

O problema das marés... ao sabor das TIC ou ao sabor da maré... com as TIC

Um dia, já lá vão talvez mais de 10 anos, olhando para a Revista *Educação Matemática* Nº 23, editada em Outubro de 92, deparei com o, a partir de agora, apelidado *problema das marés* (EM Nº 23, p. 23). O ponto de partida foi uma tabela de valores das alturas das águas do mar, registadas no porto de Leixões ao longo das 24 horas de dois dias consecutivos. A sua representação gráfica induz-nos a considerar uma função trigonométrica (composta de seno ou co-seno) ... e é aí que tudo começa. A expressão que me veio à cabeça foi $a + b \cdot \cos(c \cdot x + d)$.

Procurei pensar no problema e resolvê-lo, utilizando para o efeito três ferramentas computacionais que conhecia e que me pareceram apropriadas para a abordagem deste desafio: o *Geometer's Sketchpad* (GSP), a Folha de Cálculo e o *Modellus*. Seguidamente, contextualizei-o e integrei-o numa *web-quest* e a partir daí tenho-o utilizado das mais variadas formas na formação de professores de Matemática, com recurso às Tecnologias de Informação e Comunicação.

A abordagem através de um Ambiente de Geometria Dinâmica

Com o *Geometer's Sketchpad* (versão 4) começo por fazer a representação dos valores reais da tabela (menu *Graph – Plot points*). Em seguida, posso utilizar um de dois processos: construir 4 segmentos de recta (a, b, c e d) e sobre cada um deles marcar um ponto (A, B, C e D) e pedir a respectiva abcissa que passa a funcionar como o valor de cada um dos parâmetros da expressão algébrica acima; ou através do menu *Graph – Plot New Function*, introduzindo aí a expressão que define a função e que depende simultaneamente dos 4 parâmetros a, b, c e d . Agora, manipulando directamente os pontos sobre os segmentos de recta (no 1º caso), ou escolhendo no menu, *Display – Show Motion Controller* e seleccionando cada um dos

parâmetros (no 2º caso), podemos tentar fazer coincidir os gráficos (do modelo, com o dos valores reais), procurando ajustar o modelo, encontrando os valores mais adequados para os parâmetros.

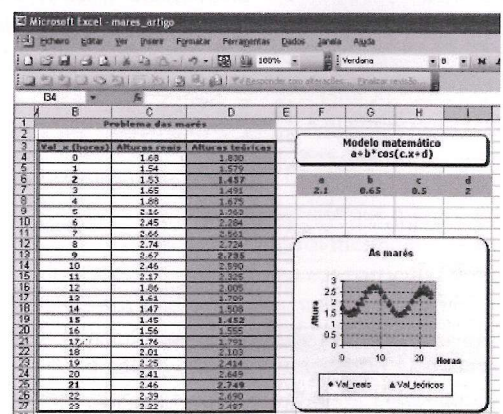
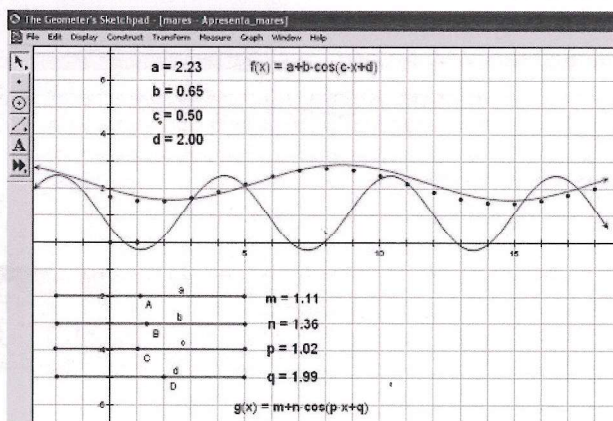
A abordagem com uma folha de cálculo

Com a folha de cálculo, representei em duas colunas os valores reais e os valores teóricos, estes calculados a partir da expressão algébrica acima, função dos parâmetros a, b, c e d , partindo de um conjunto de valores iniciais que fixei de forma mais ou menos aleatória (com uma certa intuição à mistura, claro).

Seguidamente mandei representar um gráfico de dispersão, sobrepondo simultaneamente os valores reais e teóricos, em função das horas do dia. Agora, sempre que altero os valores nas células que representam os parâmetros a, b, c e d , posso obter sucessivas aproximações do modelo, mais ajustadas aos valores reais.

A abordagem com um programa de modelação

No *Modellus* (versão 2.5), escrevo a expressão na janela *Modelo* e interpreto (para me certificar da correcção sintáctica), defino um conjunto de condições iniciais (com 2 ou 3 casos, para poder sobrepor e comparar), configuro e ajusto escalas na janela de *Gráfico* (em *Ajustar* e *Opções*) e peço uma tabela onde assinalo os valores de x e y . Agora pondo a funcionar o modelo na janela de *Controlo*, posso ver o desenvolvimento dos valores das variáveis na tabela e o respectivo gráfico que se desenha. Aqui, o ajuste do modelo apenas se faz por comparação dos valores da tabela com os valores reais que tenho.



Uma abordagem mais sistémica

A *webquest*, dirigida a professores, diria que é uma proposta de trabalho sobre o mesmo problema, podendo eventualmente envolver todas as ferramentas computacionais referidas anteriormente, mas oferecendo um contexto real e mais marcadamente interdisciplinar e de trabalho de projecto. Questões como, o que significa o fenómeno das marés, o que as influencia, a sua relação com os fenómenos de atracção lunar e solar, o que provoca as marés 'vivas', como se obtêm os registos sobre a evolução das marés ao longo do dia, etc., constituem desafios complementares para obter uma compreensão mais global sobre o fenómeno.

Esta abordagem, pode permitir ao professor de Matemática, para além de resolver o problema do ponto de vista matemático, interagir com colegas de disciplinas como as Ciências, a Geografia ou outras, permitindo uma abordagem sistémica ao fenómeno.

Na introdução da *webquest* pode ler-se que (...) as marés constituem um fenómeno natural com o qual nos confrontamos, particularmente no Verão quando vamos à praia. Quantas vezes uma praia pequena quase *desaparece* na maré cheia (preia-mar), para passadas umas horas surgir de novo um areal onde podemos passear. E se gostarmos de apanhar conchas (com o pé e com a mão) teremos de esperar pela maré vazia (baixa-mar) para o fazer. Também os amantes da pesca desportiva têm em conta as tabelas de marés para procurarem o melhor momento para a sua prática, enquanto que os barcos de pesca devem tê-las em conta para poderem entrar e sair dos portos ou navegar algumas zonas baixas dos estuários dos rios (...).

Quanto à tarefa, para os professores, ela pode ser (...) construir uma actividade, com um conjunto de questões di-

rigidas aos alunos, com vista à exploração de modelos matemáticos adequados que lhes permitam uma melhor compreensão do fenómeno das marés. Para o efeito, devem começar por aceder à tabela da Revista *Educação Matemática* 23 (p. 23) e procurar modelar a situação, utilizando uma das três ferramentas computacionais vossas conhecidas: a Folha de Cálculo, o *Geometer's Sketchpad* e o *Modellus* (...).

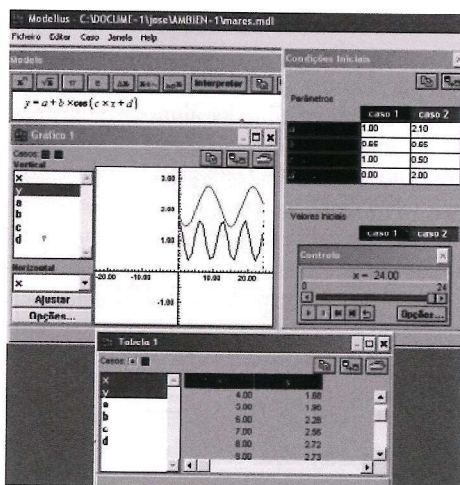
E finalmente

Aquilo que gostaria de partilhar com os colegas que conhecem algum deste *software* e são utilizadores, mesmo que pontualmente, das TIC no ensino da Matemática, pode traduzir-se nas seguintes questões:

1. Conhecendo as potencialidades destas ferramentas (ou apenas, de alguma delas), que *ganhos* podemos obter, do ponto de vista das competências matemáticas envolvidas, com a abordagem deste desafio? Na visualização do fenómeno? Numa melhor compreensão do papel dos parâmetros no *andamento* do gráfico? Na valorização particular de algum dos diferentes tipos de representação: numérica, algébrica e gráfica? No lidar com estes diferentes tipos de representação em simultâneo?
2. Com este *software*, que outras abordagens entendem poder ser realizadas, de modo a promover a aprendizagem dos alunos no domínio da compreensão de fenómenos naturais como este, sua modelação e exploração das funções que os podem representar?

Aguardo as vossas reacções e contribuições para o endereço jaduar.te@ese.ips.pt.

José Duarte



1. Introdução

As marés constituem um fenómeno natural com o qual nos confrontamos, particularmente no Verão quando vamos à praia. Quantas vezes uma praia pequena quase 'desaparece' na maré cheia (preia-mar), para passadas umas horas surgir de novo um areal onde podemos passear. E se gostarmos de apanhar conchas (com o pé e com a mão) teremos de esperar pela maré vazia (baixa-mar) para o fazer.

Também os amantes da pesca desportiva têm em conta as tabelas de marés para procurarem o melhor momento para a sua prática, enquanto que os barcos de pesca devem tê-las em conta para poderem entrar e sair dos portos ou navegar algumas zonas baixas dos estuários dos rios.