

## Iniciativas dos Núcleos Regionais da APM

Na sequência da divulgação que temos vindo a fazer, noticiamos neste número da revista o modo como algumas ideias sobre Matemática e Profissões estão a ser desenvolvidas pelos Núcleos Regionais da APM.

Em Almada-Seixal estão a ser organizadas visitas aos núcleos do Ecomuseu Municipal do Seixal, umas destinadas exclusivamente a professores de Matemática e a técnicos do Museu, outras destinadas também a alunos.

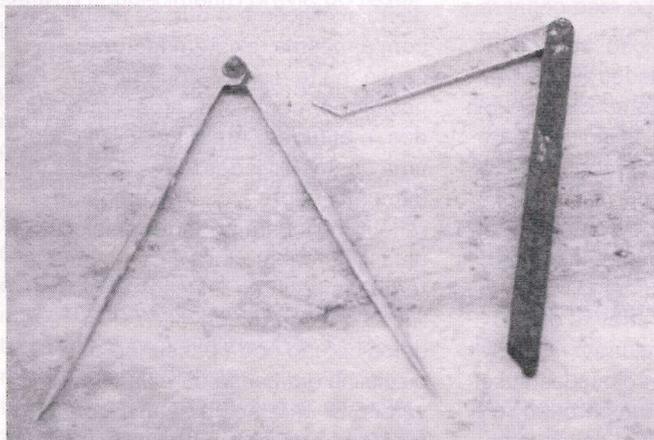


Figura 1. Compasso e Suta

Numa dessas visitas — que tinha como objectivo conhecer as Profissões e a Matemática envolvidas num estaleiro naval onde ainda se trabalha em barcos de madeira — foi observado como os profissionais da construção e recuperação destes barcos trabalham com os comprimentos e os ângulos das pequenas peças de madeira. Em vez da sua medição (o que pressupõe a comparação com uma unidade tomada como padrão), cada comprimento e cada ângulo é corporizado num instrumento específico, respectivamente o *compasso* e a *suta* (Figura 1), através do qual é transportado e marcado noutra peça.

Também em Almada-Seixal, foi iniciado um levantamento fotográfico de situações em que Matemática está envolvida. A primeira fonte usada para este levantamento foi o painel de azulejos intitulado *A Cova da Piedade e o Tejo*, da autoria de José António Silva e Carlos Ganhão, que a Junta de Freguesia da Cova da Piedade colocou junto a uma paragem de transportes públicos. Muitos dos motivos aí representados estão fortemente associados a Profissões e à Matemática (Figura 2).

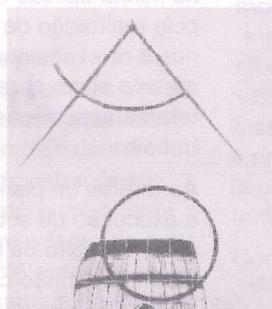


Figura 2. Painel de azulejos

Em Maio, este Núcleo Regional realizará a 2ª edição do Interescolas Matemática e Realidade, um concurso entre equipas de alunos, organizado por fases, e que assume em cada ano lectivo o tema anual escolhido pela APM. A edição deste ano terá como tema a Matemática envolvida nas Profissões que trabalham com a cortiça e a sua fase presencial será realizada no dia 8 de Maio, no núcleo do Ecomuseu Municipal do Seixal situado na antiga fábrica da Mundet.

Não será difícil organizar iniciativas semelhantes a esta noutras regiões. Quem o quiser fazer pode contactar Almada Seixal via [almada@apm.pt](mailto:almada@apm.pt) ou 212 500 985.

Para apoiar todo este trabalho, continuar a desenvolver os temas de anos anteriores e antecipar ideias para os futuros temas, existe em Almada-Seixal o Grupo de Trabalho sobre Matemática e Realidade, constituído por alguns professores leccionando em escolas desta região mas aberto a professores doutras regiões. Para os colegas que o quiserem contactar, podem fazê-lo via [pcest@netcabo.pt](mailto:pcest@netcabo.pt), [almada@apm.pt](mailto:almada@apm.pt) ou 212 539 468.

O Núcleo Regional de Coimbra regulamentou o seu concurso FotoMat de modo a acompanhar o tema anual escolhido pela APM. Em 2001 o tema foi sobre Matemática e Natureza, este ano é sobre Matemática e Profissões. Quem quiser participar ou saber como está a decorrer a VI edição deste concurso, pode procurar mais informações em [alcinosimoes@yahoo.com](mailto:alcinosimoes@yahoo.com).

Pedro Esteves  
Esc. Sec. José Afonso — Seixal

## Matemática! Para quê?

Adelina Gouveia e Fátima Alves

Para o ano de 2002 foi proposta, pela APM, a temática de trabalho *A Matemática e as profissões*. Curiosamente, desde Novembro de 1999 temos promovido sessões de sensibilização para este tema, na Escola Básica e Secundária de Machico, através do clube de Matemática.

Sentindo a responsabilidade de corresponder a uma necessidade dos nossos alunos, muitas vezes expressa pela eterna questão: *Matemática, para quê?*, organizámos um conjunto de sessões, nas quais seria feita a articulação da Matemática com uma área profissional seleccionada.

Este artigo sumariza a primeira das referidas sessões: *A Matemática e os Recursos Pesqueiros* tendo como orientadora de trabalhos Adriana Alves, Bióloga Marinha da Direcção de Serviços de Investigação das Pescas — Direcção Regional de Pescas da Madeira.

Os participantes foram alunos do 12º ano, mediante inscrição prévia, pois assim permitia controlar o número de participantes e combater o incumprimento do horário escolar.

No início da sessão começou-se por descrever a profissão, o que logo despoletou diversas questões de ordem académica, desde: *O que fazer para tirar o curso?*, *Onde existia?*, até se: *É preciso saber nadar?*, ....

Antes de chegar aos modelos matemáticos utilizados foi esclarecida a importância, a nível prático, deste estudo que permite regular o tamanho dos peixes a pescar, da malha da rede a utilizar e das áreas de interdição de pesca para protecção da desova e/ou de exemplares juvenis e a sua influência a nível de legislação, da economia e do ambiente.

Seguiu-se a apresentação de vários modelos matemáticos desde os de produção, que estudam a estrutura do stock como um todo e os efeitos da pesca, aos estruturais que consideram a estrutura do stock por idades e a sua evolução com o tempo. Foi um destes últimos modelos que foi apresentado aos alunos para o estudo do patudo (atum), que relaciona o crescimento do peixe com a sua idade.



Equação de Bertalanffy (1938)

$$L_t = L_\infty (1 - e^{k(t-t_0)})$$

sendo

$L_t$  — Comprimento médio do indivíduo (cm) à idade  $t$

$L_\infty$  — Comprimento assintótico (cm), i.e., o comprimento a que corresponde uma taxa de crescimento igual a zero.

$k$  — coeficiente de crescimento ( $\text{ano}^{-1}$ )

$t$  — idade do indivíduo em anos.

$t_0$  — idade teórica do indivíduo que corresponde ao comprimento  $L = 0$ .

A estimação destes parâmetros baseia-se na leitura directa de peças ósseas: otólitos, espinhos, vértebras, escamas, ... que os alunos tiveram oportunidade de analisar. A recolha destas peças centra-se na pesca comercial, na amostragem biológica das capturas e dos dados ambientais, situações com que os alunos tiveram contacto através da amostra de um vídeo. Os alunos demonstraram interesse imediato ao tentar perceber como se faz a recolha da idade nos otólitos (tinham que contar as curvas existentes) isto após a cozedura do peixe e limpeza minuciosa do material em estudo, sendo necessária perícia e muita paciência. Verificaram que primeiro tinham que medir o peixe, com fita e tudo!

O modelo anteriormente referido foi demonstrado o que suscitou um pouco de perplexidade nos alunos com a complexidade dos parâmetros.

Afinal isto de ir para a universidade não é brincadeira!!!

$$\left( \frac{dL_t}{dt} \right)$$

Mas, adiante!

Após a recolha dos dados foi proposto aos alunos um exercício:

Temos a equação de crescimento de von Bertalanffy para o patudo (atum):

$$L_t = 264.3 (1 - e^{-0.14(t+1.05)})$$

com a ajuda da calculadora gráfica determinar o comprimento do peixe aos 2 anos e aos 8 anos.

Para alunos deste nível a tarefa foi facilmente realizada tendo uns optado pelo estudo do gráfico e outros pela tabela (figuras 1 e 2).

Mas de uma forma ou de outra conseguiram chegar à resposta.

"Este peixe cresce muito!!".

Com a análise deste modelo foi explicado aos alunos a sua importância desde a sua utilização como forma de traduzir a realidade e como possibilidade de análise de diferentes

situações e cenários, até à sua aplicação na prática, não esquecendo a possibilidade de aperfeiçoamento.

Finalizada a sessão verificámos que o objectivo de dar a conhecer uma profissão e da importância da Matemática na mesma tinha sido alcançado, o que foi demonstrado pelo entusiasmo e participação activa dos alunos que assistiram à sessão.

Adelina Gouveia e Fátima Alves  
E.B.S. Machico

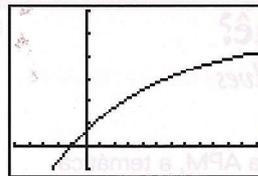


Figura 1

X	V1
2	85.598
3	106.598
4	124.894
5	140.711
6	154.451
7	166.632
8	176.632

Figura 2

## Matemática e as profissões no Dia Aberto da E.S.T.G.

Nuno Dias

Nos passados dias 5 e 6 de Março de 2002 a Escola Superior de Tecnologia e Gestão (E.S.T.G.) do Instituto Politécnico de Leiria "abriu as suas portas" ao público em geral, mas especialmente às escolas do 3º ciclo e secundário deste distrito, para mais um Dia Aberto. E foi grande a afluência dos alunos, principalmente do ensino secundário, nestes dois dias de exposições permanentes.

O objectivo principal deste acontecimento anual é dar a conhecer, aos alunos que visitam a escola, os diversos cursos ministrados pela E.S.T.G. e as suas potencialidades. Mas outro objectivo importante é mostrar a Ciência e o Saber de forma mais prática que expositiva, logo mais cativante! Pretende-se mostrar o melhor que esta escola faz e que o faz bem.

Este ano, a exposição do Departamento de Matemática intitulou-se "A Matemática e as Profissões", tema proposto pela APM para o ano 2002. Neste sentido, foi essencial dar a conhecer a aplicação de diversas áreas matemáticas nas mais distintas actividades profissionais. Assim, a visualização prática desta ciência foi mais atractiva para os alunos, uma vez que puderam verificar a aplicação prática da Matemática nas actividades de um operador de caixa até ao especulador de bolsa, passando pelo engenheiro ou médico.

Foi agradável assistir à mudança de atitude de alunos que entravam na exposição com afirmações do género: "Baah! Matemática! Podemos passar à frente?"... Depois de ouvirem as várias explicações, saíam, não com veneração à Matemática (esse não era o nosso propósito essencial) mas com a ideia de que a Matemática se aplica afinal todos os dias e nas diversas profissões(!): "Afinal a ciência que parece um amontoado de Teoremas, Funções ou Exercícios (enfadonhos na opinião de alguns) e onde se aprendem números e cálculos, é peça indispensável de tudo o resto! Consegue explicar o funcionamento dos códigos de barras ou do meu autoclismo!"

Mas o que puderam ver os visitantes na exposição?

A visita começava pela ligação entre as Leis de Mendel, as transmissões de genes e as probabilidades. Estudou-se, como caso particular, a cor dos olhos; de entre os casos

possíveis, cada pessoa podia verificar em qual se enquadrava. Esclarecia-se também que, apesar da probabilidade ser menor, há possibilidade de se ter olhos azuis sem o pai ou a mãe terem olhos dessa cor. A profissão associada foi, portanto, a de médico.

De seguida, os visitantes podiam "descobrir" qual o melhor tipo de juros a aplicar ao seu dinheiro. Eram comparadas taxas de juro simples ou compostas e, estas últimas, com pagamentos semestrais, mensais ou, no caso extremo, juros compostos continuamente. Pretendia-se mostrar a familiarização que um economista deve ter com a função exponencial e com os diferentes tipos de crescimento.

Esclarecia-se depois, o motivo do comprimento da fronteira entre Portugal e Espanha ser diferente da cartografia portuguesa para a espanhola. De facto, a nossa medida oficial é vinte por cento maior que a espanhola! Tal facto pode ser justificado através das definições base de fractais. Este conceito, relativamente novo na Matemática, permitia também justificar o comportamento das Bolsas de Valores. Estavam também em exposição nesta área quatro trabalhos sobre fractais desenvolvidos em computador por alunos de Engenharia Informática, no âmbito da disciplina de Matemática Computacional.

O próximo desafio para os visitantes era descobrir como "enganar" o Carlos Cruz no concurso 1-2-3. O truque (!) era explicado pelas probabilidades condicionadas.

Mantendo o espírito do jogo, explicava-se em seguida a relação do máximo divisor comum (m.d.c.) com o Snooker: quantas tabelas são necessárias para que uma bola atirada de um dos cantos, com um ângulo de 45°, atinja um outro canto. Mas também se relacionava o m.d.c. com Coxins (trabalhos da Arte de Marinheiro aplicados na construção de redes de pesca) e Acolchoados (costura de blusões, sacos-cama ou colchas), ambos simétricos em relação a um ponto ou eixo.

Apesar de não ser novidade, um dos ex-libris da exposição foi o esclarecimento aos alunos do que representa, afinal, o número à direita do B.I.. Não, não representa o número de pessoas com o mesmo nome; é sim o algarismo de controlo para verificar se o número está ou não correcto.

O funcionamento do algoritmo utilizado neste processo de controlo foi atentamente ouvido e foi possível também verificar a autenticidade de alguns dos B.I.'s dos visitantes. Era permitido também aos alunos, dado um número do B.I. simulado pelo computador, descobrir o seu algoritmo de controlo.

As congruências, presentes também no sistema de controlo do B.I., estão igualmente relacionadas com os códigos de barras, na profissão do operador de caixa. Aqui, os alunos tinham à sua disposição um leitor de códigos de barras e um computador que fazia a leitura dos códigos, simulando uma situação de erro: "Como sabe o computador que, ao digitar o número de referência de um código de barras, o operador se enganou?"; a resposta é simples: através de um sistema de controlo, que recorre igualmente a um dígito, que controla se o referido número foi introduzido correctamente.

Depois, ilustrou-se, com placas de acrílico e um pequeno tanque com água e sabão, o problema de Steiner: encontrar redes de comprimento mínimo que liguem um número finito de pontos. A interrogação mais frequente, por parte dos visitantes, era: "como é que o sabão sabe que esta solução representa a rede minimal?", à qual, na brincadeira, respondíamos que era um sabão inteligente (!); obviamente que, de seguida, explicávamos que eram apenas as moléculas de sabão que procuravam a posição mais estável. Tal solução pode aplicar-se a problemas como a construção de redes de estradas, condutas de gás ou água ou ao cálculo de tarifas telefónicas de chamadas de longa distância.

A aplicação das fracções esteve patente na sua aplicação a roldanas, correias de transmissão e rodas dentadas sendo este tema particularmente interessante para alunos da área de mecânica, mas também para qualquer curioso. Estava em exposição, como exemplo visual de tal aplicação, uma caixa de velocidades cortada, de forma a serem visíveis as rodas dentadas e um esmagador de uvas.

De seguida, entrou-se no campo da Topologia: mostrou-se que fazer um simples nó de gravata pode ser uma atitude

matemática. Considerando o comprimento da gravata e critérios estéticos, o número de nós possível é finito. Os alunos podiam tentar reproduzir qualquer um destes nós em frente a um espelho.

Depois eram relacionadas as fracções com a música: da composição dos acordes, à frequência das notas, passando pela explicação de que a cauda de um piano reflecte a forma de uma curva exponencial na sua estrutura.

Os alunos eram então convidados a participar em três actividades com dois aparelhos que já começam a conhecer cada vez mais: a calculadora gráfica e o C.B.L.. As actividades propostas eram analisar a intensidade do som produzido por um diapasão (e não só, uma vez que não foi só o som do diapasão a ser analisado!), analisar a intensidade da luz de uma lâmpada e a relação entre a pressão e o volume de ar contido numa seringa fechada. O resultado destas experiências eram projectados através de um View Screen.

A "jóia da coroa" vinha exposta de seguida. Relacionava a profissão de canalizador com as equações diferenciais, tendo como objecto em estudo o autoclismo montado na sala. Explicou-se o funcionamento de um sistema de controlo de malha fechada, e como este permite ao utilizador ir embora descansado depois de puxar o autoclismo! Foi uma das áreas de maior atracção nesta exposição, uma vez que não seria de esperar a presença de tal objecto na sala! (Figura 1.)

Depois relacionaram-se os retratos de fase com a Biologia, na análise de taxas de variação da população de uma espécie predadora e respectiva presa.

Explicava-se em seguida de que forma a função exponencial se relaciona com a Arqueologia na datação de fósseis: método de datação por Carbono 14, que implica a familiarização com o comportamento da função exponencial e com as equações diferenciais.

No final da exposição, encontravam-se imagens de esculturas e construções arquitectónicas nas quais a Matemática

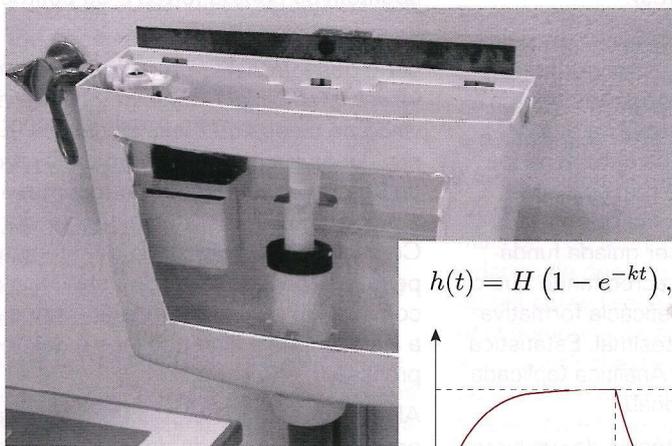
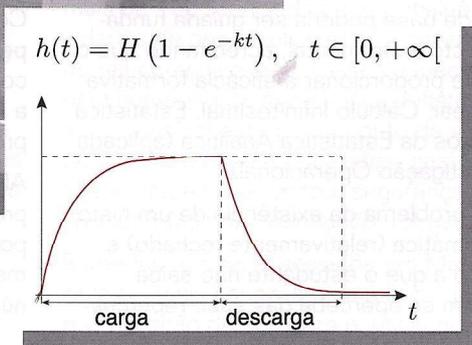


Figura 1



era visível e peça essencial, quer de construção, quer de beleza. Eram disso exemplo as imagens de esculturas como *Dependent Beings*, *Eternity*, *Music of the Spheres*, *Gordian Knot*, ou *Rhythm of Live*, e na arquitectura a Golden Gate Bridge, a Catedral de Milão, Brasília ou de Santa Maria, o Parténon e mesmo o tecto parabólico do Capitólio.

Existia ainda um jogo instalado em quatro computadores, a funcionar permanentemente, apenas com perguntas matemáticas que incidiam sobre algumas matérias apenas abordadas no ensino superior; este teve grande adesão, não tanto pelos alunos do secundário, mas principalmente pelos alunos da E.S.T.G..

## O papel da Educação Matemática nas várias profissões

Luís Reis

No passado dia 8 de Fevereiro teve lugar um painel com o título acima. Dada a temática que a APM privilegia em 2002, achei de todo o interesse assistir. O painel foi organizado pela Direcção da Sociedade Portuguesa de Matemática e inserido no Encontro Nacional promovido por esta Sociedade. A Presidente da SPM, Anabela Cruzeiro e o moderador do painel, José Francisco Rodrigues receberam-me com muita simpatia.

Os membros da mesa foram: Mariano Gago (ministro da Ciência e da Tecnologia), José Manuel Fernandes (director do Público), Manuel Ricou (Alcatel Portugal e professor no IST), Francisco Sousa Soares (bastonário da Ordem dos Engenheiros), Nuno Valério (representante do bastonário da Ordem dos Economistas), Paulo Trincão (director do Museu Nacional da Ciência e da Técnica) e Pedro Freitas (vice-presidente da SPM e professor no IST).

O moderador começou por explicar que o painel tentou reunir um conjunto de profissões onde a Matemática é importante na vida prática, económica e social. Inevitavelmente, ficaram de fora outras profissões (relacionadas, por exemplo com o Direito, a Saúde e as Artes).

Nuno Valério apontou duas justificações tradicionais pelas quais os economistas e gestores devem aprender Matemática: a natureza formativa (supostamente, o estudo da Matemática desenvolve qualidades de disciplina e rigor de raciocínio) e a natureza instrumental (há determinados ramos do conhecimento matemático que têm aplicação directa no exercício da profissão). A escolha dos tópicos a ensinar na formação de base poderia ser guiada fundamentalmente pelo aspecto instrumental, acreditando que o seu estudo era capaz de proporcionar a eficácia formativa pretendida: Álgebra Linear, Cálculo Infinitesimal, Estatística Descritiva e Fundamentos da Estatística Analítica (aplicada à Econometria e à Investigação Operacional).

Em seguida levantou o problema da existência de um hiato entre o ensino da Matemática (relativamente fechado) e a sua aplicação, levando a que o estudante não saiba apreciar Matemática nem se aperceba das suas repercus-

Em conclusão, os alunos puderam sentir com estes pequenos exemplos que a Matemática permite analisar não só questões científicas profundas, mas também assuntos mais banais do nosso dia-a-dia.

E assim a exposição atingiu o seu fim: mostrar a relação entre a Matemática e o Mundo, dando a conhecer, de relance algumas das imagens desta ciência, nas múltiplas facetas da nossa vida.

Nuno Dias  
Departamento de Matemática  
da Escola Superior de Tecnologia e Gestão  
do Instituto Politécnico de Leiria

sões no exercício profissional. Advogou que o estudo da Matemática não deve ser mero estudo de fórmulas para aplicar, antes a compreensão de métodos para chegar a resultados. Colocou a questão da reorganização do ensino da Matemática num contexto de desenvolvimento de métodos e instrumentos de trabalho proporcionados pela Informática, não só pela necessidade de atingir os objectivos formativos e instrumentais, mas também para ensinar o futuro economista a adaptar-se a esse progresso tecnológico.

NV disse não ser de admirar que o português adulto médio saiba pouco de tudo, inclusivamente de Matemática: segundo os dados do Censos 1991, frequentou a escola durante 6 anos (1 ano em 1950). "Há um problema quantitativo básico."

Também classificou de péssimas as avaliações que visam a ordenação, apontando quem são os melhores ou piores: "faz com que quem fica em primeiro lugar seja bom e quem fica em último seja mau, mesmo que a diferença entre eles não seja muita". Defendeu as avaliações qualitativas, que apontem os pontos fortes e os pontos fracos.

José Manuel Fernandes começou por dizer que a maior parte dos jornalistas procurou fugir o mais depressa possível à Matemática. Da sua geração ainda há quem tenha vindo de cursos de áreas científicas (Engenharia, Medicina...) mas a maior parte vem de Direito, História e cursos de Letras. Na geração mais recente, é muito difícil aceder à profissão de jornalista se não se vier de um curso de Comunicação Social, onde a Matemática surge como um peso: as "cadeirinhas" de Estatística são dadas à pressa, com grande esforço e resistência dos alunos, que têm a ideia de que é algo que lhes é desnecessário para a profissão.

Afirmou que os jornalistas têm dificuldade em lidar e compreender o significado dos números mais simples: proporções, relação entre duas moedas, percentagens. "A melhor maneira de enganar um jornalista é atirar-lhe com números" ..O jornalista acaba por não cumprir o seu papel

crítico e não é capaz de questionar. No entanto, entendeu ser crucial para o jornalista ter a capacidade de ler e interpretar números, olhar para um problema e saber resolvê-lo.

Referiu a dificuldade sistemática de colocar estagiários na secção de Economia e contou um exemplo passado no jornal: no fim do ano em que se fez um contrato com uma empresa de estatística desportiva para os jogos de futebol, havia um jogador do Benfica que aparecia em primeiro lugar nas estatísticas de recuperação de bolas; foi dessa maneira que se deu destaque a um jogador que dava pouco nas vistas, mas que agora é o mais internacional no futebol português, Paulo Sousa.

Sobre as provas de aferição do 4º e 6º anos, leu o relatório do Ministério e viu os enunciados. Algumas das questões pareceram-lhe tão intuitivas que ficou surpreendido com os resultados, achando que, em parte, é porque desde o princípio há "alguns métodos que não são seguidos, alguma exigência que não é tida e alguma incapacidade de motivar as pessoas para o concreto". Colocou a questão da tabuada, a "ginástica inicial dos músculos" e as consequências da máquina de calcular: o aluno não compreende a necessidade de se esforçar e, à medida que a Matemática se complica, foge dela o mais possível.

Segundo JMF, a comunicação social em geral é feita por quem tem aversão aos números, tornando pior o serviço prestado aos cidadãos. Isso só se modificará quando se conseguir alterar a má relação que existe entre a generalidade da população portuguesa e a Matemática, "um dos dramas nacionais e um dos factores do nosso atraso". Defendeu no jornalismo pessoas com outra formação (por exemplo, um bacharelato numa área científica seguido de uma preparação específica), porque "a técnica jornalística aprende-se depressa".

Francisco Sousa Soares enfatizou o empenho da Ordem dos Engenheiros na Educação (incluindo a ligação às escolas secundárias, para ajudar a criar vocações tecnológicas) e descreveu o sistema de acreditação, pela Ordem, dos cursos de ensino da Engenharia. Para este ensino, apontou como factores-chave de sucesso a sólida preparação em Matemática e Física, a filosofia de banda larga, a existência de laboratórios próprios para a realização de trabalhos experimentais pelos alunos, o desenvolvimento de um projecto com trabalho de concepção, a investigação científica pelos docentes e a ligação ao tecido empresarial.

Abordou a formação de base que é essencial para a formação e desempenho profissional de um engenheiro. Nesse aspecto a Matemática é decisiva, porque "estrutura o raciocínio (obriga a pensar de forma lógica), permite a construção de modelos quantitativos, permite a simulação da realidade e apoia a criatividade".

Referiu a necessidade de baixar as taxas "dramáticas" de retenção e de abandono (exemplo: no IST, 33% dos alunos inscritos não conclui o curso) e de aumentar os candidatos com vocação. "A boa formação de base em Matemática pode ajudar".

Defendeu a manutenção de dois perfis: o do engenheiro técnico, resultante do bacharelato (decisivo para o sector

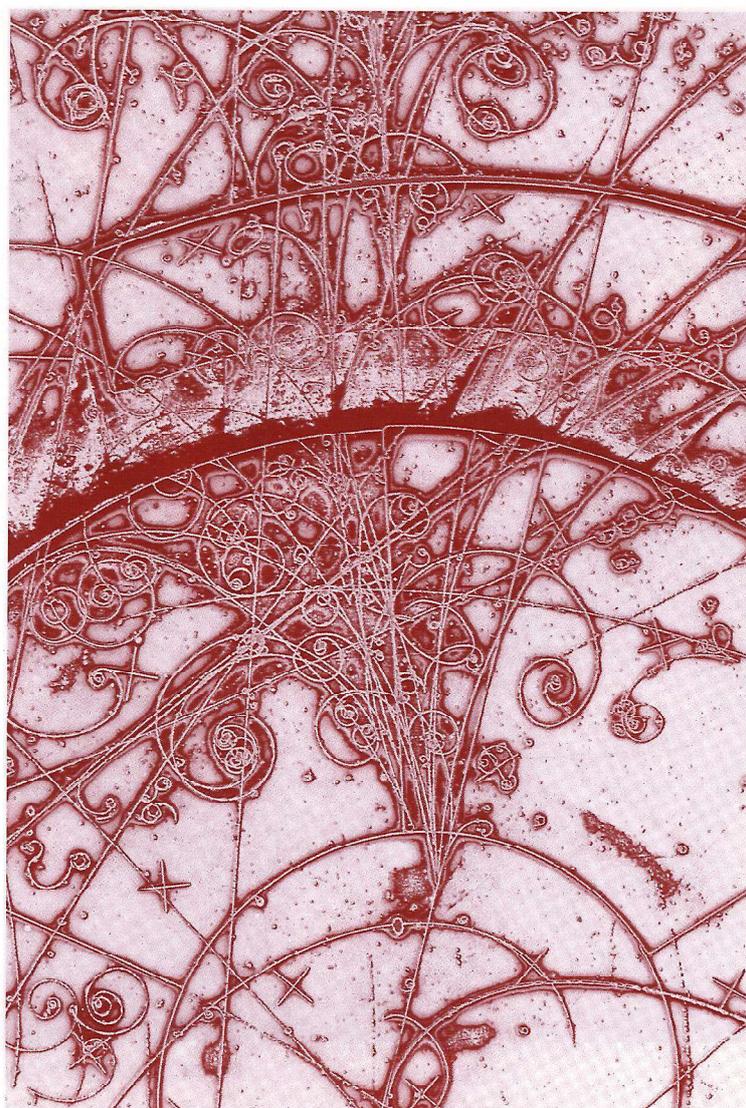


Figura 1. Trajectória de partículas subatómicas após uma colisão de grande nível energético observada numa câmara de bolha.

das indústrias e da construção) e o do engenheiro licenciado (com sólida formação de base em Matemática e Física, que permita uma aplicação das Ciências da Engenharia, com a elaboração de projectos com base em modelos e uma interface com outras especialidades e profissões).

Terminou com a apresentação dos objectivos a que a Engenharia deve habilitar e qual o contributo desta para a cidadania: o desenvolvimento sustentável do território e ambiente, a boa aplicação das tecnologias - novas energias, novos alimentos, novos materiais e nova informação - e a salvaguarda da segurança de pessoas e bens.

Manuel Ricou formou-se em Engenharia e doutorou-se em Matemática. Na Alcatel é responsável por um grupo com mais de 100 licenciados que trabalha sobretudo em actividades de desenvolvimento e manutenção de software de telecomunicações. Certos aspectos deste trabalho têm uma componente matemática sofisticada, sem a qual não seria possível estudar do ponto de vista teórico problemas de dimensionamento de redes, gestão de tráfego, fiabilidade dos equipamentos, segurança das comunicações, inviolabilidade da informação, robustez face aos erros.

Entendeu que os licenciados em Matemática são os que se revelam mais capazes para a concepção, desenvolvimento e verificação de software e justificou: conceber um sistema



Figura 2. Cristais de sal.

ou um programa de computador, entender quais são os pontos que o tornam forte ou fraco, entender como é que o programa pode ser verificado a posteriori, trata-se de um exercício intelectual que segue de muito perto um raciocínio matemático standard que se aplica, por exemplo, quando estamos a construir ou a tentar entender uma demonstração (temos de ter ideia onde queremos chegar, o que nos ajuda a explorar e a ter mecanismos internos de validação do resultado, quando lá chegamos). Assim, no desenvolvimento de software, a formação básica na Matemática fornece esquemas mentais particularmente úteis, e cada vez mais necessários para a resolução de problemas sofisticados, que o crescimento espantoso da velocidade de processamento coloca.

Confessou-se um apaixonado incondicional da Matemática - peça fundamental da cultura humana - irritando-se com a discussão sobre a sua utilidade prática. A Matemática ensina a pensar e a falar com rigor e clareza, ensina o que é um raciocínio, ensina sobretudo uma velha diferença, entre a força da razão e a razão da força; é uma ferramenta indispensável para construir teorias científicas (é com Matemática que se constroem naves espaciais, redes de telecomunicações, computadores, etc.).

Mostrou a convicção de que uma sociedade que não domine e cultive a Matemática está condenada a uma posição de vassalagem, sendo mera consumidora da riqueza que outros produzem, e que lançar no mercado de trabalho uma pessoa que não tenha conhecimentos matemáticos básicos é a mesma coisa que lançá-la na miséria.

Considerou pernicioso reduzir o ensino da Matemática à mera aprendizagem de métodos e fórmulas: parte da ideia é precisamente perceber o mundo maravilhoso do edifício lógico-dedutivo que se constrói de acordo com certas regras. Afirmou sentir-se bastante inquieto com a situação actual do ensino da Matemática: "se calhar, somos colectivamente adversos a este esforço de rigor e exactidão que está por detrás da Matemática".

Relativamente aos resultados de avaliações, choca-o que não surjam manifestações colectivas de preocupação (nomeadamente por parte das próprias universidades) e defendeu o conhecimento público dos estudos sobre os resultados dos estudantes: donde vêm as boas notas? quais são as escolas que formam melhor os alunos? são realmente escolas privadas ou públicas? qual é o papel dos professores?

"A única coisa de que tenho a certeza é que se não formos capazes de nos organizar, de melhorar significativamente o ensino das Ciências, em particular da Matemática, de melhorar a nossa capacidade científica, então a situação geral do país só pode piorar. O valor acrescentado da actividade industrial, no mundo de hoje, baseia-se, antes de mais, em conhecimentos técnicos. Se nós não formos capazes de os adquirir ou de os dominar estamos condenados à degradação das nossas condições."

Paulo Trincão começou por dizer que detestava Matemática, facto que relacionou com a formação ministrada na sua licenciatura em Geologia (o seu olhar sobre a natureza não é o dos números...).

Na sua opinião, uma das razões do insucesso na Matemática passa pela excessiva penalização para o nível de erro, por exemplo na resolução de uma equação ("com pequenos erros as coisas já não cortam, o resultado não dá certo, o nervosismo ataca e... mais um zero!"). As penalizações na correcção dos exercícios de matemática não têm paralelo, na sua perspectiva, com outros ramos da ciência. Afirmou não pretender o abrandamento do rigor, mas sobretudo que se encontre uma maneira de não desanimar o estudante que comete infracções logo de início.

Chamou a atenção para a importância da medição, tarefa muito prática e vital, e para as particularidades do cálculo em Geologia, dada a ordem de grandeza dos valores (a idade de uma rocha é de 300 milhões de anos mais ou menos 10 milhões): está implícito o conceito de erro, necessário para aumentar o rigor da descrição.

Salientou a importância de mostrar aos estudantes a relação dos conhecimentos adquiridos na formação (universitária) com a actividade prática futura, exemplificando com a Geologia (calcular jazidas minerais, distâncias, orçamentos...).

Preconizou que a Matemática aparecesse como centro de actividade museológica, uma forma de desmistificar a dificuldade de aprender esta ciência e de promover a sua estética. Nas experiências interactivas pode-se experimentar sem punição pelo erro, contribuindo para a "reconciliação" do estudante com a Matemática.

Pedro Freitas (licenciado em Engenharia e doutorado em Matemática) referiu que é preciso ter a noção que a grande maioria dos alunos dos diversos cursos (engenharia, gestão, etc) não vai utilizar directamente a Matemática na vida profissional. Esta serve antes um propósito estruturante do modo de pensar de um indivíduo, não só na sua profissão mas em geral. Em particular, a Matemática ajuda a desenvolver a capacidade de olhar para diferentes soluções de um modo sistemático, identificando os pontos fortes e os pontos fracos, padrões, etc. Considerou importante a criatividade na resolução de problemas, entendendo que as ideias criativas em Matemática pressupõem a sujeição a um conjunto de regras, não se podendo raciocinar no vazio.

Referiu que, para que seja possível um ensino da Matemática de qualidade em todos os níveis de ensino, é necessário que a imagem da Matemática na sociedade seja positiva. Obviamente que, para além de todo o trabalho que deve ser feito pelos professores com esta finalidade, é talvez ainda mais importante que os diferentes sectores da sociedade - comunicação social, Ordens profissionais, classes empregadoras - transmitam ao público que consideram a Matemática como um aspecto fundamental da formação de cada um.

Mariano Gago recordou que o mito dos níveis decrescentes de educação (cada geração é menos educada do que a anterior) está documentado desde sempre na História da Educação e afirmou que não pretende uma escola para 5% da população, como aconteceu no passado. "Portugal não pode dar-se ao luxo de deixar de fora os 60% de fracos e tornar-se um país de indicadores de 4 milhões, sem assumir o falhanço colectivo". Referiu a importância de estudar como é que aqueles que estavam condenados ao insucesso passaram a ter sucesso e a necessidade de multiplicar oportunidades. "A selecção traduz-se na eliminação. Não pode haver selecção antecipada!". Lançou o problema da formação dos 3 milhões de portugueses da população activa e que vão continuar mais 20 anos na vida activa, com os níveis mais baixos de formação.

Considerou que a educação é, em média, melhor agora do que era e tomou como exemplo o seu Departamento na Universidade: os currículos científicos são melhores, a produção científica é maior. Face ao "pessimismo da razão" que toma para referenciais os outros países, sem os conseguir nomear, perguntou se havia "optimismo na acção" e "convicção para agir, independentemente de ver resultados imediatos".

MG lembrou que a Matemática, sendo uma linguagem formal, tem uma longa história como instrumento de selecção social, nomeadamente quando os sistemas de educação se abrem. É um problema de que somos herdeiros e que tem consequências, até no modo como são formados os professores. Referiu que a socialização para a Matemática cabe à escola, tal como lhe cabem outro tipo de socializações, acreditando que o interesse não está nas coisas fáceis, mas nos desafios difíceis e interessantes. Lembrou a existência de uma Matemática popular (jogos, adivinhas) e da Informática.

Quanto à socialização para as Ciências da Natureza em geral, que conhece melhor, MG lembrou que a história dos países nórdicos e anglo-saxónicos diz que ela tinha de passar explicitamente para os grupos sociais novos essencialmente pela socialização do trabalho prático, das equipas de projecto e da experimentação: "a experimentação é o elemento crítico de qualquer país que tenha tido sucesso na integração e na apropriação de todas as camadas sociais para as ciências, em geral".

Assim, os países que têm medo de retornar ao estado, antigo de pobreza, à qual está associado o trabalho manual (caso de Portugal e não só) têm mais dificuldade em socializar através da experimentação; quando muito, consideram-na uma técnica.

MG lançou 2 questões aos que trabalham na Matemática e no ensino:

- Qual deve ser o eixo condutor e a estratégia eficaz de maior socialização que permita a participação (melhores professores, melhores alunos, etc.) para a ciência?
- Nas ciências em geral e sobretudo nas ciências físicas, químicas e biológicas, a aliança entre os cientistas e os bons professores é um elemento central e catalítico para modificar a escola. A entrada de um cientista numa escola, com a possibilidade de haver uma relação directa, faz uma mudança radical na imagem da ciência e na motivação. Qual é o estado prático da possibilidade de construir organizada uma aliança entre os matemáticos e os professores de Matemática do ensino básico e secundário?

Quanto a avaliações e exames MG considerou ser um problema crítico, não das ciências, mas da sociedade portuguesa, aliás, das sociedades que viveram durante muitos anos regras obscuras de definição do estatuto social e de acesso às profissões das classes superiores: no momento em que está em causa a possibilidade de haver uma maior mobilidade social baseada na educação, há movimento de grande resistência de grupos sociais a essa transparência, porque ela é um elemento de democratização da tese da igualdade de oportunidades. Se o sistema científico interiorizar e praticar uma cultura de avaliação é o sistema mais organizado na sociedade portuguesa que pode garantir a possibilidade de uma cultura de avaliação independente.

Considerou muito importante o debate sobre a interpretação dos dados dos testes internacionais em Matemática e Ciências. Quanto ao relatório de avaliação do estudo PISA 2000, que leu "um tanto à pressa", pareceu-lhe que os alunos de 15 anos que estavam no nível de escolaridade certo (9º ou 10º anos) produziram resultados praticamente iguais em todos os países, encontrando-se a grande diferença nos alunos que ainda estavam no 8º, 7º e 6º anos, cuja proporção é maior em Portugal do que em outros países. "A ser verdade isto, o problema não é da Matemática nem das Ciências, é muito mais global", sendo importante ter a certeza da resposta a esta questão.

Preconizou que a formação para o ensino (exemplo: Matemática, Química e Biologia) fossem pós-graduações e que o ensino de Matemática na Universidade estivesse imbuído do mundo físico ("nem todos os licenciados vão ser

matemáticos”). Entendeu que estamos convencidos que o insucesso é um problema individual e não um problema colectivo, para o qual precisamos de nos mobilizar. Terminou parodiando um senhor de barbas brancas: “Matemáticos e professores de Matemática: uni-vos!”

Agradecimento: à Branca Silveira e Maria José Costa, pelos seus apontamentos imprescindíveis.

Luís Reis  
Centro de Competência Nónio ESB-UCP

### Recursos bibliográficos — Sugestões Comentadas

- Abreu, Guida d' (1995). A Matemática na vida versus na Escola: Uma questão de cognição ou de Identidades Sociais. Em *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 11(2), pp. 85-93.

Relato de uma investigação comparativa das aprendizagens matemáticas na escola e no quotidiano (inclui situações profissionais e ajuda a compreender o que ocorre nas Profissões).

- Bolt, Brian (1994). *Matemáquinas*. Lisboa: Gradiva.

Extenso e interessante estudo das máquinas elementares, sob o ponto de vista da Matemática.

- Davis, Philip e Hersh, Reuben (1997) *O sonho de Descartes. O Mundo segundo a Matemática*. Lisboa: Difusão Cultural.

A Matemática encarada do ponto de vista dos seus utilizadores.

- Esteves, Pedro (2001). Os omnipresentes códigos de barras. Em *Educação e Matemática*, 65, pp. 11-13.

A leitura óptica das bandas de barras verticais os produtos que alguém pretende adquirir permite, por via informática, realizar rapidamente diversas operações: associar a cada produto o seu preço actualizado; imprimir o talão de venda; dar baixa, no armazém, dos produtos vendidos.

- Farias, Carlos e Saraiva, Manuel (1999). *Os números e as mensagens secretas*. Lisboa: A.P.M..

Depois de uma preparação matemática genérica, os autores apresentam o criptosistema RSA, desenvolvido por Rivest, Shamir e Adleman, em 1978, tão utilizado hoje nas questões privadas e profissionais.

- Paulos, John Allen (1991). *Inumerismo. O analfabetismo matemático e as suas consequências*. Mem Martins: Publicações Europa-América.

Apesar de não estar estruturado explicitamente em relação às Profissões nem se restringir a estas, a análise arguta e bem humorada torna este livro agradável e interessante.



### Materiais para a aula de Matemática

## Eleições para a presidência da República — 1986

A actividade apresentada faz parte do conjunto de materiais utilizados nos Círculos de Estudo que se estão a realizar nos Centros de Formação de Benfica e Oeiras, no âmbito do Acompanhamento do Programa Ajustado de Matemática do Ensino Secundário, para apoiar a implementação do programa da disciplina de Matemática Aplicada às Ciências Sociais (MACS). Foi construída a partir de dados recolhidos no site <http://www.stape.pt> e utilizada na sessão dedicada ao tema do programa – Teoria das Eleições - como uma actividade possível de ser trabalhada em sala de aula. A acompanhá-la foi fornecida a legislação referente à eleição do Presidente da República que pode ser fotocopiada directamente do Dicionário de legislação eleitoral da Comissão Nacional de Eleições (CNE) ou do site desta comissão <http://www.cne.pt>.

Esta actividade está formulada para alunos, mas não foi utilizada ainda em sala de aula pois o programa só entrará em vigor para o próximo ano lectivo, pensamos nós...

Ana Vieira Lopes, Célia Eusébio, José J. Borges, Luísa Carvalho, M<sup>o</sup>Otília Moreirinha