



## Música e Matemática

Sendo este o Ano Mundial da Matemática, os XXIV encontros de música contemporânea da Fundação Calouste Gulbenkian, foram precisamente dedicados ao tema "Música e Matemática".

Assim, de 22 de Maio a 2 de Junho pôde assistir-se na Fundação a um total de nove concertos, seis sessões de conferências e uma sessão de cinema que, como não poderia deixar de ser, tiveram como figura central Iannis Xenakis.

O ciclo de conferências, incluído na programação e organizado pelos serviços de Música e de Ciência da Gulbenkian, contou com individualidades nacionais e internacionais ligadas à Música e à Matemática. As relações entre aquela arte e esta ciência foram objecto de particular reflexão na grande parte das conferências, cujo título aqui vos damos a conhecer:

- "Estruturas algébricas e transformações musicais" por João Pedro Oliveira (compositor), Helena Albuquerque (Departamento de Matemática da Universidade de Coimbra),
- "O papel da matemática e do computador na análise e composição da música contemporânea" por Gérard Assayag (IRCAM, Paris),
- "Pitágoras e Apolo: projecções intercontemporâneas" por Paulo Almeida (Instituto Superior Técnico, Lisboa),
- "Simbologia do número como metáfora para a composição musical" por Pedro Amaral (Compositor),
- "Aspectos matemáticos na música da segunda Escola de Viena" por Carlota Simões (Departamento de Matemática da Universidade de Coimbra),
- "A Matemática em composição musical: analogias e utopias, possibilidades e limites" por Cândido Lima (compositor),

- "Matemática e música contemporânea: relações naturais ou culturais" José Francisco Rodrigues (Centro de Matemática e Aplicações Fundamentais, Lisboa).

Mas este ciclo incluiu ainda conferências sobre a vida e obra de Iannis Xenakis. De facto, falar na relação da Matemática e da Música obriga a dar destaque especial a este importante compositor contemporâneo, de origem grega que, em Atenas, cursou engenharia e adquiriu simultaneamente uma formação musical sólida. Obteve, deste modo, uma dupla cultura que lhe permitiu começar a explorar a ligação entre a Música e Matemática, desde logo, nas suas primeiras obras. Porém, tendo militado na resistência grega e combatido na guerra civil que, na altura, assolava o seu país, cedo teve que abandonar a Grécia, escolhendo a França para seu refúgio.

Em 1947, já em Paris, torna-se assistente do arquitecto Le Corbusier e entrega-se ao desafio de tentar "unificar" a arquitectura e a música. A partitura da sua obra *Metastasis*, estreada em 1955, baseada em cálculos idênticos aos de que se serviu na arquitectura, é um bom exemplo disto.

Mas Xenakis voou mais alto e reclama para si a especulação abstracta e a procura de proporções cósmicas. Espírito de invenção permanente, Xenakis ficou célebre pela criação do conceito de massas musicais, de música estocástica e música simbólica, através da utilização do cálculo de probabilidades e da teoria dos conjuntos na composição de música instrumental, electroacústica e com computador — a sua busca progressiva de uma "música audiovisual", fez dele uma figura dominante da música actual.

As relações entre a Música e a Matemática foram bem ilustradas

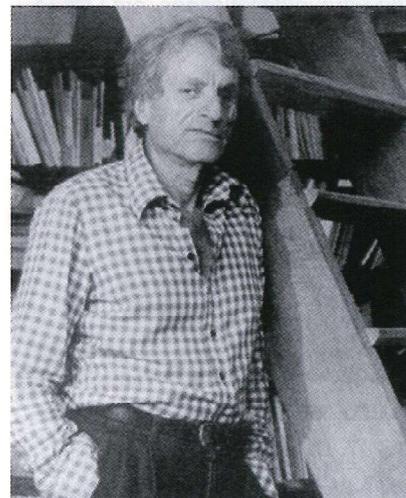


Foto: www.karadar.it/PhotoGallery/Xenakis.htm

nestes encontros pela audição de cerca de quarenta obras criadas ao longo das últimas quatro décadas: vinte e duas eram obras de Iannis, compostas entre 1962 e 1997; das outras salientam-se as obras de discípulos directos e herdeiros espirituais do compositor, nomeadamente o andaluz Guerrero, conhecido como "o Xenakis espanhol", em cujos trabalhos recorreu à aplicação especial da Teoria do Caos, em particular, a geometria dos fractais.

Hoje reconhece-se que a Matemática é o suporte, a base de todas as ciências e, como tal, como dizem Davis e Hersh, não é de crer que no mundo físico exista algo que seja não-matematizável. E, assim como o mundo físico, também o mundo social, com cada vez maior rapidez, está a ser matematizado. Xenakis, considerado um dos mais importantes compositores da segunda metade do século XX, veio evidenciar que mesmo a música se encontra menos para além da matemática do que poderia parecer.

<http://www.musica.gulbenkian.pt>

<http://www.artnet.com.br>

Fátima Alonso Guimarães  
E.B. 2/3 de Telheiras

## “Matemática ao Vivo” no Parque das Nações

Nos passados dias 5 e 6 de Maio, respirou-se ciência no Pavilhão Atlântico do Parque das Nações, em Lisboa.

No amplo espaço, fervilhando de actividade, alunos e professores observavam, experimentavam, viviam a Ciência, em agradáveis momentos de interacção. Na Física ou na Química, na Biologia ou na Electrónica, na Matemática ou... em qualquer outra área, era possível encontrar projectos interessantes. No entanto, havia uma área que merecia particular destaque: a Matemática. Com efeito, neste evento destinado à divulgação do trabalho realizado pelos projectos Ciência Viva em curso, a organização não quis deixar de lhe reservar um espaço especial, aliando-se assim às comemorações do Ano Mundial da Matemática.

No espaço “Matemática ao Vivo”, para além de observar os diversos materiais expostos, era possível efectuar experiências e enfrentar vários desafios, bem como assistir a sessões de tipos diversificados.

Dar uma ideia do que foi este 4º Fórum Ciência Viva, não é fácil, tal era a variedade de projectos apresentados. De entre tudo o que vivi, dizer o que mais me sensibilizou, pode parecer difícil mas, muito pelo contrário, não o é. Aquilo que recorro de imediato, quando penso nestes dias, são os alunos! Fiquei completamente cativada pela simpatia com que queriam falar do seu projecto, das experiências que tinham vivido nas suas escolas. Empolguei-me com o genuíno entusiasmo com que se empenhavam nas diversas actividades e experiências que tinham à sua disposição. E surpreendi-me com o interesse que alunos muito novos conseguiam encontrar em actividades que não tinham sido propriamente pensadas para o seu nível etário.

Entrara há pouco no pavilhão quando três alunos do 7º ano da Escola E. B. 2, 3 Luís de Camões me perguntaram se não queria conhecer o trabalho deles. E falaram entusiasticamente, de brilho nos olhos, entre-



Foto: Helena Rocha

ajudando-se uns aos outros para não falhar nenhuma informação importante. Passaram-me depois aos seus colegas do 9º ano que, com o ar calmo e seguro de quem sabe perfeitamente do que está a falar, não hesitaram em mostrar-me um pouco do que tinham feito nas aulas de Matemática. Mais reservados, preferiam exibir o à-vontade com que utilizavam o programa Geometer's Sketchpad a conversar. Mostraram-me então como, a partir de frisos, estudaram as transformações geométricas e como, com base numa abordagem de natureza investigativa, foram explorando a “geometria da circunferência”.

Numa outra zona do pavilhão, algumas alunas da Escola Secundária D. Luísa de Gusmão dispunham-se a descobrir connosco “os mistérios do universo”. Junto à exposição do material construído e/ou utilizado nas aulas, uma aluna, um pouco intimidada por saber que eu era professora de Matemática,



Foto: Helena Rocha

oferecia-me o material necessário e prontificava-se a ajudar-me a construir o meu próprio quadrante, bem como a explicar-me como utilizá-lo.

Entretanto, mesmo ao lado, duas colegas suas ajudavam um grupo de alunos de outra escola que, utilizando sensores associados a uma calculadora gráfica e respectivo *viewscreen*, efectuavam algumas experiências. A atenção com que eram ouvidas, enquanto transmitiam informações relativas à experiência, e o interesse com que eram questionadas, ilustram bem a forma como estes alunos estão habituados a viver a Matemática: com espírito crítico, questionando, reflectindo e experimentando.

Mas não se pense que os alunos eram os únicos a envolver-se nas inúmeras experiências ao dispor dos visitantes deste espaço. Também os professores não resistiam a um bom desafio. E tanto os quebra-cabeças e *puzzles* tridimensionais, expostos pelo Núcleo da APM de Almada Seixal sob o lema “Pensa, experimenta, joga...”, como os módulos interactivos disponibilizados pela Atráctor, constituíam uma óptima fonte de actividades desafiadoras.

No centro do espaço destinado à Matemática, no palco que aí se encontrava instalado, situava-se outro foco de interesse. Por este palco

foram passando sessões de tipos e conteúdos diversificados. De comunicações a sessões de grande interação com a assistência, conduzidas por alunos, por professores ou por especialistas convidados; incidindo sobre *origami*, instrumentos náuticos, dobragens, experiências no laboratório de Matemática... e até sobre magia! Houve de tudo um pouco. E se as características das sessões eram bastante variadas, as da assistência não o eram menos.



Foto: Helena Rocha

O grande número de professores e de alunos de todas as idades que pretendiam assistir a cada sessão, tornava claramente insuficiente as cerca de cinquenta cadeiras colocadas ao seu dispor. Mas, de pé ou sentado, ninguém resistia aos desafios que iam sendo colocados. Com efeito, quando a certa altura da sessão do Eduardo Veloso levantei os olhos da folha em que, por dobragens, construíra um triângulo equilátero, todos os que não o tinham já feito estavam, individualmente ou em grupo, dobrando, desdobrando, pensando, tentando de novo. E nem mesmo o crescente grau de dificuldade que nos levou até ao octógono, provocou desistências... embora tenha dado origem a alguns octógonos "pouco" equiláteros!

Muito mais haveria para dizer sobre tudo o que aconteceu neste fórum e sobre todos os que estiveram presentes. Foram realmente dois dias especiais. Nas palavras de um dos muitos alunos que apresentavam os projectos das suas escolas e que, abertamente, expressavam o seu agrado pela experiência que viveram este ano, nas aulas de Matemática: "Aquilo de que mais gostei?! Isto aqui! É... espectacular!!"

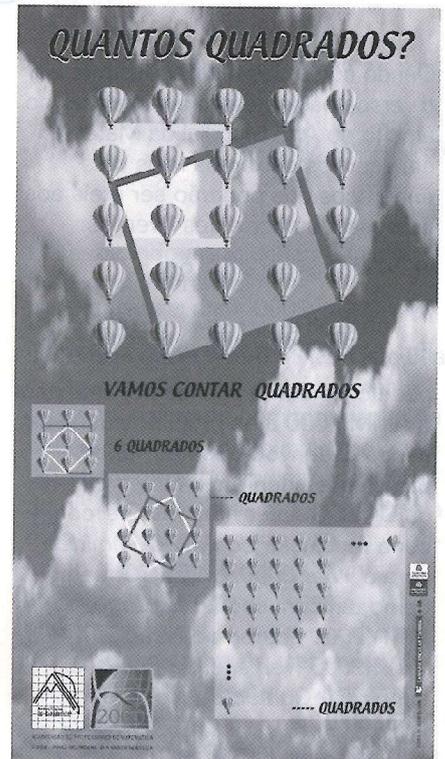
Helena Rocha  
Esc. Sec. Patrício Prazeres

## APM e o AMM

O cartaz comemorativo do AMM, elaborado pelo Grupo de Trabalho do Centro de Recursos, já se encontra disponível para todos os sócios. Pode ser solicitado um exemplar, junto do núcleo mais próximo da sua área de residência ou da sede.

O cartaz já foi enviado a todas as escolas do 2º e 3º ciclos e secundárias. Para as escolas do 1º ciclo e das Regiões Autónomas, seguiu via Centro de Área Educativa, podendo chegar um pouco mais tarde. Este é acompanhado de uma folha de exploração, podendo a tarefa nele contida ser explorada por todos os níveis de ensino.

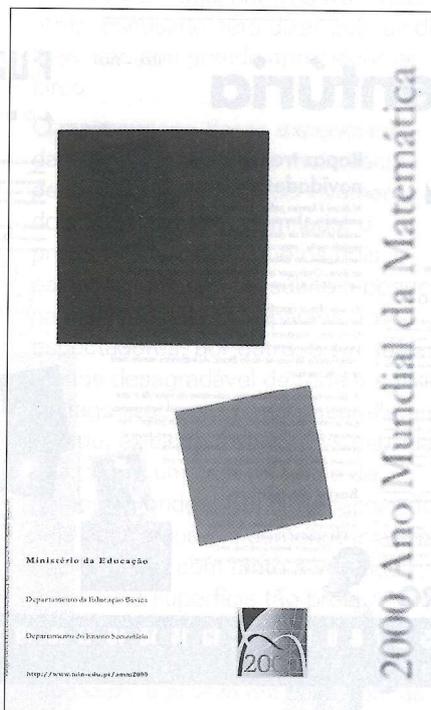
Informamos ainda que, quem quiser, pode ver o cartaz e a respectiva folha de exploração, na internet, na página do Centro de Recursos.



## O ME e o AMM

O Ministério da Educação tem uma página na Internet <http://www.min-edu.pt/amm2000/> dedicada ao Ano Mundial da Matemática. Aí pode encontrar informações sobre as iniciativas promovidas pelo Ministério no âmbito do AMM junto das escolas. Destacamos, em particular, a realização das seguintes actividades temáticas: Inovação Curricular em Matemática, Março, DRE Lisboa; Matemática e Arte, Abril, DRE Alentejo; Matemática e Sociedade, Maio, DRE Norte; A Matemática e as Crianças, Outubro, DRE Algarve; Matemática e Tecnologia, Novembro, DRE Centro.

Outra das iniciativas do ME foi o lançamento de um cartaz, apresentado pelos Departamentos da Educação Básica e do Ensino Secundário. Segundo pode lêr-se na página referida, o cartaz tem por base a pintura Quadrado negro e quadrado vermelho, de Malevich, cujo suporte tem a forma de um rectângulo de ouro.



# O AMM na Internet

Dando conta das realizações que em diversos países estão a acontecer no âmbito do Ano Mundial da Matemática, aqui vos deixamos mais dois endereços que poderão ser úteis aos interessados por estes eventos:

[www.mathsyear2000.org](http://www.mathsyear2000.org;);

<http://wmy2000.math.jussieu.fr/>.

Em <http://wmy2000.math.jussieu.fr> pode consultar a agenda prevista para o AMM 2000 e os projectos que vêm sendo desenvolvidos nos vários países que aderiram a esta iniciativa da UNESCO. É ainda possível conhecer a resolução do *IMU Committee* para o *Year 2000/UNESCO*, bem como também aceder ao *Logo*; ao *WMY2000 poster*; ao *National WMY2000 web site*; ao *Publishers servers*; e *Contacts*.

O endereço [www.mathsyear2000.org](http://www.mathsyear2000.org) é do Reino Unido. Nele são dados a conhecer projectos e outros eventos

ingleses (acontecimentos, festas e actividades) relacionados com o ano mundial da Matemática. Aí há, igualmente, a possibilidade de aceder a jogos de vários tipos, como, por exemplo, jogos de estratégia, de tabuleiro e com números. Relacionado ainda com os números, existe, neste *site*, uma página própria, a *Numberland*, onde para além de jogos encontramos curiosidades e passatempos interessantíssimos.

Os exploradores deste *site* têm ainda a possibilidade de aceder a um dicionário de Matemática, e visitar um "museu" com quatro galerias: a galeria da aritmética; a galeria das aplicações da matemática; a da geometria; e ainda a dos instrumentos matemáticos do mundo. Nestas galerias é possível observar e recolher informações sobre instrumentos matemáticos usados em diversas culturas e imagens de instrumentos da matemática usados ao longo dos

tempos, quer da geometria quer em outras áreas da Matemática. Podem ainda ter acesso a imagens que ilustram as grandes aplicações da matemática em áreas como a astronomia, a navegação, a guerra e outras. Este *site* possui ainda uma página TOP JOBS onde se ilustra, com algumas histórias de pessoas vulgares ou de celebridades (*pop stars* e outras), o modo como as suas carreiras foram afectadas e influenciadas pela matemática. Para quem quiser explorar e aprofundar outros aspectos relacionados com este assunto dão-se ainda a conhecer, neste *site*, diversos *links* importantes.

São, pois, dois endereços a fixar e a visitar agora que, com a chegada do Verão, vai abrandar o ritmo de trabalho dos professores nas escolas.

Fátima Alonso Guimarães  
E.B. 2/3 de Telheiras

## Calendário comemorativo do AMM

Integrada nas iniciativas desenvolvidas para comemorar o Ano Mundial da Matemática, a APM traduziu um calendário, composto por doze *posters* A3, edição da QED. Apesar de se tratar de um calendário a sua actualidade mantém-se para além do ano 2000.

Cada um dos *posters* representa um século (Centúria) com referências históricas da época respectiva, bem como propostas de actividades e desafios para os alunos.

Em breve será colocado à venda.

**A Centúria** 1000-1100

**Rapaz traz grandes novidades do Leste**  
Al Biruni é famoso pela sua sabedoria e inteligência. A lista das suas publicações ocupa já cerca de quarenta páginas. Tem viajado muito - para a Índia, o Leste, e para lugares tão distantes como o Egito e o Nião, a ocidente. Onde quer que vá, ele recolhe ideias e desenvolve-as em benefício da humanidade.

As suas últimas descobertas na Índia mudaram a nossa maneira de pensar. Primeiro, argumentou um princípio de grande al-Khwarizmi, introduziu na Arábia o modo indiano de contar. Usando inteligentemente o símbolo "zero" (alif), a adição e a multiplicação tornam-se muito fáceis. As taboadas nunca mais serão as mesmas!

Al Biruni também fez uma nova estimativa do valor de  $\pi$  que acredita ser 3.1417482. É uma estimativa muito mais precisa que as anteriores, tais como: 22/7 e "três e um pouco". No entanto, al Biruni questiona frequentemente se será possível obter  $\pi$  como a razão entre dois números inteiros. Na sua opinião, poderá dar-se o caso de ser um número "irracional" como  $\sqrt{2}$ .

**Borço de génios**  
Al-Biruni partilhou o seu conhecimento com al-Khwarizmi, o famoso inventor do algarismo e da palavra "algoritmo". Foi a associação que criou o Khwarizmi. Este processo produziu as matemáticas de tal grandioso, ou haverá alguma coisa no ar?

**FACTOS**  
Al-Biruni nasceu em Andkhud, no Afeganistão, em 973 ou 975. Foi um grande matemático, astrónomo, geógrafo, filósofo e historiador. Em 1030 viajou para a Índia e escreveu o livro "Kitab al-Hind" sobre a matemática indiana.

Al-Biruni também fez uma nova estimativa do valor de  $\pi$  que acredita ser 3.1417482. É uma estimativa muito mais precisa que as anteriores, tais como: 22/7 e "três e um pouco". No entanto, al Biruni questiona frequentemente se será possível obter  $\pi$  como a razão entre dois números inteiros. Na sua opinião, poderá dar-se o caso de ser um número "irracional" como  $\sqrt{2}$ .

**JANEIRO**

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31

Memória do século Árabe.

**Os pés no chão; os olhos nas estrelas**

**de regresso ao futuro**

No séc. XXI ainda celebramos o local de nascimento de Al-Biruni através da palavra "algoritmo" (antigamente algarismo) que tem origem no nome "al-Khwarizmi". A palavra "algebra" provém do livro de Al-Khwarizmi "Kitab al-jabr". Sabemos agora que Al-Biruni estava certo na sua previsão de que pi é irracional, embora hoje o número seja conhecido com uma exactidão de 5 dígitos de casas decimais.

Qual o número que, escrito em português e em maiúsculas, tem o mesmo número de letras que o seu próprio valor? (LX, DCXV, TREC).

Uma esteira partiu quando quatro fragmentos do arco. Desde que não tem que recolher e começar na mesma posição.

Escreva P como uma fração, usando de entre os algarismos 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 tantos quanto for possível. Ex: P = 9/10647

Coloque nos círculos os algarismos de 1 a 6 de modo que a soma de cada linha seja 10.

representa um número para o qual se tem: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

Qual o número representado por 87?