

## Dificuldades de comunicação

O material que aqui propomos foi desenvolvido no âmbito da acção de formação *Modelação no Ensino da Matemática*, realizada em Novembro/Dezembro de 2001 em Évora e corresponde a uma actividade de modelação, destinada a turmas do 8.º ou do 10.º anos de escolaridade, que pode facilmente ser implementada numa sala de aula, dispondo apenas de um CBL 2, de um sensor para medir a pressão sonora e duma calculadora gráfica.

Interessámo-nos por investigar como varia a intensidade máxima de som numa sala à medida que se altera o número de pessoas que falam simultaneamente. Começámos por questionar-nos se essa variação seria proporcional (directamente proporcional) ao número de pessoas que fala.

Durante o desenvolvimento da actividade deparámo-nos com algumas dificuldades, as quais só foi possível superar com alguma persistência e pesquisa, sobretudo em bibliografia relacionada com a Física. Destacamos as principais questões a que tentámos dar uma resposta:

### 1. Que dados recolher?

Como nos interessava estudar a varia-

ção do som em função do número de pessoas, não poderíamos efectuar uma única recolha, pois assim saberíamos apenas o que acontecia com um determinado número de pessoas a falar. Decidimos, pois, efectuar várias recolhas de dados. Aumentaríamos sucessivamente o número de pessoas e observaríamos, de seguida, o que acontecia com a pressão sonora. Assim, decidimos registar os dados relativos a uma pessoa e juntar as restantes em grupos de 4 elementos. Desta forma, começaria por falar uma pessoa, depois 5, 9, 13, ... até que todos as pessoas dentro da sala estivessem a falar. Evidentemente que o número de pessoas a considerar de cada vez deve ser decidido em função da dimensão da turma em questão, pelo que na ficha de trabalho que propomos deixamos estes valores em aberto.

### 2. Quais os dados relevantes?

Como queríamos efectuar várias recolhas de dados, haveria necessidade de registar um dado (ou conjunto de dados) para cada recolha. Que dados deveríamos registar? Experimentámos. Preparámos o sensor, que recolhe a pressão de uma onda sonora, para recolhas com 0,01s de intervalo,

num total de 75 recolhas. A primeira coisa que nos ocorreu foi calcular a média de cada conjunto de dados, o que corresponderia a calcular a pressão média da onda sonora obtida em cada um dos casos. No entanto, quando realizámos a experiência verificámos que, a partir de certa altura, e contrariamente ao que esperávamos, a média da pressão diminuía. Este facto fez-nos pensar que a média não seria uma boa escolha. Mas porquê? Depois de observarmos melhor, concluímos de imediato a razão do nosso erro. O som propaga-se por ondas, e os respectivos valores da pressão das ondas sonoras assumem a forma sinusoidal. Desta forma, quando calculamos o valor médio da pressão de diferentes ondas sonoras, este pode aumentar, diminuir ou até manter-se constante, não sendo um bom indicador para estudar a situação pretendida. Optámos então por determinar o valor máximo da pressão em cada uma das recolhas efectuadas, este sim revelador das diferenças que pretendíamos analisar. Este valor permitir-nos-ia ainda, depois de feita a correspondência com a intensidade do som, analisar os efeitos do ruído produzido no ouvido humano.



### 3. Como interpretar os dados?

O sensor que utilizávamos regista, como dissemos, a pressão sonora, mas as escalas de que dispúnhamos para falar de sensibilidade auditiva davam-nos apenas dados da intensidade do som. Como fazer a correspondência entre pressão e intensidade? Em bibliografia da Física conseguimos alguma informação que considerámos importante, e que nos permitiu relacionar as duas variáveis em causa, nomeadamente através do gráfico aqui reproduzido, sobre o qual é dito:

“A sensibilidade do ouvido humano é tal que, para cada frequência, existe uma intensidade mínima, ou *limiar de audibilidade*, abaixo do qual o som não é audível e uma intensidade máxima, ou *limiar de dor*, acima do qual o som produz desconforto ou dor. Esse facto está ilustrado para cada frequência pelas duas curvas da figura, que indicam também as amplitudes de intensidade e de pressão.” (Alonso & Finn (1972), Física-Um Curso Universitário-Volume 2, pág. 264 [ver Fig. 1])

Resta acrescentar que esta actividade foi posta em prática numa turma de 8º ano e foi óptimo ver o entusiasmo com que os alunos a encararam.

Os dados recolhidos na turma estão representados na Tabela 1.

Depois do tratamento matemático da situação, seguindo a ficha que apresentamos, seguiu-se uma discussão muito interessante sobre os efeitos da poluição sonora.

Pensamos que com esta actividade, se consegue alcançar diversos objectivos, nomeadamente os enunciados no programa do secundário: resolver problemas da vida corrente que envolvam funções; construir uma tabela ou um gráfico a partir de dados for-

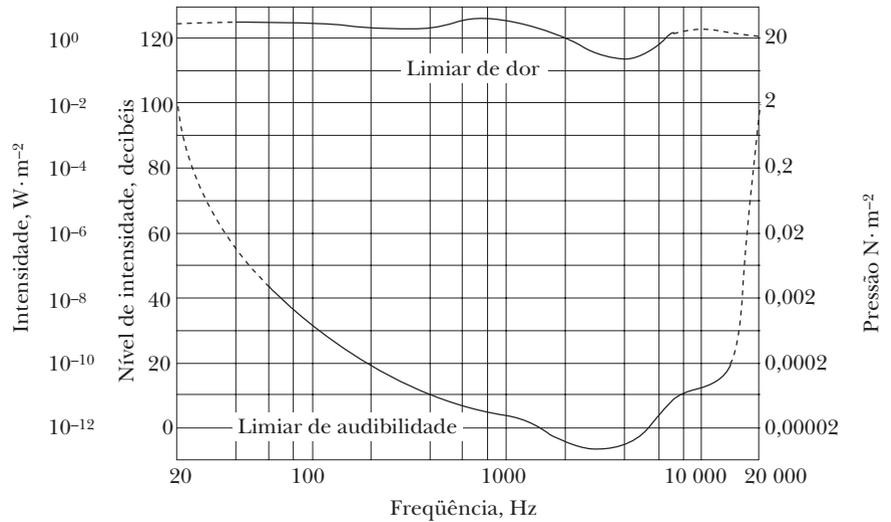


Figura 1. Sensibilidade média do ouvido humano

Número de pessoas	1	5	9	13	17
Pressão máxima do som	0,049	0,068	0,088	0,13	0,17

Tabela 1.

recidos; identificar uma função dado um exemplo de uma correspondência ligada à vida real; identificar numa função o domínio e o contradomínio, reconhecendo objectos e imagens; representar graficamente uma função dada por uma tabela; reconhecer situações de proporcionalidade directa. Além destes, é ainda possível dar cumprimento à indicação para o uso das calculadoras gráficas, constante do referido programa, onde pode ler-se: “... devem ser explorados com a calculadora os seguintes (dez) tipos de actividade matemática: (...)

- Modelação, simulação e resolução de situações problemáticas;
- Condução de experiências matemáticas, concepção e testagem de conjecturas.” (DES, 1997, p.11)

#### Referências bibliográficas

- Alonso e Finn (1972) Física — Um Curso Universitário (volume II): Campos e Ondas. Edgard Blucher Lda.
- DES (1997). Matemática: Programas 10º, 11º e 12º anos. Ministério da Educação.
- Universidade de Aveiro, Departamento de Física (1997), Apontamentos de Física II
- Moretto, V. (1980). Física em Módulos de Ensino - Óptica, Ondas, Calor. Ática.

Helena Luís, E.B. 2,3 Paulo da Gama—Amora  
Lídia Santos, E.B. 2,3/S Dr. Isidoro de Sousa—Viana do Alentejo  
Paula Gomes, Escola Secundária da Amora  
Sónia Eleutério, E.B. 2,3 de Reguengos de Monsaraz

### Nota

A actividade de modelação apresentada nesta secção é adequada para o 8º ano. No caso de se destinar ao 10º ano poder-se-iam substituir as questões 2, 3 e 4 pelos enunciados que se seguem:

2. Insere o número de pessoas numa lista da tua calculadora e a pressão máxima do som noutra lista. Analisa as listas. O valor da razão entre a pressão do som e o número de pessoas é constante ou não?
3. Analisa o gráfico e a janela que resultaram da representação dos dados inseridos. O que observas?
4. Encontra uma função que modele a situação e representa-a graficamente.