

# Software Livre para Visualização e Estudo do Som

Albino Pinto<sup>1</sup>, Carlos Saraiva<sup>2</sup>

1 Escola Secundária de Vila Cova da Lixa, Lixa

2 Agrupamento de Escolas de Trancoso, Trancoso

albinorafael@sapo.pt; carlos.saraiva1@gmail.com

O som é um conteúdo abordado nos 8º e 11º anos. Nos manuais escolares adoptados em Portugal, nestes anos de escolaridade, há actividades laboratoriais em que os autores usam geradores de sinais e osciloscópios. No entanto, o preço destes equipamentos faz com que, por vezes, as ditas actividades não sejam realizadas ou então sejam substituídas por demonstrações em que os professores usam os equipamentos e os alunos observam.

Neste trabalho vamos apresentar um gerador de sinais virtual, que pode ser instalado num computador e permite visualizar sons com frequências e intensidades diferentes, e também um software, que transforma um computador num osciloscópio virtual e permite visualizar e determinar o período e a frequência das ondas sonoras. Ambos os programas são livres, muito simples de usar, e excelentes para serem explorados tanto no 8º ano como no 11º ano. Com estes programas, é possível que nas escolas os professores possam preparar aulas laboratoriais, em que os alunos trabalhem em grupo sem estarem limitados ao número de equipamentos necessários.

Nas Orientações Curriculares do ensino Básico não estão indicadas actividades Laboratoriais, mas achamos importante que os alunos observem ondas produzidas por diapasões, por instrumentos musicais e sons do dia-a-dia e, também, que se use o gerador de sinais para observar a variação da frequência e amplitude de uma onda sonora.

No programa do 11º ano, está previsto nas actividades práticas de sala de aula que os alunos façam a “observação de sinais harmónicos produzidos por um gerador de sinais” e a “audição e observação de sinais sonoros não harmónicos”. Também na actividade laboratorial (AL 2.1) os alunos deverão “medir períodos e calcular frequências dos sinais obtidos com um gerador de sinais, comparando-os com os

valores nele indicados”. Todas estas actividades podem ser feitas a custo zero com os programas que referimos.

De seguida, vamos sugerir algumas actividades que podem ser desenvolvidas com os recursos que já referimos e também com material que existe nas escolas.

**Material necessário:** 1 Computador (PC1) para instalar o osciloscópio virtual; 1 Computador (PC2) com colunas para instalar o gerador de sinais; diapasões de frequências diferentes e respectivos martelos; 1 microfone.



Fig. 1 - Material necessário

## Procedimento

### Determinação do Período e Frequência de um diapasão

Instalar o osciloscópio virtual num computador (PC1). Ligar o microfone ao PC1 e activar o osciloscópio virtual. Percutir com o martelo um diapasão, para produzir som e aproximá-lo do microfone. Podemos visualizar a onda. A frequência marcada no diapasão que usámos era de 440 Hz. Este osciloscópio virtual permite determinar a frequência. Para isso, podemos clicar em *Pause* na janela que aparece. Para aparecer esta janela basta clicar nas teclas CTRL ou ALT. A imagem pára e depois é preciso clicar no canto superior esquerdo para medir o tempo (ver setas vermelhas da Fig. 2). Na janela aparece esse tempo (ver Dt na Fig. 3).



Fig. 2 - Janela do WinOscillo

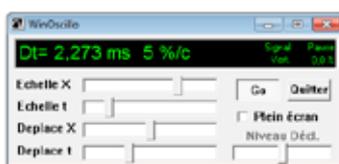


Fig. 3 - Período da onda

No monitor do osciloscópio virtual aparecem duas linhas verticais vermelhas a tracejado. Também se podem premir simultaneamente as teclas CTRL e V para aparecerem estas linhas. A linha com traços maiores pode ser deslocada na horizontal, para fazer coincidir com a outra o tempo correspondente ao período da onda (Fig. 4). Como o período corresponde a 2,273 ms (0,002273 s), a frequência pode calcular-se,  $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,002273 \text{ s}} \approx 439,9 \text{ Hz}$ . Este valor é muito próximo do valor marcado. Podemos também variar a escala horizontal (escala do tempo), clicando na janela em *Echelle t*. Neste exemplo cada quadrícula corresponde a 1 ms. Esta opção pode ser útil, quando usamos sons com frequências muito diferentes. Também se pode deslocar a onda na horizontal clicando na janela em *Deplacet* para modificar a sua posição.

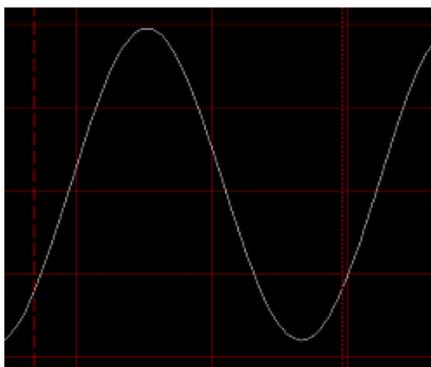


Fig. 4 - Onda do diapásão

### Determinação do Período e Frequência do gerador de sinais

Instalar o gerador de sinais no segundo computador (PC2). Ligar os altifalantes (colunas) ao computador. Ao activar o gerador de sinais virtual aparece uma janela (Fig. 5). Este gerador produz duas ondas e podemos variar a frequência e

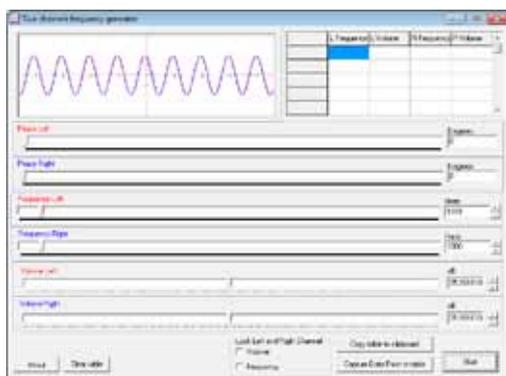


Fig. 5 - Gerador de sinais

intensidade de ambas. Mas, podemos produzir apenas uma, basta no volume de uma escolher 0 dB. Podemos depois variar a frequência e intensidade da outra onda. Este gerador é excelente, porque os alunos podem ouvir o som e visualizar no monitor o gráfico correspondente.

Também podemos aproximar o microfone, para visualizar e determinar o período e frequência do som com o osciloscópio virtual e compará-lo com o valor seleccionado no gerador. Podemos escolher outra frequência e repetir o procedimento anterior. Vamos dar um exemplo. Escolhemos no gerador uma onda de 1000 Hz (Fig 6). O período da onda detectada pelo osciloscópio (Fig. 7) foi de 0,998 ms (Fig. 8).

Fazendo as contas,  $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,000998 \text{ s}} \approx 1002 \text{ Hz}$ . Este valor é muito próximo do que foi seleccionado no gerador (1000 Hz). Podemos escolher outras frequências no gerador e repetir o procedimento anterior, para determinar esses valores no osciloscópio virtual.

Também podemos variar a intensidade do som com o gerador e ver a correspondente variação da onda no osciloscópio, para que os alunos façam a relação entre sons fortes ou fracos com o que eles ouvem.

A escala vertical do WinOscillo permite a comparar a intensidade dos sons detectados. Basta clicar na janela onde está a informação em percentagem ou premir as teclas CTRL e H. Aparecem duas linhas verdes horizontais a tracejado. A linha com traços maiores pode ser deslocada para servir de referência.

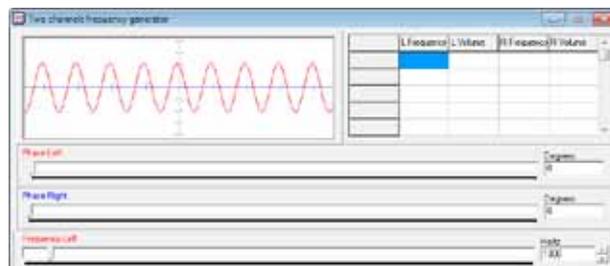


Fig. 6 - Onda de 1000 Hz

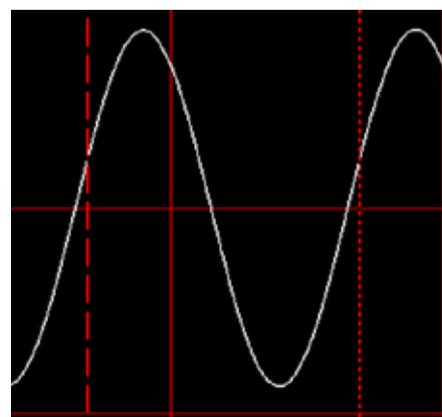


Fig. 7 - Onda do gerador

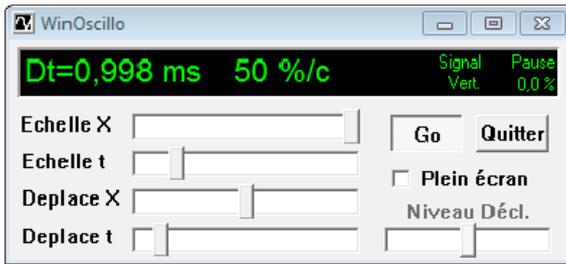


Fig. 8 - Período da onda

### Sobreposição de ondas

Produzimos duas ondas diferentes com o gerador de sinais. Na figura 9 pode ver-se uma onda de 564 Hz e 39 dB (linha vermelha) e uma onda de 1270 Hz e 34 dB (linha azul) que foram produzidas. Com o osciloscópio obtivemos uma imagem que é a onda resultante da sobreposição das duas (Fig. 10). As ondas produzidas pelo gerador são puras, mas o sinal detectado pelo osciloscópio virtual indica que a soma das duas é um som complexo. Este é um exemplo que pode ajudar os alunos a reconhecerem os sons complexos como sobreposição de sons harmónicos.

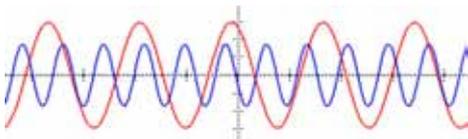


Fig. 9 - Ondas produzidas pelo gerador



Fig. 10 - Onda resultante detectada pelo osciloscópio

### Sons do dia-a-dia

Com o microfone e o osciloscópio também podemos visualizar sons do dia-a-dia e sons produzidos por instrumentos musicais. Na figura 11 está o sinal detectado ao pronunciar a vogal “a” e na figura 12 o som produzido por um despertador mecânico. Nas aulas os alunos acham muito interessante quando produzem sons e depois visualizam os respectivos sinais.

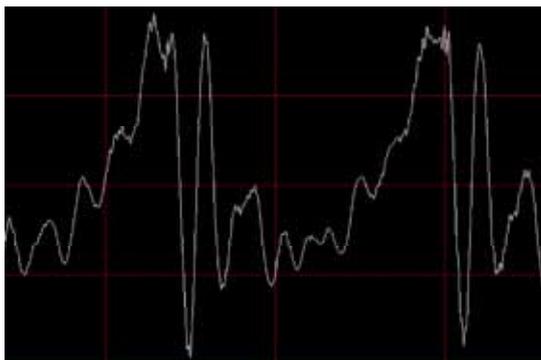


Fig. 11 - Som da vogal “a”

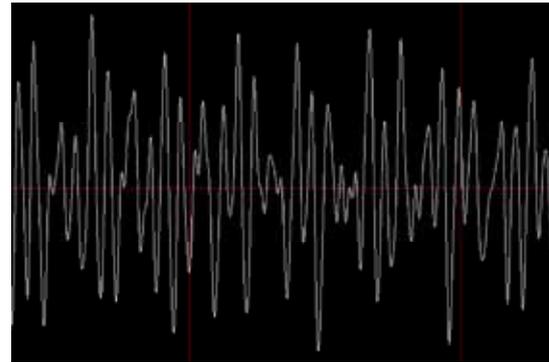


Fig. 12 - Som do despertador

### Outra aplicações

#### Medir a frequência com a base de tempo

No software WinOscillo v0.88 também é possível medir a frequência usando a informação da janela que indica a base de tempo. Este tipo de exercícios aparece com frequência nos manuais do 11º ano e também nos exames nacionais. Vamos dar um exemplo. Usámos um diapasão em que a frequência marcada era de 870 Hz. Na janela a base de tempo corresponde a 2 ms por quadrícula (2 ms/C) como se vê na figura 13. Na onda visualizada no ecrã (Fig. 14) pode ver-se que 7 períodos correspondem a aproximadamente 4 quadrículas e, como cada quadrícula corresponde a 2 ms, então 7 períodos equivalem a 8 ms. Por isso, 1 período vai corresponder a 1,14 ms (0,00114 s). Calculando a frequência,

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,00114 \text{ s}} \approx 877 \text{ Hz} .$$

Este valor é próximo do valor indicado no diapasão (870 Hz). Nas aulas os professores podem aproveitar este software para colocar este tipo de exercícios aos alunos.

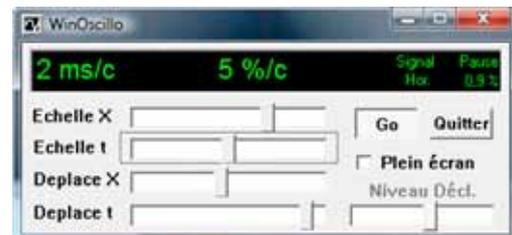


Fig. 13 - Base de tempo

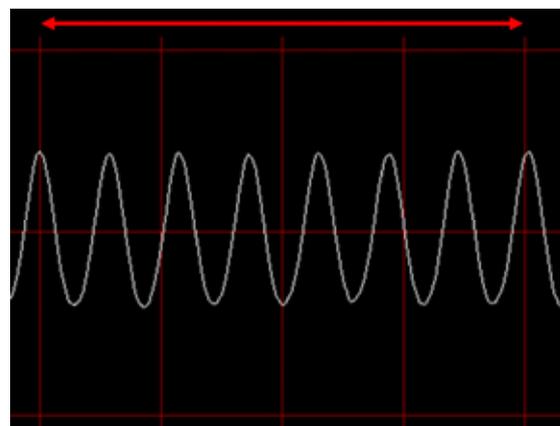


Fig. 14 - Determinar a frequência usando a base de tempo

## Copiar e guardar Imagens

Outra opção que o osciloscópio virtual tem é a possibilidade de gravar as imagens das ondas obtidas. Para isso, depois de clicar em *Pause*, clicar nas teclas CTRL e C do computador para copiar as imagens. Depois, para colar as imagens no Word, clicar em CTRL e V. Com o gerador podemos criar ondas com frequências e intensidades que quisermos e depois gravar as imagens, que podem ser muito úteis para os professores fazerem exercícios para as fichas de avaliação. Vamos dar um exemplo. Usámos o gerador de sinais para produzir dois sons de frequências 300 Hz (Fig. 15) e 600 Hz (Fig. 16), mas com a mesma intensidade. Podemos também guardar imagens com sons de igual frequência, mas intensidades diferentes. Com as imagens os professores podem fazer exercícios, em que os alunos são questionados sobre qual dos sons, por exemplo: a) é mais forte? b) tem maior frequência? c) é mais alto (ou baixo)? Estes gráficos também podem ser usados nas aulas para calcular o período e a frequência.

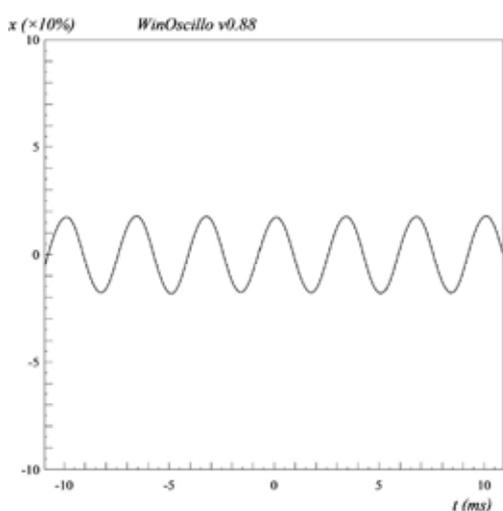


Fig. 15 - Onda com frequência de 300 Hz

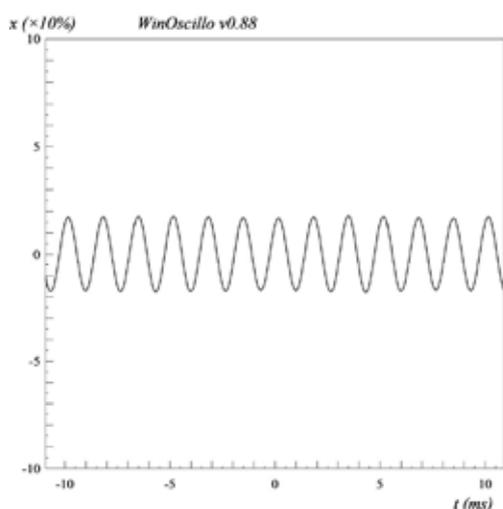


Fig. 16 - Onda com frequência de 600 Hz

## Como gerador de Sinais

O WinOscillo também tem um gerador de sinais, em que é possível criar sons com frequências entre 6 Hz a 22 050 Hz e com intensidades também diferentes e durante um tempo que pode ser também seleccionado. Para esta opção, clicar com o lado direito do rato em cima da janela do programa e depois escolher *Outils*, depois *Générateur* e, finalmente *Sweep* ou premir as teclas CTRL e G (Fig. 17). Ao clicar em *Go* o gerador começa a produzir esse som. No exemplo apresentado a frequência inicial ( $f_1$ ) foi de 200 Hz e a final ( $f_2$ ) de 1000 Hz, com a duração de 10 segundos (Fig. 18). Podemos clicar em *Pause* e o gerador pára e ao clicar outra vez em *Go* volta a produzir som.

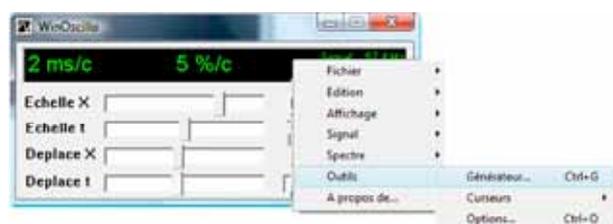


Fig. 17 - Gerador de som



Fig. 18 - Escolha dos valores

## Espectro sonoro

O WinOscillo também permite visualizar o espectro sonoro. Para isso, basta clicar com o botão direito do rato na janela do programa, depois seleccionar *Affichage* e, finalmente, *Spectre* (ou, simplesmente, premir a tecla F3), como indica a figura 19. Para voltar ao modo normal (*Signal*) basta premir a tecla F2). Também se pode clicar na janela onde está escrito *Signal* para visualizar o espectro.

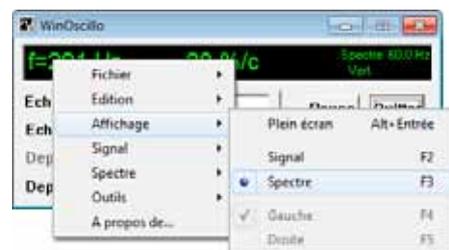


Fig. 19 - Espectro sonoro

As figuras seguintes mostram os espectros sonoros de um diapasão de 440 Hz e de uma flauta em que se tocou a nota lá de frequência 440 Hz.

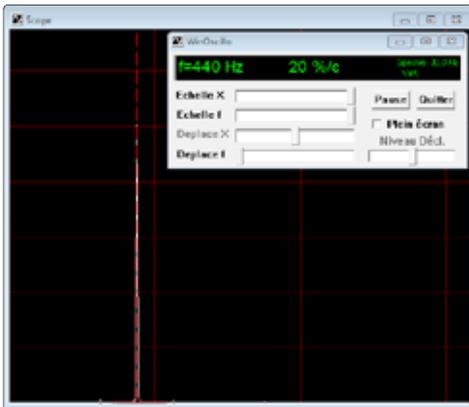


Fig. 20 - Espectro sonoro de um diapásão

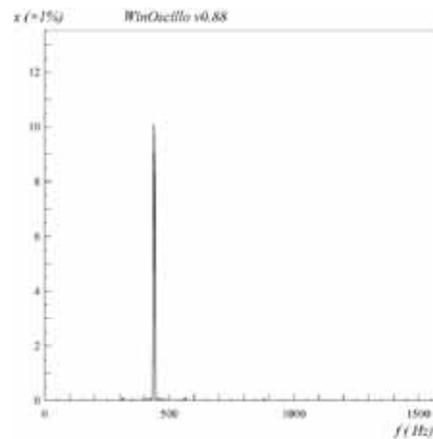


Fig. 21 - Espectro sonoro de um diapásão

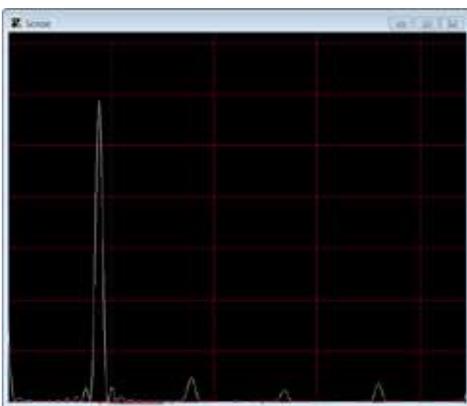


Fig. 22 - Espectro sonoro de uma flauta

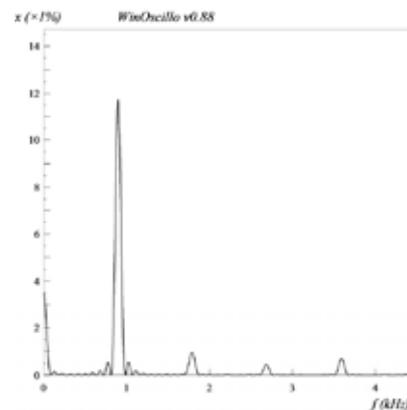


Fig. 23 - Espectro sonoro de uma flauta

O som produzido pelo diapásão é, essencialmente, harmónico, ou seja, tem apenas uma frequência (no nosso caso é de 440 Hz). No entanto, a onda sonora emitida pela flauta contém várias frequências, que incluem a fundamental, de frequência mais baixa (aproximadamente 900 Hz), e os restantes harmónicos de frequências mais elevadas. Para se medir o valor da frequência de cada harmónico clica-se com o botão esquerdo do rato na janela da imagem e arrasta-se a linha vertical (a tracejado) até ao respectivo pico.

Dos livros escolares usados nos 8º e 11º anos (manuais escolares, Guias do Professor e Cadernos de Actividades/Laboratoriais), que consultámos (ver referências), há alguns que apresentam actividades laboratoriais, onde são usados um osciloscópio e

também um gerador de sinais, mas nenhum faz referência a software livre que apresentámos e que pode substituir os referidos equipamentos.

Os alunos usam e têm apetência para as novas tecnologias. Nas nossas aulas, depois de usarmos estes programas, também os fornecemos aos alunos para eles os poderem usar em casa, o que é também uma vantagem em relação aos equipamentos físicos reais (osciloscópios e geradores de sinais) que se usam nas escolas.

Os manuais escolares e os programas são a fonte mais usada para os professores na preparação das aulas e por isso os seus autores deveriam apresentar software livre pelas vantagens que já referimos.

### Agradecimento

Os autores deste trabalho agradecem ao professor de música do Agrupamento de Escolas de Trancoso, José Casanova, por ter tocado a flauta que nos permitiu registar a onda e os seus harmónicos.

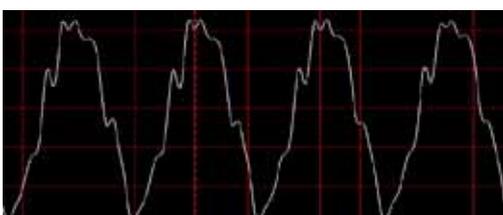


Fig. 24 - Forma da onda de uma flauta



### Albino Rafael Mesquita

**Pinto** é professor na Escola Secundária da Lixa, Licenciado em Física e Mestre em Física - Formação Contínua de Professores. Desenvolve simulações utilizando ferramentas

computacionais de acesso gratuito. É autor do

blog: <http://fisicanalixa.blogspot.com/>. Também gosta de meter as “mãos na massa”.



### Carlos Alberto Alexandre

**Saraiva** é Licenciado em Física pela Universidade de Coimbra, Mestre em Ensino de Física e Química pela Universidade de Aveiro e professor no Agrupamento de Escolas de Trancoso. Gosta de construir demonstrações

com materiais do dia-a-dia para motivar os alunos. É autor de vários artigos publicados na *The Physics Teacher*, *Physics Education* e na *Gazeta de Física*.

### Referências

1. WinOscillo v0.88 (Osciloscópio virtual livre) disponível em: <http://www.WinOscillo.com>
2. Two channels frequency generator v.1.0 (Gerador de sinais livre) disponível em: [www.cognaxon.com](http://www.cognaxon.com)
3. Programa de Física e Química A (11º ano), Helena Caldeira e Isabel Martins (coordenadoras), Ministério da Educação, Departamento do ensino secundário, Março de 2003.
4. Orientações curriculares, Ciências Físicas e Naturais, 3º Ciclo, Cecília Galvão (Coordenadora), Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica, Março de 2002.
5. Ontem e Hoje, Física 11º ano, Adelaide Bello e Helena Caldeira, Porto Editora.
6. 11F, Física 11º ano, Graça Ventura, Manuel Fiolhais, Carlos Fiolhais, João Paiva e António Ferreira, Texto Editores.
7. Física na Nossa Vida, Física 11º ano, M. Margarida Rodrigues e Fernando Dias, Porto Editora.
8. Física 11, Física 11º ano, António Silva, Cláudia Simões, Fernanda Resende e Manuela Ribeiro, Areal Editores.
9. Desafios da Física, Física 11º ano, Daniel Silva, Lisboa Editora.
10. Novo Ver +, Física 11º ano, Alexandre Costa, Augusto Moisão e Francisco Caeiro, Plátano Editora.
11. Energia em Movimento, Física 11º ano, Rita Carriche e Teresa Veladas, Santillana Constância.
12. Universo da Matéria, 8º ano, Isabel Pires e Sandra Ribeiro, Santillana Constância.
13. Terra.lab, 8ºano, Adelaide Rebelo e Filipe Rebelo, Lisboa Editora.
14. Física e Química na Nossa Vida, 8º ano, M. Margarida Rodrigues e Fernando Dias, Porto Editora.
15. Eu e o Planeta Azul, 8º Ano, Noémia Maciel, Ana Miranda e M. Céu Marques, Porto Editora.
16. (CFQ)8, 8º Ano, António Silva, Cláudia Simões, Fernanda Resende e Manuela Ribeiro, Areal Editores.
17. Sustentabilidade na Terra, 8º Ano, Cremilde Caldeira, Jorge Valadares, Margarida Vicente e Margarida Neves, Didáctica Editora.
18. FQ 8, Sustentabilidade na Terra, M. Neli Cavaleiro e M. Domingas Beleza, Asa.
19. 8CFQ, 8º Ano, Carlos Fiolhais, Manuel Fiolhais, Victor Gil, João Paiva, Carla Morais e Sandra Costa, Texto Editores.