



# Matemática e Tecnologia Experimenta ...

*Manuela Pires*

A equipa do Ano Temático Matemática e Tecnologia propôs-se levar a efeito ao longo deste ano, em colaboração com o Ciência Viva, núcleos regionais e grupos de trabalho da APM, iniciativas *Matemática e Tecnologia*, nos Centros Ciência Viva de Vila do Conde, Coimbra, Faro e Lisboa, em escolas e outros locais públicos, caso do Nerlei—Núcleo empresarial de Leiria, e no ProfMat.

O objectivo central é criar, em cada um destes espaços, um tempo próprio para que os jovens (e os menos jovens) se interroguem, experimentem, descubram relações Matemáticas e interpretem situações reais, usando tecnologia. Poderão fazê-lo realizando as experiências propostas nos módulos interactivos, explorando as aplicações interactivas dos menus matemáticos ou participando nas comunicações marcadas em cada um dos locais.

A primeira destas iniciativas decorreu no Centro Ciência Viva de Vila do Conde, com ampla participação da comunidade local e da região. A boa interacção entre a equipa do Centro e a APM, em particular com os professores da APM da zona, permitiu um estreitamento de laços *científicos*, potenciador de novos projectos colaborativos. E, se alguns módulos deixaram de estar fisicamente no Centro, ficaram ideias, programas instalados, os menus matemáticos sempre acces-

síveis na página e mais motivação para a pesquisa em Matemática.

Os menus matemáticos são uma ferramenta potente e de acesso fácil, tanto na sala de aula, como nas bibliotecas das escolas, nos espaços Internet nas Câmaras ou nos cyber dos Centros Ciência Viva. Os menus consistem num conjunto de aplicações interactivas que tanto servem de entrada, como de prato principal ou de merecida sobremesa e já existiam na página da APM. A equipa deste ano temático, para além da divulgação nas escolas, fez uma divulgação especial junto das Câmaras Municipais e, para facilitar o acesso, criou menus por ciclos de escolaridade disponíveis na página [www.apm.pt/pt](http://www.apm.pt/pt).

Os módulos, cuja descrição também se encontra na página, não são sobre um tema matemático específico. O fio condutor que os une é a tecnologia usada, quer como facilitadora da compreensão de fenómenos reais e da investigação de situações matemáticas, quer na compreensão da matemática que é utilizada em algumas tecnologias. Os módulos podem ser utilizados por vários níveis etários e procurou-se que as experiências funcionassem de forma autónoma, o que nem sempre é fácil quando envolve tecnologia. Em seguida, fazemos uma pequena descrição de alguns dos módulos já construídos.



## Os módulos da Clotilde

A Clotilde é uma tartaruga robot que quer ir ao museu. Este fica num belo jardim, cheio de vasos com flores. Ela tem de atravessar um túnel, acender e apagar as luzes e, ainda por cima, está atrasada, pelo que tem de escolher com muito cuidado um percurso o mais curto possível. A Clotilde utiliza a linguagem Logo e precisa de instruções para andar, que são dadas directamente na carapaça. Dispõe de uma caneta para desenhar e podemos completá-la com luzes, sensores e mecanismos vários. Para brincar com ela tem que se estimar distâncias e rotações, prever percursos, programar, reflectir, corrigir. Através de instruções livres ou de procedimentos pode fazer-se uma iniciação ao mundo da programação. Um trabalho continuado desenvolverá certamente conceitos de lateralidade e espaço, o raciocínio lógico, a seriação e a memória. Este é um módulo para os mais pequenos, mas coloca questões bem desafiantes a todos. Como a tartaruga sabe desenhar pode efectuar belas construções num papel de cenário que, evidentemente, terão de ser projectadas e programadas antecipadamente.

No final dos anos 80 e início dos anos 90 houve a *febre* da programação utilizando a linguagem Logo, incentivada pelos professores que estavam no Projecto Minerva. Era a grande novidade dos ProfMats, *inundavam* a Educação e Matemática, fizeram-se publicações. Muitas destas actividades deixaram-se cair, principalmente as de programação nos primeiros anos, não por falta de actualidade e pertinência. Hoje, em aplicações interactivas como *esconde a joaninha* dos menus da APM, pode fazer-se algum desse trabalho. Mas não todo. O trabalho em ambientes virtuais e reais é complementar e deve ser inseparável. Por isso, nos pareceu útil recuperar esta tradição de trabalho, parecendo-nos importante que sejam divulgadas mais actividades ligadas à programação e à robótica.



Marina Ferraz

### A modelação recorrendo a calculadoras, ao CBR e CBL e a sensores

Imitar o gráfico ou desenhar as iniciais do respectivo nome, com o CBR, analisar a frequência das notas musicais, recorrendo ao CBL e ao sensor de som ou ver o nível de bem estar físico, utilizando o sensor dos batimentos cardíacos são experiências conhecidas e, em especial as duas primeiras, bastante divulgadas. Alguns professores realizam estas experiências de modelação ligadas ao estudo de conteúdos concretos, como o conceito de função, gráficos de distância e velocidade em função do tempo, período e frequência de funções trigonométricas, em anos de escolaridade específicos. Mas, o facto de serem realizadas em centros ciência viva e noutros locais, independentemente da idade, contribui para o levantar de questões. Utilizar a mesma tecnologia nas escolas e nos centros de ciência, pode aproximar os espaços e as pessoas que incentivam os jovens a fazer ciência e incentivar a realização de mais experiências de modelação, recorrendo a tecnologia, nas escolas.

Na primeira actividade existe uma tela com gráficos já desenhados. O utilizador desloca-se sobre uma passarela de 6 metros de comprimento e tenta imitar o gráfico que escolheu,

sendo projectados pontos correspondentes a distâncias a que se encontra do sensor (CBR). Assim, pode com facilidade ver o efeito físico de andar uniformemente ou não, mais depressa ou mais devagar, para a frente e para trás. Ao ser desafiado a desenhar as letras das iniciais do nome é quase sempre confrontado com algumas impossibilidades, pois nem todas as letras podem ser descritas por uma função.

Da segunda actividade Vamos tocar uma música! vamos fazer uma descrição um pouco mais detalhada. Há 3 anos, num Julho quente, em Viseu, o grupo T3 experimentou uma actividade nova: fez música soprando para umas garrafinhas, com diferentes alturas de água. Que ideia maravilhosa! De repente, uma actividade que qualquer miúdo realiza ganha sentido matemático e físico e dá uma belíssima tarefa de sala de aula. No módulo estão 8 garrafas calibradas para as diferentes notas musicais, sem estarem ordenadas, não identificadas e palhinhas para soprar. Propõe-se que o utilizador escolha uma garrafa, sopra e tente adivinhar a nota musical de ouvido; que em seguida meça a pressão que o ar exerce no sensor, visualize esse gráfico (uma sinusóide) em função do tempo e veja quantos



ciclos faz no intervalo de tempo (0,02 segundos) de recolha. Em seguida, deve dividir 0,02 s pelo número de ciclos para obter o período  $T$ , ou seja, o tempo necessário para a realização de uma vibração ou um ciclo e calcule o inverso desse número para obter a frequência  $f$ . Depois de confirmar a frequência na tabela musical, que é dada, pode *destapar* a nota e verificar se está bem.

No módulo são ainda colocadas outras questões: ao soprar, com a mesma intensidade, no topo de cada uma das garrafas, produz-se sons diferentes. Porquê? Qual é a garrafa onde se obtém o som mais agudo? E o mais grave?; como é que essa propriedade acústica se relaciona com a frequência e o período da onda sonora? Como se pode descrever matematicamente a curva obtida e porque se ouve o som?

Às diferentes frequências associa-se uma imagem visual de colunas de ar com alturas diferentes. No módulo refere-se que “ao soprar no topo da garrafa iniciamos algumas vibrações. As colunas de ar no interior da garrafa vibram de acordo com as suas frequências próprias. O som que ouvimos é o resultado da mistura do som fundamental (de menor frequência) e dos seus harmónicos (de maior

frequência). Quando sopramos provocamos muitas vibrações de diferentes frequências, mas cada coluna de ar de alturas diferentes selecciona um conjunto de frequências e ignora as outras. A coluna de ar mais comprida selecciona as frequências mais baixas e a mais curta as mais altas”.

Esta imagem visual compensa a falta de qualidade que o som por vezes tem, nas condições em que é produzido. Segundo o músico Paulo Lameiro, que nos aconselhou, o som é razoável: *Numa garrafa de 33 cl, pode afinar com som razoável de Dó a Dó. Contudo, tirar som timbrado—com qualidade—não é imediato para todos os que sopram numa garrafa. Sugeria que realizasse um sistema de tubos por forma a que os utilizadores não soprassem directamente para o “bisel da garrafa”, mas para um tubo que tenha a outra extremidade na garrafa com a inclinação necessária à produção imediata de um bom som. No fundo, utilizar o sistema das flautas doces (de bisel) e não das flautas transversais. Tirar som numa flauta doce todos fazemos, numa flauta transversal, o mesmo que a garrafa, não.*

A utilização das palhinhas de refresco são uma solução um pouco *doméstica*

para este problema, mas funcional e higiénica pois podem deitar-se fora. A orquestra garrafal está pronta para tocar uma das músicas propostas.

Os sons têm origem na vibração de objectos. Esta vibração faz oscilar a camada de ar mais próxima, ora comprimindo-a ora rarefazendo-a. Esta perturbação é comunicada sucessivamente às camadas seguintes produzindo uma onda de pressão. Quem quiser investigar mais sobre a vibração pode fazê-lo no menu *onda sonora* em que a onda sonora simulada é controlada por dois parâmetros: a quantidade de energia inicial posta na corda do instrumento (deslocamento inicial) e a quantidade de tensão na corda.

Na terceira actividade, procura relacionar-se o ritmo cardíaco com a actividade física, observar e interpretar taxas de crescimento do ritmo cardíaco. Durante a experiência pode procurar responder-se a questões como: Qual o teu ritmo cardíaco quando estás de pé, em repouso? Como se altera o teu ritmo cardíaco com o exercício físico? E o organismo tem vantagens na alteração do ritmo cardíaco? Este tipo de actividade pode dar alma a projectos na área da saúde e desporto.

## Bilhete de Identidade e Código de Barras

Os módulos do Bilhete de Identidade e do Código de Barras tiveram origem na exposição *Matemática e Profissões* da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria, realizada o ano passado e já descritos na revista 67. Os módulos foram reformulados, sendo cada um deles apoiado por um programa próprio. Têm questões comuns que se prendem com a segurança do B.I. e dos Códigos de Barras: O que significa o algarismo que se encontra à direita do teu Bilhete de Identidade? Serão os Códigos de Barras seguros? Estas questões são explicadas e ponderadas pela aritmética modular da Teoria de Números.

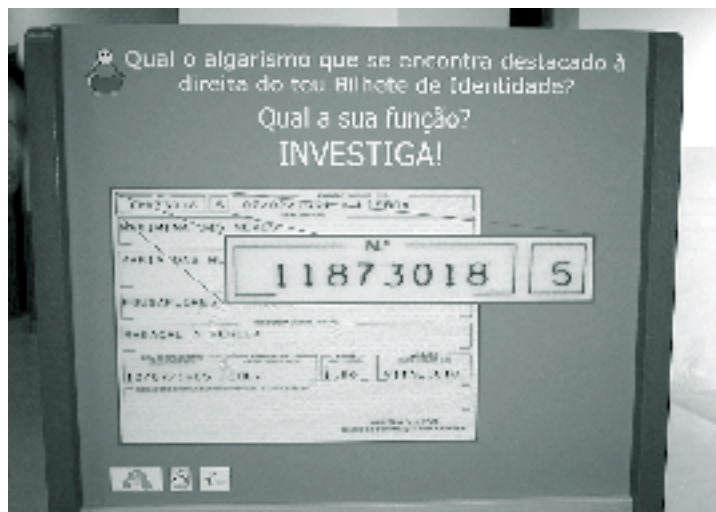
Como é que o leitor óptico descodifica o código de barras? O que significam as barras verticais contidas num código de barras? São questões abordadas após a utilização do sensor óptico que lê os Códigos de Barras. A representação binária de cada algarismo transformada visualmente em barras foi abordado num artigo da revista EM n.º 65 e faz pensar na importância da Matemática no desenvolvimento da tecnologia.

### Fractais e Poliedros

Estes dois módulos vivem da conjugação de programas que se podem obter livremente na Internet (o Fractree e o Poly), de materiais manipuláveis acessíveis (polidrons e papel e tesoura) e ainda de aplicações interactivas sobre os temas. Na página da APM podem obter-se ambos os programas, a descrição dos módulos, bem como actividades específicas para sala de aula e sites recomendados.

### Os tempos e os espaços adequados para a actividade experimental e científica.

Pareceu à equipa dinamizadora deste ano temático que era importante pensar em algumas actividades para estes espaços onde se faz ciência, e que os alunos visitam já com alguma regularidade. É certo que muitos



Dora Freire, Ana Rita Coelho e Ana Maria Barreto

passam a correr, mexem, mas não param para reflectir e que nas visitas organizadas o tempo é limitado. Mas também é verdade que há sempre uma ideia nova que fica para pensar. E como é o tempo na escola? Quantas vezes terminamos uma aula de investigação ou de modelação e pensamos: precisávamos de mais tempo para aprofundar certos aspectos, ver outras hipóteses, fazer outras experiências. Ir ler mais sobre o assunto. Mas, entretanto o tempo passou e na aula seguinte fala-se noutro assunto. Isto apesar de haver mais laboratórios de Matemática e mais actividade experimental. Quantas vezes se termina a semana de matemática (ou o dia aberto) que dinamizámos, na qual investimos fortemente e depois se arruma e encaixota?

Todos estes espaços e tempos parecem ser convergentes para alcançar os mesmos objectivos, talvez tenhamos todos que investir em cada um deles. Talvez seja necessário em cada escola haver centros de recursos de ciências mais permanentes, como existem bibliotecas e mediatecas. Hoje os computadores e a Internet permitem aceder a novas experiências e novos mundos. Há escolas e centros de ciência que têm clubes de ciência, para poucos ainda, mas sempre para alguns. Na Escola Secundária Braamcamp Freire têm um centro de recursos das ciências.

Começou com o CV, com o apoio ao projecto da biblioteca, alguns horas dos professores são lá enquadradas. Talvez eles nos expliquem como fizeram.

A Rita do meu grupo (agora departamento) vai-se reformar. Como é possível o tempo passar tão depressa? Este facto fez-me recordar um episódio que me parece ter acontecido ontem: La Villette, Julho de 1989 ... O grupo de professores de Matemática da minha escola organizou uma visita de estudo 'à descoberta da Ciência' em La Villette. A Rita, que dormitava num sofá à entrada do planetário (merecido descanso depois de tantos quilómetros a pé) acordou de repente e disse "que sítio óptimo para trazermos os nossos alunos!". "Oh Rita, estamos em Paris não estamos em Lisboa!". Afinal em pouco tempo já se fez muito, pois esse sonho é realidade, não só em Lisboa, mas em muitos outros locais.

Manuela Pires  
Equipa do Ano Temático  
*Matemática e Tecnologia*