e portanto as primeiras a ser afectadas com a rarefacção de alunos – optaram por vias menos claras para atrair alunos, introduzindo todo o tipo de distorções a que poderíamos chamar de “mercado” no sentido mais triste do termo. Uma das vias foi a progressiva diminuição da exigência e esvaziamento de conteúdos científicos, com todos os efeitos desastrosos já descritos. Outra foi a hiperinflação de classificações. Num concurso para professor no Estado, a ordenação de um candidato é feita pelo Ministério exclusivamente em função da nota final; se uma Escola dá aos seus alunos por sistema classificações extremamente elevadas, estes têm quase assegurado emprego no final do curso... por muito má que tenha sido a preparação obtida.

Não errarei por muito se afirmar que este cenário corresponde ao que o Prof. João Filipe Queiró chamou na sua intervenção “batota institucional”. Mas existem situações ainda mais extremas destes fenómenos. Suponhamos que um aluno frequenta o Ramo Educacional da Universidade A – exigente, onde teve vários anos de formação matemática sólida, e que a sua média no final do 4.º ano é, digamos, de 10 valores. O 5.º ano é de Estágio Pedagógico, que na sua Universidade tem peso 20% no final do curso. Este aluno terminará o curso com média próxima de 10, ficando pois sem possibilidade prática de colocação nos concursos oficiais – ou seja, desempregado.

Suponhamos agora que uma outra Universidade B, conhecida por dar classificações extraordinariamente elevadas em geral e em particular no ano de Estágio, adopta como regra de cálculo para a média final um peso de 80% para o Estágio e admite transferências no último ano de curso. Se esse aluno pedir transferência para a Universidade B, onde lhe são dadas equivalências automáticas aos seus 4 primeiros anos, e lhe for dada como classificação de Estágio a nota de 20 valores, terá como média final de curso pela Universidade B a classificação de 18 valores. Nos concursos do Ministério da Educação o computador colocá-lo-á num dos primeiros lugares e ele passou a ter emprego assegurado, provavelmente para o resto da vida. Mesmo que o processo implique custos pessoais, compensa! E, com esta estratégia, ultrapassou injustamente os colegas da Universidade A que terminaram honestamente o curso com classificações até 17.9 valores – e que terão preparação científica muito melhor do que a sua. Em poucas palavras: utilizou o sistema para tirar o lugar a alguém que aprendeu mais Matemática, trabalhou mais, e que com toda a probabilidade seria um melhor professor.

Quem conhece o meio sabe que esta não é uma situação fictícia ou sequer rara. Em 2001 terminou o 2.º Ciclo de Avaliação das Universidades Portuguesas; eu próprio estive envolvido como avaliado na dupla qualidade de docente e Coordenador da LMAC²⁴. O que se segue é uma citação directa do Relatório Síntese-Global da Comissão de Avaliação Externa [8]:

²⁴ Licenciatura em Matemática Aplicada e Computação.

“No Relatório Final da Avaliação anterior (...) foi chamada a atenção para o facto de os licenciados que se destinam ao ensino público, em que a classificação final é o único critério de selecção, verem esta classificação calculada por regras que variam significativamente de Universidade para Universidade.

Nada foi corrigido desde então e nesta segunda avaliação foram muitos os alunos das Licenciaturas em Ensino da Matemática (ou dos Ramos Educacionais) que não esconderam a sua revolta por esta situação.

(...) A CAE sugere que (...) a classificação final seja obrigatoriamente calculada, em todas as Universidades com estas Licenciaturas (...), dando peso de 25% ao estágio”.

Em resumo: a componente científica da formação de professores é inaceitavelmente fraca por padrões objectivos e internacionais. A má articulação da legislação relevante **promove** a aceleração dessa degradação. E sistema permite que o Ministério da Educação recrute, sem o saber, professores de Matemática que não estão preparados para o ser ou não são os melhores candidatos.

3.2. PROGRAMAS

Entre 1995 e 1997 foram introduzidos em Portugal novos Programas de Matemática para o Ensino Secundário (10.º-12.º anos). Esta reforma foi particularmente infeliz porque não apenas foi realizada praticamente sem solicitar a intervenção da comunidade matemática (o que só por si é de estranhar e motivou, em particular, a existência de erros científicos em versões preliminares, veja-se [10]) como prosseguiu sem levar em consideração as críticas correspondentes e a vontade efectiva, que existiu, de intervenção por parte da comunidade matemática no sentido de evitar erros desnecessários.

Estes Programas foram extensamente criticados, de forma quase unânime, pela comunidade matemática por inúmeras razões. Não é este o local para proceder a uma análise detalhada das fraquezas e insuficiências

destes Programas, aliás já abordadas na intervenção do Prof. Luís Sanchez; mas não é possível prosseguir sem uma breve referência a elas. Resumirei as mais importantes de seguida; o leitor mais interessado poderá aprofundar estas razões em [10].

Em primeiro lugar, os Programas são do ponto de vista científico não-normativos. Os tópicos a tratar são definidos por simples enumeração de tópicos. Este facto torna-os por vezes muito vagos; aliado à falta de preparação científica sólida de muitos professores, faz com que muitas vezes objectivos mínimos de aprendizagem pelos alunos não sejam atingidos, embora isso seja muito difícil de aferir.

Em termos metodológicos, pelo contrário, os programas destacam-se pelo carácter normativo, em particular a utilização da calculadora não como ferramenta de cálculo mas como *substituto para os conceitos, eliminando as definições formais*. Esta estranha situação faz com que os Programas transmitam uma enorme pobreza conceptual, ao ignorar o método axiomático-dedutivo ao longo de toda a Análise Matemática, de que são paradigma o tratamento descuidado, que em [11] inclui erros científicos, dado às noções de limite e derivada.

A utilização intensiva da calculadora gráfica em si mesma poderia ser uma excelente iniciativa. Infelizmente, ela coloca a ênfase exactamente nos alvos errados. Um exemplo de aplicação correcta seria o de realizar cálculos estatísticos (média, desvio-padrão, quantis, histogramas) com exemplos não-triviais e mesmo do mundo real. Infelizmente, a sua utilização é recomendada como substituto para os conceitos, como se a máquina fosse um oráculo omnisciente. Como diz Sanchez [10],

“É estranhíssimo que se sugira o estudo das funções trigonométricas a partir de um gráfico, como se este não proviesse facilmente da observação do círculo trigonométrico. O enunciado dos programas leva a crer que se encaram estas funções como uma revelação miraculosa da calculadora, como se nada tivessem a ver com o que se estudou no círculo trigonométrico”.

A imagem global que estes programas transmitem é, pois, uma caricatura grotesca e disforme da verdadeira Matemática.

Um argumento que frequentemente se ouve em defesa dos Programas é que tiveram a virtude de permitirem a massificação do ensino da Matemática num espírito “moderno”, não-formalista, e que pelo menos com os novos programas aprenderam a aprender o porquê dos cálculos. Citemos [11]:

“Até 1994/95, os alunos que terminavam o Ensino Secundário com os programas clássicos chegavam à Prova Específica de Acesso ao Ensino Superior e apenas obtinham médias à roda de 20% (...). Como dizia um dos pareceres recebidos, não é admissível que um número considerável de alunos chegue à Universidade revelando lacunas como as que transparecem nos seguintes exemplos:

$$\begin{aligned} (\dots) \frac{x^2}{x^5 - 5} &= \frac{1}{x^3 - 5} \\ \frac{x}{\sqrt{x^6 + 1}} &= \frac{x}{\sqrt{x^6 + 1}} = \frac{x}{x^3 + 1} = \frac{1}{x^2 + 1} \quad (\dots) \end{aligned}$$

Mas a verdade é que chegavam e com um programa que insistia sobretudo no cálculo e em “memorizações e automatismos superficiais” mas nem sequer desenvolvia as capacidades de cálculo (...), quanto mais a capacidade de resolver problemas matemáticos. (...) Era necessário mudar urgentemente tanto conteúdos como metodologias”.

Trata-se evidentemente de um objectivo louvável. Contudo, os erros inaceitáveis citados pelos Programas e atribuídos aos efeitos dos “programas clássicos (...) baseados em “memorizações e automatismos superficiais” anteriores a 1995, têm uma semelhança assustadora com os que os alunos ingressados no IST em 2002, descritos em 2.2, cometem. Como decidir objectivamente se os Novos Programas, apesar de todos os seus defeitos, melhoraram a situação? Escutemos as palavras de Marques de Sá [8]:

“O que se seguiu à experimentação dos programas do Ensino Secundário da reforma curricular de 1991 foi o alargamento a todo o País dessa experiência grosseiramente conduzida e muito mal avaliada. Isso obrigou aos ‘cortes-à-medida’ – contidos nas *Orientações de Gestão do Programa*, de 1995 – que, posteriormente, desembocaram no fraco ‘programa ajustado’ surgido em 1997. Foram muitos anos de um processo rocambolesco no qual, custe a quem custar, se tornou já clara a responsabilidade política. Mostra, também, que a avaliação de novos programas pelos próprios autores experimentadores, e pelos responsáveis políticos que lançam uma reforma e que nisso apostam os seus lugares, é obviamente insuficiente: impõe-se, sempre, uma avaliação de carácter externo com participação de sectores críticos”.

Por outras palavras, os Novos Programas implementados em todo o País incorrem numa anomalia difícil de compreender: não prevêm mecanismos externos de avaliação do seu sucesso. Os seus autores e responsáveis técnicos e políticos garantem que eles são melhores, o que os dispensa de uma avaliação objectiva.

Este procedimento não poderia, obviamente, ser menos científico, estando mais próximo de uma questão de fé. Pior: quando existe aferição externa, seja a nível internacional como nos estudos TIMMS ou PISA 2000, seja a nível interno, como sucedeu em 2002 na Prova de Aferição do IST, todos os indicadores parecem apontar no mesmo sentido: os objectivos da reforma curricular de 1995 não foram, de todo, atingidos. Não só os antigos problemas subsistem, como os Novos Programas e metodologias criaram classes verdadeiramente novas de problemas. Nas palavras de St. Aubyn *et al*²⁵ [12]:

“Nos últimos anos tem-se verificado, de forma permanente, uma diminuição clara da preparação em Matemática dos alunos oriundos do Ensino Secundário que chegam à Universidade (e, em particular à Universidade Técnica de Lisboa), o que se tem traduzido no aparecimento de um **hiato** significativo entre as matérias leccionadas

²⁵ Relatório efectuado no âmbito do GMUTL, Grupo de Matemática da Universidade Técnica de Lisboa.

no Ensino Secundário e os programas de Matemática dos primeiros anos das licenciaturas da UTL; é cada vez menos possível ensinar as matérias que constam dos programas das disciplinas da UTL.

As **graves lacunas** dos alunos que ingressam nos primeiros anos das diversas Escolas da Universidade, detectadas pelos professores de Matemática da UTL, dizem respeito essencialmente aos seguintes aspectos:

1. Incapacidade de abstracção (quase sempre os alunos só conseguem raciocinar a partir de exemplos).
2. Ausência de conhecimento do método próprio da Matemática, o método lógico-dedutivo.
3. Profundo desconhecimento de conceitos básicos de Análise Matemática e de Geometria.
4. Grandes dificuldades no cálculo algébrico.

Qualquer reformulação do ensino da Matemática no Secundário tem de atender aos aspectos apresentados. **É inadmissível** que um aluno, ao entrar num curso universitário científico, na faixa etária dos 18 anos:

- a) não esteja minimamente apetrechado para raciocinar de forma abstracta;
- b) não tenha obrigação de saber quais são as componentes básicas de uma teoria matemática (axiomas, definições, teoremas, demonstrações), e como estas componentes se relacionam com base no método dedutivo;
- c) desconheça completamente muitos dos conceitos fundamentais de Análise Matemática (como sejam: limite de sucessão de números reais; limite, continuidade e derivada de funções reais de variável real; etc.), sem ter a mínima noção sobre os seus significados;
- d) não consiga relacionar, de forma minimamente aceitável, duas ou três ideias de índole geométrica;
- e) tenha dúvidas em cálculos algébricos simples ou na representação de figuras geométricas simples, como a parábola ou a elipse”.

A discussão sobre “Novos Programas de Matemática” não é paroquial. Pelo contrário: o que se realizou em Portugal nos anos 90 é uma importação de fraca qualidade de debates que ocorrem pelo menos desde os anos 70 em comunidades educativas mais avançadas, como os nossos parceiros europeus e os E.U.A.. Quando esta reforma curricular foi imposta entre nós como fórmula inovadora, muitas das suas propostas tinham já sido experimentadas, avaliadas e abandonadas, por ineficazes, noutros países da Europa, por exemplo o Reino Unido. Citemos o matemático George Andrews, que tem tido participação activa neste debate nos E.U.A. [13]:

“Vejamos uma notícia vinda do Reino Unido, onde o movimento de reforma está bem mais avançado do que nos EUA:

“As calculadoras vão ser banidas dos exames de Matemática do próximo ano para alunos de 11 anos, pois a Comissão de Acompanhamento Curricular identificou preocupantes faltas de capacidade matemática nos exames deste Verão (...) como confusão generalizada sobre casas decimais e falta de competências em cálculo com frações. A divisão também é uma “fraqueza particular”. (...) Os métodos de ensino que encorajam as crianças a descobrir regras matemáticas por si próprias foram criticadas por permitir que as crianças desperdicem tempo tentando construir as coisas ineficientemente”.²⁶

– D. Charter, *Exams ban on calculators after maths standards fall*. The Times Ed. Supp., 7/12/1995.

É até um pouco irónico constatar que isto se passava no Reino Unido em 1995, ano em que entre nós se começavam a implementar a nível nacional os Novos Programas baseados precisamente no tipo de opções que o Reino Unido acabava de abandonar.

No debate sobre programas e metodologias é infelizmente frequente a ideia de que por várias razões os matemáticos profissionais exageram, por preconceitos vários, as fraquezas dos programas leccionados no Secundário, atitude que muitas vezes leva a que as suas críticas sejam simplesmente

²⁶ Tradução do autor.

ignoradas. Não poderiam ser mais esclarecedoras as palavras de Guilherme Arroz, Professor Associado do DEEC²⁷ do IST que lecciona disciplinas de Engenharia do 1.º ano, a propósito da preparação matemática que observa nos alunos que ingressam nos cursos de Engenharia [14]:

“Do ponto de vista da Matemática os objectivos podem ser analisados segundo três componentes: o desenvolvimento do pensamento abstracto, a capacidade de operacionalizar conceitos realizando cálculos e a capacidade de utilizar a ferramenta matemática para modelizar sistemas e fenómenos.

Infelizmente os alunos surgem deficientemente preparados em todos esses componentes. No que diz respeito a desenvolvimento do pensamento abstracto o próprio programa e metodologias sugeridas mostram total desadequação a este fim. Isto acarreta grandes problemas, uma vez que, na idade de entrada no Superior, é já difícil desenvolver essa capacidade. A falta de capacidade de abstracção dos alunos tem consequências graves, não só nas disciplinas de Matemática, mas também em muitas outras em que os alunos mostram incapacidade de generalizar a abordagem de problemas por clara incapacidade de abstracção. A este nível é também de referir que os conceitos básicos estão em alguns alunos muito mal dominados.

Em segundo lugar, verifica-se a existência de dificuldades para realizar cálculos por parte dos alunos. O cálculo mental, nomeadamente, é para a maior parte dos alunos de extrema dificuldade. Alguns alunos conseguem realizar cálculos utilizando a máquina de calcular, mas muitos usam-na de forma mecânica para resolver problemas-tipo e sentem dificuldades, mesmo utilizando calculadoras, em realizar cálculos mais complexos ou encadeados. Por outro lado, muitos alunos dependem totalmente das calculadoras para realizar cálculos básicos, sendo completamente incapazes de os realizar manualmente. Exemplos desta incapacidade incluem algoritmos tão básicos como o da divisão. Muitos alunos são realmente incapazes de realizar a divisão de um número por outro de mais de um algarismo ou de dois números com parte decimal. O cálculo mental, por sua vez, não parece ter sido alguma vez

²⁷ Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores.

exercitado, chegando a ser penoso para alguns alunos realizar mentalmente operações básicas como multiplicar por 2 ou dividir por 10.

Em terceiro lugar, apesar de este aspecto ser referido nos programas, um certo número de alunos sente dificuldade em utilizar a Matemática para modelizar sistemas ou fenómenos que não necessitam de assumir grande complexidade (...).”

Por último, a reforma dos Programas é por vezes descrita aproximadamente nos seguintes termos. Tratou-se de um passo no sentido da “modernização”. A comunidade matemática, após uma reacção inicial, aceitou finalmente as virtudes da reforma e hoje em dia todos, matemáticos, especialistas em Educação e professores, convivem pacificamente com os Programas do Ensino Secundário tal como são leccionados.

Esta perspectiva simplista não poderia estar mais afastada da realidade. Citámos já extensamente reacções muito críticas da comunidade matemática surgidas ao longo dos últimos oito anos. Aquilo que se tem passado sistematicamente é que as críticas construtivas da comunidade matemática são, na maior parte das vezes, ignoradas. Esta impermeabilidade aos efeitos da discussão gerou na comunidade matemática um enorme sentimento de frustração, de que é paradigmático o pleito de Sanchez [15]:

“...que expectativa podemos ter sobre a qualidade dos materiais a produzir e das acções a realizar, sabendo que nos lugares de comando estão pessoas que não sabem redigir uma explicação matematicamente razoável do motivo por que a derivada se anula num ponto de extremo local, e quando à sua volta quase ninguém se preocupa com isso?”.

Mas a reacção da comunidade matemática não se limitou a escrever artigos ou participar em debates. Em face da inflexibilidade de decisores políticos e técnicos, alguns grupos de Professores Universitários decidiram tomar iniciativas pioneiras que mostrem no terreno os problemas a este nível. Há pelo menos dois casos particularmente notáveis: o Projecto REANIMAT (Projecto Gulbenkian de Reanimação Científica da

Matemática no Ensino Secundário) e o Projecto do GMUTL, que descreverei sucintamente.

O Projecto REANIMAT é uma iniciativa conjunta da Fundação Calouste Gulbenkian e da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, através do seu Departamento de Matemática, sendo dinamizada pelos Profs. Luís Sanchez e Armando Machado. Citando directamente [16]:

“Propõe-se promover uma abordagem renovada aos actuais programas de Matemática no ensino secundário num conjunto limitado de turmas de quatro escolas da região de Lisboa. Tenta assim contribuir-se para a inversão da tendência que se tem feito sentir para uma degradação das aptidões e conhecimentos matemáticos dos estudantes que iniciam os estudos superiores.

As turmas serão acompanhadas ao longo de três anos, correspondendo sucessivamente à escolaridade dos décimo, décimo primeiro e décimo segundo anos e deverá haver posteriormente uma avaliação da experiência realizada, que terá em conta tanto os resultados obtidos pelos estudantes participantes na prova de Exame Nacional de Matemática do décimo segundo ano, como a forma como se adaptaram ao estudo da Matemática no decorrer do primeiro ano dos cursos superiores”.

Em particular, no âmbito deste projecto são produzidos materiais didácticos para alunos, como manuais e problemas, e guiões para professores. O projecto está no momento da escrita em curso e terá a sua primeira avaliação externa em breve.

Outro projecto pioneiro neste sentido é o do Grupo de Matemática da UTL. Identificado o problema do hiato entre o Ensino Básico e Secundário e o Superior como descrito por St. Aubyn *et al.*²⁸, pretende aqui atacar-se esse problema por um ângulo um pouco diferente do Projecto REANIMAT. Está neste momento a realizar-se a elaboração de materiais didácticos de Matemática relativos aos conteúdos e níveis de conhecimento considerados desejáveis para um aluno que vai ingressar numa Escola da UTL. Esses

²⁸ Ver citação acima e a referência [12].

materiais devem permitir aos alunos adquirir os conhecimentos e conceitos básicos que neste momento são considerados mais problemáticos para o seu sucesso escolar. Tanto a nível discursivo como matemático estes materiais situam-se a nível pré-universitário, e poderiam com grande vantagem ser utilizados por alunos do 12.º ano como complemento à sua formação. Não é de excluir uma posterior colaboração neste sentido com as Escolas Secundárias. Este projecto é apoiado pela Fundação Calouste Gulbenkian através da Reitoria da UTL.

Os problemas relacionados com os Programas de Matemática não se esgotam, contudo, no Secundário. Se a eles nos referimos tão detalhadamente é porque são aqueles que exercem influência mais directa e sensível nas carências verificadas no Superior, e em que os problemas estão mais bem identificados. Contudo, é convicção de parte significativa da comunidade matemática que muitos problemas vêm de trás, nomeadamente do Ensino Básico, sendo agravados no Secundário. Esta convicção é de resto reforçada objectivamente pelos resultados das Provas de Aferição do IST descritos em 2.2, que revela carências inaceitáveis ao nível do Ensino Básico. Esse seria um ponto interessante, mas não será aqui discutido.

3.3. MANUAIS ESCOLARES

O papel dos manuais escolares no processo da aprendizagem pré-universitária da Matemática é frequentemente subvalorizado. Em muitas escolas, sobretudo de meios socioculturais mais baixos e geograficamente mais isoladas, o manual adoptado pela Escola é por vezes o *único* recurso disponível para o professor se guiar. Num número provavelmente significativo de casos, o professor não se guia no seu trabalho lectivo pelo programa oficial, mas sim pelo manual adoptado²⁹.

²⁹ Embora o que se segue tenha mero valor casuístico, foi-me relatado em primeira mão por um professor do Secundário que, tendo sido colocado numa escola de província, solicitou o Programa de Matemática. O Conselho Directivo da Escola não lho pôde fornecer por não o conseguir localizar.

A qualidade dos manuais escolares assume pois, infelizmente não por boas razões, um papel de grande relevância no processo de aprendizagem da Matemática. A responsabilidade de se possuir um sistema com excelentes manuais escolares e excelentes guiões para professores é acrescida pelo papel decisivo que nestas circunstâncias poderiam desempenhar, compensando parcialmente as já apontadas fraquezas na formação científica de professores e dos Programas leccionados.

Infelizmente, a situação portuguesa relativamente à qualidade dos manuais escolares é, em média, confrangedora. Cito a este propósito o Prof. J. Campos Ferreira, entre muitas outras coisas autor do manual universitário de Análise Matemática de maior sucesso em Portugal [17]:

“(…) para se avaliar a lamentável evolução sofrida pelos programas e meios de ensino desta disciplina, bastará comparar a maioria dos livros de Matemática que hoje se utilizam nas nossas escolas secundárias com os textos usados no 6.º e 7.º anos dos Liceus há cerca de 30 anos. Refiro-me, evidentemente, aos compêndios então redigidos pelo Prof. José Sebastião e Silva. Como é bem sabido, Sebastião e Silva foi, no consenso da generalidade dos pares seus contemporâneos, o maior matemático português do século XX e, nesta área científica, a sua obra pedagógica só tem paralelo na de Bento de Jesus Caraça. (...)”

É verdadeiramente confrangedor verificar que entre nós a evolução sofrida neste domínio se traduziu em larga medida na substituição de textos de rara qualidade científica e pedagógica, não por textos de qualidade mais recentes, que alguns existem, mas pelos livrinhos coloridos, abonecados, infantilizados e quantas vezes cheios de incorrecções que hoje proliferam em muitas das nossas escolas. Tenho conhecimento de que alguns grupos de trabalho, constituídos por professores preocupados com estes problemas, têm vindo a fazer esforços para modificar esta situação”.

O facto de a qualidade dos manuais escolares ser uma variável, no contexto actual, crucial para aprendizagem da Matemática pode constatar-se, por exemplo, pelo facto de desde 1997 a Sociedade Portuguesa de Matemática (uma sociedade científica) ter decidido instituir o Prémio

José Sebastião e Silva para galardoar manuais destinados ao Ensino Básico e Secundário. Um dos objectivos é o de prestigiar e recompensar a qualidade. O Prémio vai já na terceira edição. Muito significativo a este propósito é o facto de *nenhum* dos manuais actualmente utilizados no Secundário ter sido considerado merecedor de qualquer Prémio [18]:

“SEGUNDA EDIÇÃO”

O Júri do Prémio José Sebastião e Silva de 2000 decidiu atribuir as seguintes distinções.

CATEGORIA A – ENSINO SECUNDÁRIO

O Júri considerou que nenhum dos livros reúne qualidade científica e pedagógicas merecedoras de realce positivo, razão pela qual, de acordo com o art.º 14.º do respectivo regulamento, o Júri decidiu não atribuir prémio nesta categoria”.

Entre 1996 e 1999 foi realizado um estudo, promovido pelo I.I.E. e recorrendo, no caso da Matemática, à S.P.M., sobre diversos problemas do sistema educativo. No âmbito desse estudo foi elaborado um extenso e pormenorizado relatório [19] sobre manuais escolares da Matemática para escolaridades entre o 7.º e o 12.º anos. Os autores são dos maiores especialistas nacionais³⁰. Trata-se do estudo mais profundo sobre manuais escolares realizado entre nós na última década; é realizada uma análise pormenorizada e um estudo comparativo com manuais escolares de Portugal, Espanha, Bélgica, Inglaterra e País de Gales.

As conclusões deste relatório são muito instrutivas. Os melhores manuais escolares são, no seu conjunto, os da nossa vizinha Espanha. Quanto aos manuais portugueses, os mais adoptados nas nossas escolas

³⁰ Por razões desconhecidas este relatório não terá chegado a ser publicado pelo I.I.E. antes da sua extinção, em 2002.

“(...) têm muitos erros, em quantidade e gravidade substanciais, incluídos os de linguagem.” [19].

Outros há que, sendo menos maus,

“(...) apresentam alguns erros e deficiências. No cômputo geral, sob o aspecto da correção científica, os nossos manuais ficam muito aquém dos seus pares estrangeiros”.

Como explicar esta dificilmente compreensível falta de qualidade dos nossos manuais escolares face aos utilizados nos nossos parceiros europeus?

De acordo com o relatório citado, a principal explicação decorre do quadro legal que em Portugal regulamenta o controlo de qualidade dos manuais escolares³¹, e que é completamente disfuncional.

É desadequado entrar aqui em grandes pormenores sobre questões processuais, descritas em pormenor em [19]. As linhas de força da legislação são *grosso modo* as seguintes. Uma editora decide publicar um manual, para o que investe enormemente. Não existe qualquer revisão crítica externa desse manual até ele atingir o mercado. Uma vez comercializado, existe possibilidade teórica de uma associação de cidadãos contestar o manual, digamos, por erros científicos. Essa associação elabora uma requisição fundamentada, que irá ser apreciada por uma Comissão Científico-Pedagógica, que elaborará um parecer para o Ministro, que nomeará uma Comissão de Revisão, integrando pessoas de elevada competência e idoneidade, para o manual. Essa Comissão tem 15 dias para elaborar um minucioso parecer sobre o manual. O Conselho Nacional de Educação deve também emitir um parecer. No caso de todas estas comissões funcionarem como esperado e não existirem longos litígios,

“O resultado prático de tudo isto [é] a apresentação de uma errata, elaborada por pessoas de alta competência mobilizadas para o efeito, errata essa que autores e editores são obrigados a utilizar.

³¹ Decreto-Lei 369/90, de 26 de Novembro.

A factura do processo, com excepção, acertadíssima, da publicação da errata, é enviada à referida associação”.

Ou seja, nunca um manual é retirado do Mercado, por muito mau que seja. O pior que poderia acontecer seria a publicação de uma errata, no caso de uma associação conseguir provar, por entre este processo kafkiano, a existência de erros no manual. E, no final, os custos de mobilizar todas estas Comissões de cientistas e especialistas em Educação altamente qualificados são suportados... por quem apontou os erros. Haverá alguém que se atreva a fazê-lo?

A resposta é não. Na verdade, tanto quanto nos é dado conhecer este procedimento nunca foi aplicado, pelo que em termos práticos *não existe controlo de qualidade sobre manuais escolares*. Os manuais são publicados pelas editoras, são lançados para o mercado e as Escolas decidem qual ou quais adoptar, utilizando os seus próprios critérios – que podem ou não ter relação com características científicas ou pedagógicas.

A disfuncionalidade do quadro legal português (apreciação a jusante, após produção dos manuais) merece ser comparado com o espanhol [19], datado de 1992. No país vizinho, todo o material escolar é supervisionado *a montante* pelo Ministério da Educação e Ciência, tendo as editoras de submeter, não uma proposta de manual, mas todo um projecto editorial coerente para aprovação. Apenas no caso de essa proposta ser aprovada poderá então dar origem a um conjunto de manuais, *com a chancela de aprovação pelo Ministério*. Citando [19]:

“(...) no que respeita aos elementos a incluir, pelas editoras, no projecto editorial, ele deverá conter, entre muitos outros elementos, *critérios de avaliação de ciclo[...] como ponto de referência para a avaliação dos objectivos programados*. O aspecto para nós mais interessante do regulamento é a obrigatoriedade de os incluírem no processo, para aprovação, dados como autoria, formato, encadernação, número de páginas, percentagem de ilustrações, etc., e **[uma] amostra significativa [do livro], a qual conterá texto e ilustrações definitivas**”.

O sistema espanhol tem portanto um mecanismo de controlo de qualidade oficial *a montante* do processo produtivo – como não pode deixar de ser. Apenas no caso de o projecto editorial, do qual é submetida uma “amostra significativa” para avaliação, ser aprovado, pode o livro ser publicado e enviado para o mercado. Mas nesse caso fá-lo-á com um “selo” de qualidade oficial: a aprovação ministerial. Consequentemente, apenas existem no mercado manuais oficialmente aprovados. Este facto explica provavelmente grande parte da diferença de qualidade entre manuais escolares portugueses e espanhóis.

O relatório [19] termina com uma série de 10 recomendações para a elaboração de manuais escolares. Todas elas são de extrema relevância e poderiam, se aplicadas, elevar substancialmente o nível dos nossos manuais, e portanto da aprendizagem da Matemática. Em termos da discussão anterior, são particularmente relevantes as seguintes.

“Recomendação 7: que a apreciação e controlo da qualidade científica e pedagógica dos manuais escolares comece a fazer-se a montante do processo de produção”.

“Implica isto uma aproximação à lei espanhola, que nos parece bastante equilibrada. Há um preço a pagar em termos do processo pré-editorial, mas a qualidade dos manuais do país vizinho parece mostrar que valeu a pena o investimento que fizeram. Recomendamos que a nova legislação adopte medidas cruciais, como as já discutidas:

Recomendação 8. Que no eventual processo de autorização de “projectos editoriais” se tenham em conta, em particular, o mérito e a craveira científica e pedagógica dos autores e “amostras significativas” do texto e imagens a publicar.

Em qualquer caso, sigam-se ou não as recomendações anteriores,

Recomendação 9. Que a apreciação e o controlo de qualidade dos manuais escolares seja supervisionado pelo Ministério da Educação, com a participação de entidades externas competentes, em moldes que sejam efectivos e expeditos e não como os que agora vigoram”.

As instituições externas “reconhecidamente competentes para essas tarefas são identificadas como, “por exemplo, a Associação de Professores de Matemática ou a Sociedade Portuguesa de Matemática”.

A última recomendação é interessante ainda sob outro ponto de vista:

“*Recomendação 10.* Que se incentive e patrocine a produção e divulgação de publicações que se debrucem, nomeadamente, sobre os manuais escolares existentes no mercado”.

Este apelo à transparência não deixa de ter, *a posteriori*, um toque de triste ironia, em face da não-publicação (já referida em rodapé) deste próprio relatório. Mais grave é o facto de, conseqüentemente, nenhuma das recomendações obviamente ter sido adoptada. Se reconhecidamente existia um problema em 1996, em 2003 ele não melhorou, tendo provavelmente piorado.

3.4. TESTES E EXAMES

É quase um lugar-comum afirmar que a Matemática é uma ciência de integração vertical. Esta verticalidade revela-se de forma notável na progressão entre níveis. É impossível estudar analiticamente extremos de uma função racional desconhecendo a fórmula resolvente do 2.º grau; é impossível aplicá-la desconhecendo os fundamentos do cálculo algébrico; estes, por sua vez, dependem da aritmética básica. Ou seja, em Matemática – de forma porventura muito mais sensível que noutros campos do saber – é contraproducente *para o próprio aluno* aceder a um nível superior sem dominar o precedente. Fazê-lo pode significar não mais ser possível acompanhar o que se passa na sala de aula.

É interessante neste contexto recordar uma das recomendações já citadas do Conselho Pedagógico do IST sobre a Prova de Aferição [4]:

“É importante que a matéria leccionada no 3.º Ciclo, e que corresponde a competências básicas que os alunos devem possuir, seja fortalecida no percurso do 10.º ao 12.º anos. É possível que o facto de o ensino ser obrigatório até ao 9.º ano e os sistemas anti-insucesso que

são utilizados nos primeiros ciclos de ensino sejam responsáveis pela falta de solidez da formação nos grupos 1 e 2 das perguntas da Prova de Aferição. (...)”

É também possível que um dado extremamente preocupante, o abandono escolar a Matemática durante o 10.º ano – que é da ordem dos 50% – tenha aqui algumas das suas raízes. Pelo menos um dos sentidos da implicação é verdadeiro: um estudante que se perdeu no seu percurso matemático alguns anos antes do 10.º ano terá uma probabilidade ínfima de conseguir seguir o que se passa na sala de aula. Um sistema que, na prática, promove aprovações quase administrativas até esse nível está a prestar um mau serviço em primeiro lugar ao próprio aluno: cria as condições para o seu abandono.

Como evitar este efeito perverso do sistema? Em países mais avançados do que o nosso, como o Reino Unido, a resposta é dada através de exames nacionais nas disciplinas consideradas estruturantes (Língua materna, Matemática e Ciências) em estádios-chave do percurso escolar: 7, 11 e 14 anos. A partir dos 16 anos o sistema bifurca com diferentes tipos de exames nacionais de acordo com o tipo de ensino que se pretende seguir (profissionalizante, universitário, politécnico). Os objectivos a atingir em cada fase de cada estádio-chave são bem divulgados, em particular através da Web [20]. As famílias são encorajadas a acompanhar a progressão do seu filho. Os exames passados encontram-se disponíveis na Web.

Parece entre nós existir uma cada vez maior resistência a métodos de teste de conhecimentos escritos, sejam eles por meio de exames nacionais ou por testes na sala de aula. Existe uma tendência em certos meios para os considerar meras formas impessoais de avaliação. Mas ouçamos as palavras de Hirsch [21]:

“[testes e exames] funcionam como incentivos para o desempenho tanto de alunos como professores, como formas de monitorizar a evolução dos alunos de modo a colmatar as suas deficiências, e como ajudas essenciais na monitorização administrativa de salas de aula, escolas e regiões. Sem monitorização eficaz, não são possíveis nem o bom ensino nem a boa administração educativa. Finalmente, e acima

de tudo, os testes são necessários por questões de justiça acadêmica e equidade social”.

Este é um papel essencial dos testes escritos a um aluno de Matemática, e por maioria de razão dos exames nacionais a intervalos regulares: a detecção em tempo útil de dificuldades que, se passassem despercebidas, poderiam ter consequências gravosas a prazo. Exames nacionais periódicos permitem uma validação externa da evolução do aluno e eventual correcção de deficiências sempre que necessário. O aluno, o professor, e mesmo a família, ficam com o conhecimento de que existe um problema por resolver (ou, pelo contrário, que tudo vai bem). E reconhecer a existência de um problema é condição necessária para o resolver. Por outro lado, essa monitorização é essencial para exigir que as matérias sejam ensinadas nas alturas devidas, responsabilizando todo o sistema educativo, e que a transição se dê apenas quando dominadas.

Para além da monitorização, os testes escritos na sala de aula, se forem bem concebidos, podem ser um excelente auxiliar de aprendizagem [21]:

“Os testes são usados para muitas outras razões para além da “seriação”, “avaliação” ou “classificação” (...). Utilizados correctamente, os testes têm um efeito positivo sem paralelo na aprendizagem. Na sala de aula, por exemplo, dão ao professor informação sobre se os alunos atingiram ou não um determinado objectivo de aprendizagem e estão preparados para outro. Os testes também são eficazes para determinar a adequação de um professor ou de uma escola, para concentrar a atenção dos estudantes, e para criar oportunidades para uma aprendizagem mais profunda enquanto os alunos estudam para um teste, e mesmo o estão a realizar. Testes bem concebidos, mesmo de escolha múltipla, foram utilizados com grande sucesso para motivar os alunos a despender mais esforço. A aprendizagem exige esforço. Foi mostrado vezes sem conta que os testes com consequências elevadas agem como incentivos para o esforço”.

4. TERAPÊUTICAS

Depois desta longa análise sobre sintomas e diagnósticos do ensino da Matemática em Portugal, esta secção será substancialmente mais curta. A razão é simples: os diagnósticos apontam eles próprios as terapêuticas.

Há um ponto perturbadoramente comum a todos os problemas identificados. Esse ponto está sistematicamente ausente do nosso sistema educativo; embora por si só não permita resolver problemas, ele é condição necessária para que se possam tomar acções positivas que permitam melhorar o sistema. Esse ponto pode resumir-se, independentemente do problema em observação, em quatro palavras:

AVALIAÇÃO EXTERNA COM CONSEQUÊNCIAS

Analisaremos de seguida cada um dos problemas identificados com maior pormenor.

4.1. AVALIAÇÃO DAS ESCOLAS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Como vimos, os padrões de exigência científica na área da Matemática para a formação de Professores estão hoje bem definidos, nacional ou internacionalmente. Contudo, observa-se em Portugal que a todos os níveis – Escolas Superiores de Educação, Universidades e Institutos Politécnicos – não só esses padrões não são cumpridos como a própria evolução de certas instituições conduz a uma degradação quantitativa e qualitativa da preparação científica ministrada.

É urgente uma intervenção reguladora (e por vezes mesmo moralizadora) do Estado nesta questão. A situação actual de autogestão científica parece pouco aceitável. Devem redefinir-se os requisitos científicos mínimos que as Escolas devem proporcionar aos futuros professores de cada nível de ensino, e as Escolas devem ser sujeitas a um processo periódico de avaliação externa.

Esta avaliação externa, para ser eficaz, tem necessariamente que ter consequências. Em primeiro lugar, é uma ajuda preciosa às Escolas para identificarem os seus pontos fortes e fracos, o que não parece entre nós ser suficientemente valorizado. As consequências de uma avaliação externa são uma ajuda para a Escola: podem premiar pontos fortes, apontar necessidade de reestruturações curriculares e reajustamentos de conteúdos, e mesmo promover a colaboração com outras Escolas nos pontos em que os recursos próprios (nomeadamente em termos científicos) não sejam suficientes.

4.2. AVALIAÇÃO DE CANDIDATOS A PROFESSORES

Como já vimos, existe uma enorme heterogeneidade de exigência científica na formação de candidatos a Professores para o mesmo grau de ensino. Essa heterogeneidade tem vindo, por várias razões, a acentuar-se ao longo da última década. Desta forma, o único critério de seriação de candidatos a professores, a nota final de conclusão da Licenciatura, tem vindo a tornar-se cada vez mais obsoleto e, em situações como as já atrás descritas, injusto, premiando a formação medíocre mas laxista em detrimento da exigência.

A única forma razoável de alterar este estado de coisas é a de uma validação externa da preparação científica de candidatos a Professores. Essa certificação deveria tomar a forma de uma avaliação nacional como condição necessária para o ingresso na carreira profissional, em particular na vertente científica, tendo influência importante na seriação de candidatos.

Este procedimento, obviamente, não é original. De resto, é significativo que seja seguido em países de naturezas tão distintas como a França ou o Brasil com bons resultados. Em França, os exames de acesso à carreira docente são até bastante exigentes do ponto de vista científico. No Brasil, a organização destes exames é estadual; mas note-se por exemplo que só o estado de São Paulo tem cerca de 30 milhões de habitantes, o triplo de Portugal.

4.3. AVALIAÇÃO E REESTRUTURAÇÃO DE PROGRAMAS

Foi anteriormente referido que os programas e metodologias adoptados, em particular, no Ensino Secundário, parecem não apenas não resolver nenhum dos problemas decorrentes dos programas anteriores, como se propunham, como geraram novos problemas que urge resolver.

Contudo, esta afirmação deve ser lida com precaução. Não é possível, apesar de todas as indicações nesse sentido, fundamentar cientificamente semelhante afirmação por uma razão simples mas altamente anómala: os próprios programas não prevêem nenhum mecanismo de avaliação ou validação externa. Quando se pergunta se os Novos Programas são melhores do que os antigos, ou quais os pontos em que os alunos de hoje estão menos bem preparados do que os de há dez anos, ou ainda – bem mais importante – o que se deve fazer para melhorar os actuais programas, esbarramos numa dificuldade de princípio: não dispomos de mecanismos objectivos que permitam responder a estas perguntas. As respostas diferentes que por vezes se ouvem são, portanto, convicções pessoais mais ou menos casuísticas – e portanto altamente insatisfatórias. Esta é talvez a principal razão de os debates sobre os novos programas serem, na grande maioria, inconclusivos.

É altamente anómalo que programas cuja implementação nada teve de pacífico e que continuam a ser fortemente contestados pela comunidade matemática e científica não prevejam mecanismos de avaliação externa de resultados. Sem mecanismos de validação externa, eles não representam verdadeiramente “inovação” mas sim experimentação mal conduzida, isto é, sem controlos experimentais.

A avaliação de reformas curriculares não é obviamente um problema trivial. Contudo, também neste campo Portugal não é um caso isolado; conviria estudar os mecanismos utilizados por países mais avançados no domínio educativo do que o nosso. De um tal mecanismo dificilmente poderiam estar ausentes, no entanto, as avaliações de alunos em estádios-chave (ver 4.5).

4.4. AVALIAÇÃO EFECTIVA DA QUALIDADE DE MANUAIS ESCOLARES

Como atrás descrito, os manuais escolares assumem entre nós um papel decisivo na formação de alunos, mais até do que seria de esperar. Por outro lado, a total disfuncionalidade da legislação existente tem como efeito prático que a produção de manuais escolares está totalmente entregue aos mecanismos de mercado. Não existe em nenhum passo um mecanismo aplicável na prática que possa regular a qualidade dos manuais. Consequentemente, aquilo que se observa é a progressiva degradação da qualidade dos materiais didácticos utilizados pelos alunos.

Urge portanto criar um mecanismo oficial que permita avaliar a qualidade dos manuais escolares, que premeie os melhores e impeça a utilização daqueles que sejam manifestamente desadequados. Mais uma vez neste ponto Portugal não precisa de inventar a roda; bastaria um quadro legislativo de avaliação rigorosa a montante e não a jusante do processo editorial. Os manuais efectivamente publicados seriam por definição (e poderiam ostentar a respectiva chancela) oficialmente aprovados pelo Ministério da Educação.

4.5. AVALIAÇÃO NACIONAL DE ESTUDANTES EM ESTÁDIOS-CHAVE

Em Portugal, é muito frequente ocorrer na prática que um aluno transite de grau em grau e de nível em nível de ensino sem dominar o anterior. Em Matemática, esta situação é fatal, e pode mesmo conduzir à total desmotivação e abandono do aluno. Este pode nem sequer se aperceber de que existem problemas até que seja demasiado tarde e eles se tornem inultrapassáveis.

Em muitos dos nossos parceiros europeus, os alunos são avaliados em estádios considerados chave para a sua progressão na Matemática, tendo esta avaliação influência crescente na classificação final; a consideração do *National Curriculum* do Reino Unido é a este respeito esclarecedor.

A existência de avaliações periódicas em estádios-chave, de resto, pode ter – desde que convenientemente administrada – muitos efeitos benéficos sobre o sistema. Pode ser encarada como incentivo e motivação para estudar e aprender mais; premeia um valor essencial mas hoje subvalorizado na aprendizagem matemática – o esforço; e pode mesmo ter um carácter não-desprezável de guia vocacional. Para lá da perspectiva do aluno, tem ainda a virtude de fornecer *feedback* que não se poderia obter de outra maneira sobre funcionamento de escolas ou cumprimento e adequação de programas.

5. CONCLUSÃO

O estado do ensino da Matemática em Portugal atingiu hoje níveis de catástrofe nacional. Num problema tão multifactorial como este, ninguém pode supor estar de posse de todas as soluções ou de fórmulas mágicas.

No entanto, é minha convicção profunda de que, se houver vontade e capacidade para alterar no sentido apontado todas as cinco variáveis apontadas – se formarmos melhor os candidatos a professores de Matemática; se promovermos mecanismos de acesso à carreira docente dos melhores candidatos, tendo portanto os melhores professores a ensinar nas Escolas; se ensinarmos os melhores programas; se os alunos estudarem pelos melhores manuais; e se conseguirmos fazer com que os alunos estudem mais – então a grande maioria dos problemas que actualmente sentimos desaparecerão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço reconhecidamente à Professora Ana Pires Parente toda a colaboração prestada na análise dos relatórios [3]. Agradeço também aos Professores Ana Pires Parente, João Palhoto de Matos e Francisco Sepúlveda Teixeira a leitura atenta de versões anteriores deste texto.

REFERÊNCIAS

- [1] Conceitos fundamentais em jogo na avaliação de literacia matemática e competências dos alunos portugueses – PISA 2000. Segundo Relatório Nacional. Ministério da Educação, GAVE, Dezembro de 2002.
- [2] Cruzeiro, A. B., A Matemática em Portugal hoje. Bol. SPM 45 (2001), 85-91.
- [3] Análise dos resultados da Prova de Aferição. I: Alameda; II: Taguspark; III: Alameda e Taguspark (2.^a fase). Ana Pires Parente, Secção de Estatística e Aplicações do Departamento de Matemática do IST, 2002. <http://wwwwcp.ist.utl.pt/2001-2002/>
- [4] Prova de Aferição de conhecimentos básicos de Matemática aos alunos admitidos no ano lectivo de 2002/3. Relatório Público. Conselho Pedagógico, IST, 2002. <http://wwwwcp.ist.utl.pt/2001-2002/>
- [5] R. P. Feynman, The Feynman lectures on Physics, vol. 1. Addison-Wesley, 1963.
- [6] Cuoco, Al, Mathematics for Teaching. Notices of the A.M.S. 48 (2), 2001, 168-174.
- [7] Cohen, A., e Krantz, S. Two reactions to The Mathematical Education of Teachers. Notices of the A.M.S. 48 (9), 2001, 985-991.
- [8] E. Marques de Sá, Caminhos para a formação de Matemáticos e de Professores de Matemática. Boletim da S.P.M. 46 (2002), 3-18.
- [9] Comissão de Avaliação Externa dos Cursos de Matemática e Estatísticas. Relatório Síntese – Global, Setembro 2001.
- [10] Sanchez, L. Os novos programas de Matemática para o Ensino Secundário. Boletim da S.P.M. 36 (1997), 55-61.
- [11] Matemática – Programas – 10.º, 11.º e 12.º anos. Ministério da Educação, Departamento de Ensino Secundário, 1997.
- [12] A. St. Aubyn (ISA), Carlos Rocha e Francisco S. Teixeira (IST), C. Silva Ribeiro (ISEG) e Luís de Loura (FMH), Análise dos programas de Matemática do Ensino Secundário. GMUTL, UTL, 2000.
- [13] G. Andrews, Mathematical Education: a case for balance. Coll. Math. Jour. 27 (5), 1996, 341-348.
- [14] G. Arroz, Ensino Superior, n.º 46, Suplemento ao Jornal da FENPROF n.º 177, Maio 2002, 17-19.
- [15] L. Sanchez, Carta Aberta aos editores do Boletim da S.P.M.. Boletim da S.P.M. 38 (1998), 81-83.

[16] <http://ptmat.lmc.fc.ul.pt/~armac/Reanimat/Reanimat.htm>. Nestas páginas estão também disponíveis materiais lectivos para alunos e professores.

[17] Intervenção do Prof. Campos Ferreira na cerimónia de entrega do Prémio Prof. Jaime Campos Ferreira (IST, 13/1/2003). Texto disponível em http://www.math.ist.utl.pt/PremioPJCF/Discurso_JCF.pdf

[18] Veja-se <http://www.spm.pt/Premios/premioJSS.html>.

[19] E. Marques de Sá, I. Seruca dos Reis, Miguel Ramos, Jorge Pato, Critérios de elaboração de manuais escolares e guiões para professores de Matemática do 7.º ao 12.º anos. IIE/SPM, Março de 1999.

[20] <http://www.nc.uk.net/servlets/Subjects?Subject=Ma>.