

Capítulo 5

Gráficos com 2007, Parte I

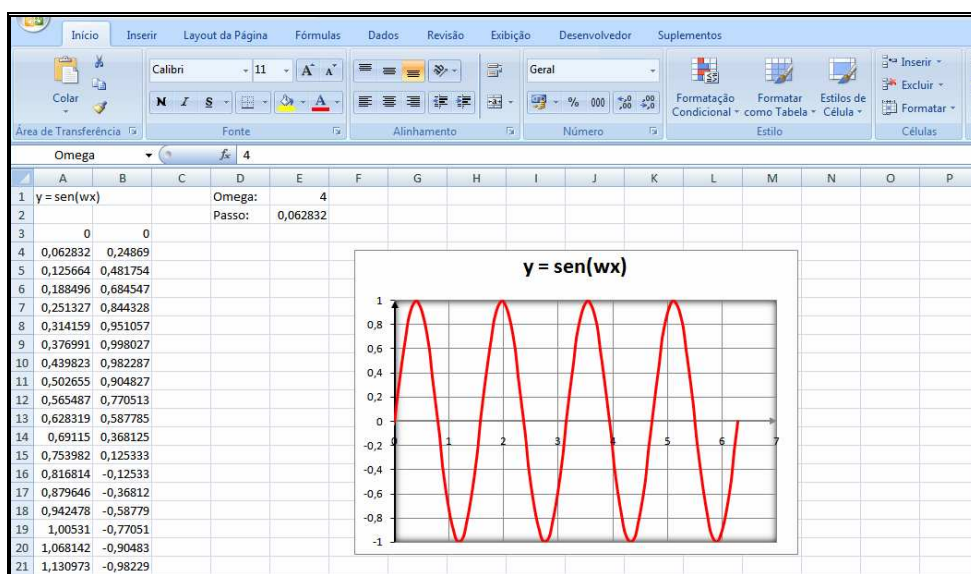
Para preparar o tema BioRitmo, vamos desenhar o gráfico da função

$$y = \text{sen}(\omega x)$$

O procedimento básico é idêntico ao aplicado nos exemplos anteriores, ou seja, primeiro devemos fazer uma tabela com os valores da função para um certo intervalo de valores x e colocar valores fixos (constantes) na suas respectivas células. Armazenamos a constante ω (Omega) com o nome "Omega" na célula E1. (Na *Caixa de nome*, ao lado esquerdo do símbolo f_x , escrevemos Omega. O incremento é $2*\text{PI}()/100$ e recebe o nome "passo"; sua célula é E2.)

1. E2: $=2*\text{PI}()/100$ (incremento)
2. A3: 0; A4: $=A3+\text{passo}$
3. B3: $=\text{SEN}(E\$1*A1)$ -ou B3: $=\text{SEN}(\text{Omega}*A1)$
4. Copie as fórmulas em A4 e B4 até A103 e B103
5. Selecione as células A1 até B103
6. Clique na guia *Inserir>Gráficos* e escolha *Dispersão XY*. Dê um clique no gráfico e nos eixos para formatá-los.

O Excel também usa cabeçalhos de coluna ou linha dos dados do gráfico para nomes de séries. Os nomes das séries aparecem na legenda do gráfico. Nós escolhemos $y=\text{sen}(wx)$ como cabeçalho em A1.



Você pode elaborar um gráfico em sua própria planilha –com nome próprio, ou incorporá-lo numa planilha já existente, assim como na figura acima. No próximo exemplo, vamos ver, como se cria um gráfico numa própria planilha dentro da nossa Pasta de Trabalho.

O método que acabamos de descrever não é sempre o método mais prático. No exemplo a seguir trabalhamos, depois de usar *Inserir>Gráfico*, com o *Assistente de Gráfico*, para realizar a escolha do tipo de gráfico e das várias opções de formatá-lo.

Os Bio-Ritmos

Bio-Ritmos são os ritmos de nossa vida, que é controlada por três ritmos ou ciclos. Eles começam no momento de nosso nascimento. O ritmo físico tem um período de 23 dias, o emocional de 28 e o intelectual de 33 dias. A "ciência", que os estuda, é conhecida como Bio-Ritmologia (Biorhythmology). Parece que os primeiros especialistas na área, os primeiros Bio-Ritmólogos, foram alemães. O gráfico que representa estes ritmos pode ser denominado Ritmograma.

O Bio-Ritmo é a forma mais eficiente de controlar e diminuir a taxa de acidentes que se conhece em todo mundo, dizem os Bio-Ritmólogos; sendo, segundo eles, incorporado ao cotidiano dos países mais avançados, como os Estados Unidos, o Japão e em praticamente toda a Europa. (Estatísticas apontam para um índice de 110 mil pessoas acidentadas somente no trânsito a cada ano no Brasil. Nos 25 anos, entre 1975 e 2000, 107.405 pessoas morreram nas ruas e estradas do Brasil. Pode-se comparar esta cifra com os 50 mil soldados americanos que perderam a vida em aproximadamente 20 anos de Guerra no Vietnã. Para não esquecer: Segundo a TV Globo, outras 147 mil brasileiros são vítimas anualmente da violência e criminalidade. Mas, apesar disso, o Brasil é ainda um país privilegiado, por não ter terremotos, vulcões ou furacões.)

Bem, para fazer os gráficos dos Ritmogramas usando o Excel, temos de desenhar a função

$$(1) \quad y = \text{sen}\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$$

para $T = 23, 28$ e 33 dias. t = tempo entre nascimento e uma certa data. $\omega := 2\pi/T$. Normalmente, t é um número grande, e será razoável de restar dele o número dos períodos passados. Por isso decomponemos t em nT e um resto t' . N é o número dos períodos passados: $n = \text{INT}(t/T)$. Temos, assim,

$$(2) \quad \text{sen}(\omega t) = \text{sen}(\omega(nT + t')) = \text{sen}(2\pi nT/T + 2\pi t'/T)$$

Podemos, no entanto, simplificar esta expressão

$$(3) \quad y = \text{sen}(\omega t) = \text{sen}(\omega t') = \text{sen}(B), \text{ onde } B := \frac{2\pi A}{T}$$

com $A := \text{MOD}(t;T)$.

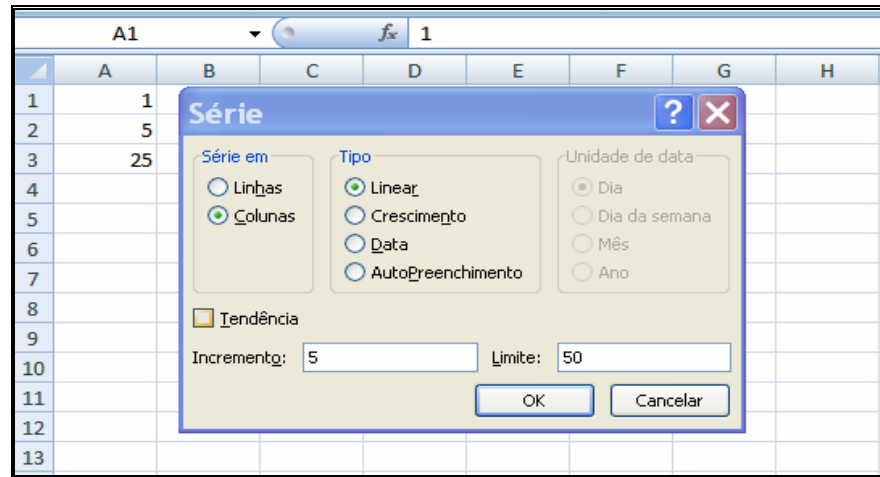
Por meio de E3: =DATA(D1;D2;D3) determinamos o número de série seqüencial que representa uma determinada data.

A sintaxe da função **DATA** é DATA(ano;mês;dia). Exemplo: =DATA(2007;7;12) retorna 12/7/2007, se a célula estiver formatada como Data. Temos de transformar este resultado no número de dias contado a partir do 1. de janeiro de 1900. Para lograr isto, dê um clique com a tecla direita do mouse sobre a célula que contem 12/7/2007, para escolher *Formatar Células> Número> Categoria> Geral*. (O Excel armazena datas como números seqüenciais para que eles possam ser usados em cálculos. Por padrão, 1. de janeiro de 1900 tem o número de série 1. O número de data 39275 significa 39275 dias após 1. de janeiro de 1900.)

Com E6: =DATA(D5;D6;1) determinamos o número da data do primeiro dia do mês D6 no ano D5. Na célula D8: =E6-E3 temos o tempo t. A equação (3) permite o cálculo dos valores "biorrômicos" para um dia só. Se os queremos para todo um mês, escrevemos $y = \text{sen}(\omega t''+B)$. t'' é o tempo a partir do primeiro dia do mês. A constante de fase, B, deve ser calculada para cada um dos três ciclos separadamente. Por exemplo: $B_{\text{físico}} = 2\pi A_{\text{físico}}/23$.

Então, devemos preencher as células do seguinte modo (compare com a figura a seguir):

1. E3: =DATA(D1;D2;D3); E6: =DATA(D5;D6;1)
2. D8: =E6-E3
3. G3: =2*PI()*MOD(D8;23)/23
4. G4: =2*PI()*MOD(D8;28)/28
5. G5: =2*PI()*MOD(D8;33)/33
6. A11: 1; A12: =A11+1 (copiar até A41 -ou leve o ponteiro do mouse até a alça de preenchimento na célula A11 e, pressionando o botão direito do mouse, arraste até A41. Escolha a opção Preencher Série e o Excel faz a seqüência automaticamente. Com o recurso *Preencher Série* se pode também preencher células seqüencialmente com outros dados, p. ex. do tipo Data/Hora. Se você mover a alça de preenchimento pressionando o botão direito do mouse, aparecerá a seguinte tela. Escolha a opção **Série** para utilizar outros incrementos.)



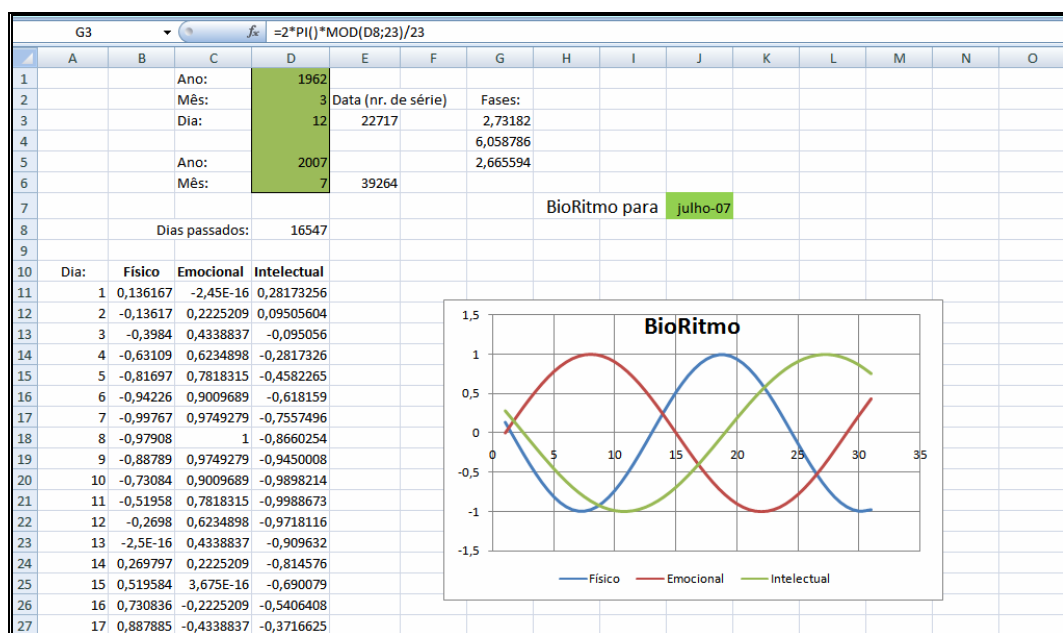
7. B11: =SEN(2*PI()*A11/23+G\$3) (físico)
8. C11: =SEN(2*PI()*A11/28+G\$4) (emocional)
9. D11: =SEN(2*PI()*A11/33+G\$5) (intelectual)
10. Copiar os conteúdos das células B11:D11 até B11:D41

11. Gráfico

Selecione o intervalo A10:D41

Inserir>Dispersão>Com Linhas Suaves

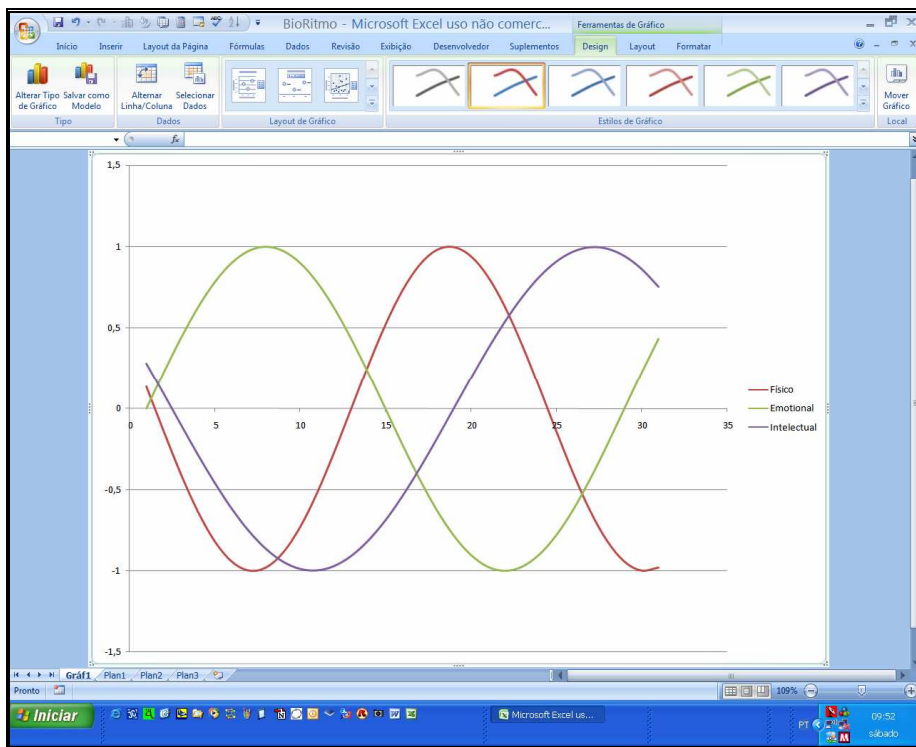
Clique no gráfico e observe acima à direita as *Ferramentas do Gráfico*, clique em *Layout* para ativar ou desativar a legenda ou para colocar um título no gráfico. Nesta mesma faixa, existe um grupo de opções para alterar a formatação dos eixos e para ativar ou desativar as linhas de grade.



Existe uma maneira muito rápida para criar um gráfico *separado da planilha original*. Faça o seguinte:

1. Selecione a tabela dos dados (B10:D41)
2. Pressione a tecla F11 (a nova planilha vai ser identificada como *Gráfico1*. Com Shift-F11 insere-se só uma nova planilha sem gráfico.)
3. Clique no gráfico para alterar o Tipo de Gráfico.

A próxima figura mostra o resultado.



Sobreposição de gráficos (Interferência)

Desenhe os gráficos das funções

$$f(x) = -\frac{1}{9}x^2 + 2x$$

$$g(x) = \frac{1}{54}x^3 - \frac{1}{2}x^2 + 4x + 2$$

e o gráfico da sua soma para o intervalo $0 < x < 20$.

Na faixa *Início* preparamos a tabela com os valores das três funções $f(x)$, $g(x)$, $f(x) + g(x)$. Na célula F2 temos o incremento 0,4.

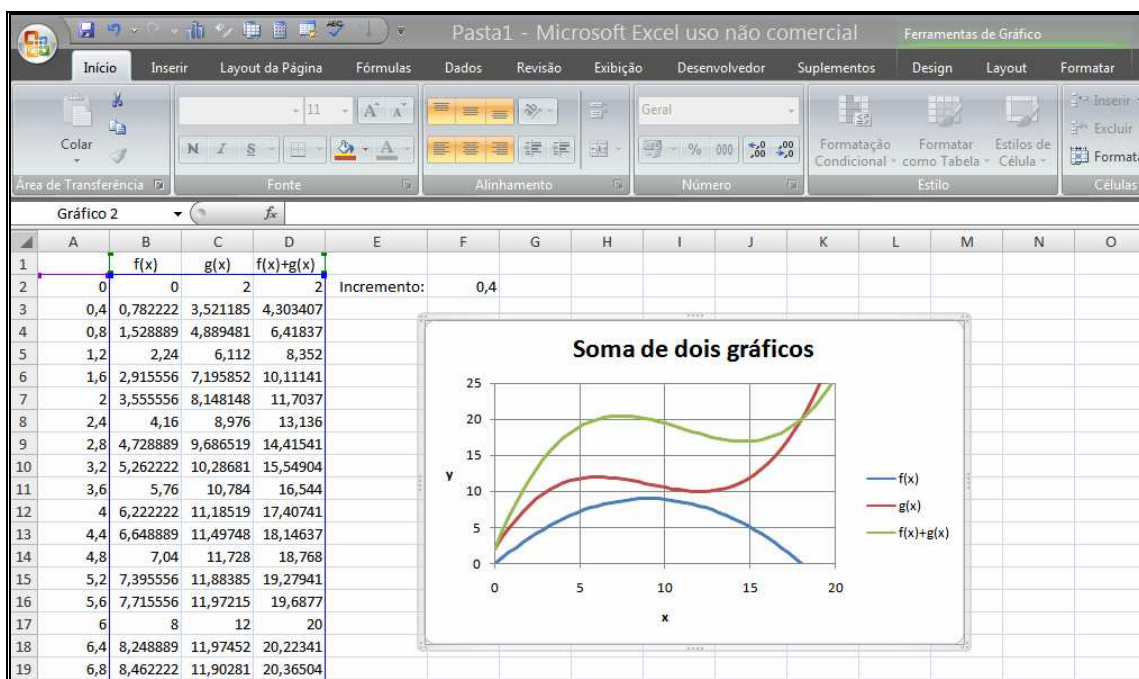
1. A2: 0; A3: =A2+F\$2; copiar até A52
2. B2: $-(A2^2)/9+2*A2$
3. C2: $=(A2^3)/54-(A2^2)/2+4*A2+2$
4. D2: =SOMA(B2:C2); copiar B2:D2 até D52

5. Gráfico

Escolher A1:D52

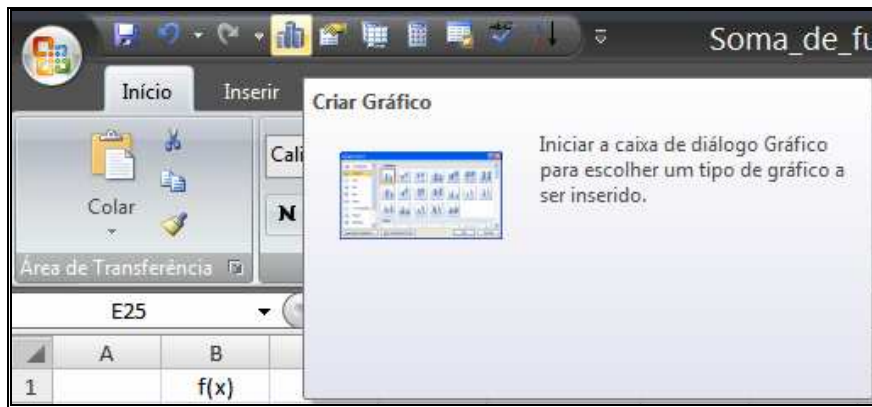
Inserir > Dispersão XY > Com Linhas Suaves

Formatação personalizada usando *Layout* do *Assistente de Gráfico* (aparece sempre quando clicar no gráfico).



O Excel 2007 permite três diferentes cores para o interface de usuário. Para mudar o esquema de cores dum interface, clique no botão do Office e escolha *Opções do Excel > Esquema de Cores*. Pode-se eleger entre Azul, Prateado e Preto. Neste exemplo foi elegido Preto. Pode-se ativar os *Opções do Excel* também com um clique sobre a primeira linha da tela do Excel.

Na primeira linha da tela, está localizada a *Barra de Ferramentas de Acesso Rápido*, onde se pode colocar os comandos mais comuns do dia-a-dia, por exemplo o assistente gráfico, veja a figura abaixo, onde se vê iluminado o ícone para criar gráficos. Através da *Barra de Acesso Rápido*, chega-se também à *Central de Confiabilidade*, onde pode dar a sua opinião sobre as macros.

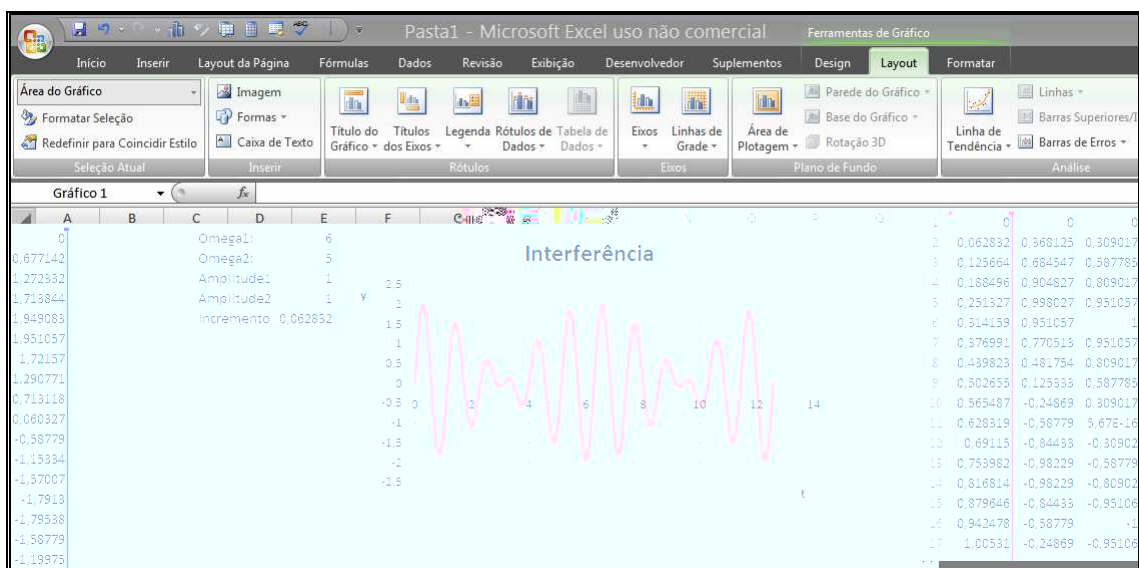


Seleção de Células Longínquas (com F8 F5)

Consideremos agora a superposição, ou *interferência*, de dois movimentos harmônicos simples expressados pelas seguintes funções:

$$y_1 = A_1 \text{sen}(\omega_1 t); y_2 = A_2 \text{sen}(\omega_2 t)$$

Os dois movimentos harmônicos simples interferem construtivamente porque suas amplitudes somam-se. Se $A_1 = A_2$, então temos o fenômeno dos *batimentos* puros. Isso ocorre, por exemplo, quando dois diapásões de frequências quase idênticas vibram simultaneamente próximos um do outro. No seguinte exemplo fazemos $A_1 = A_2 = 1$ e $\omega_1 = 6$ Hz, $\omega_2 = 5$ Hz. Você pode variar estes valores e observar instantaneamente o resultado no gráfico.



A coluna A contém os tempos com um incremento de $4 \cdot \text{PI}() / 200 = 0,0628$ na célula H5. (A1: 0, A2: =A1+H\$5). Em B1 colocamos =H\$3*SEN(H\$1*A1). Em seguida, copiamos com Ctrl+C a fórmula para a Área de Transferência. Posicione o ponteiro sobre C1 e clique na tecla ENTER. O copiado deve ser editado, para ter em C1 a fórmula =H\$4*SEN(H\$2*A1).

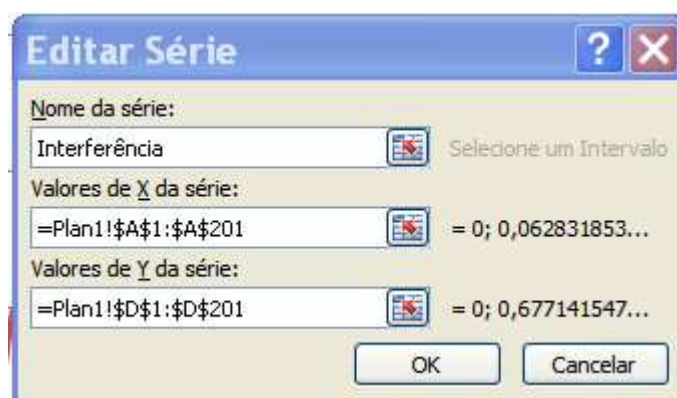
D1: =SOMA(B1:C1). Todas as fórmulas devem ser copiadas até a linha 201. (As fórmulas na coluna A começam na célula A2.)

Antes de fazer o gráfico (com F11 ou *Inserir>Dispersão* etc.), devemos *selecionar* as colunas a desenhar. Neste caso serão A e D. Mas trata-se de colunas **não adjacentes**, uma situação que até agora não tivemos encontrada. Faça o seguinte:

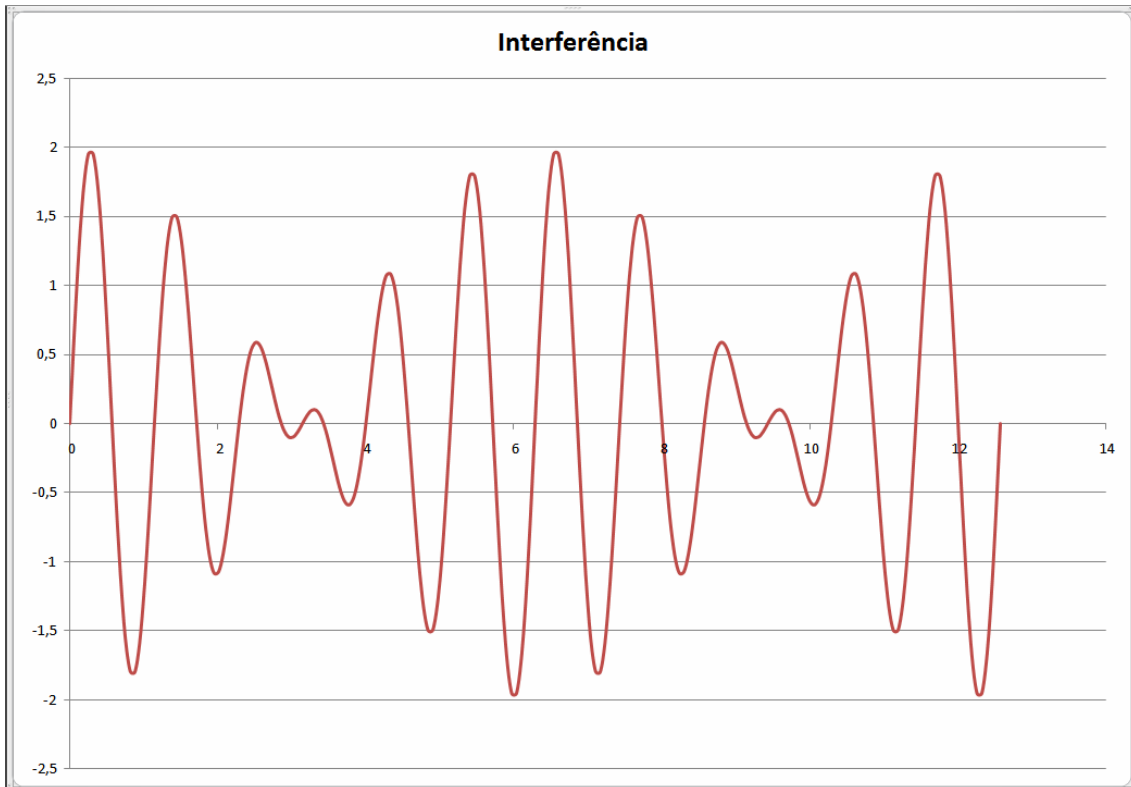
1. Posicione o ponteiro do mouse sobre na primeira célula que deseja marcar, isto é, A1. Clique com o botão esquerdo.
2. F8, F5 (= Ir Para)> *Referência* A201, OK; isto seleciona as células de A1 até A201.
3. Shift+F8 (= *Adicionar a Seleção*, veja este texto na última linha à esquerda da tela)
4. F5 e introduzir D1, isso faz com que D1 será selecionada.
5. F8, F5 > *Referência* D201, OK; isto seleciona D1:D201
6. Shift+F8

Agora, os intervalos A1:A201 e D1:D201 estão selecionados para ser traçados, por exemplo com **F11**.

Se não aparecer um gráfico Dispersão XY, será preciso selecionar outro Tipo de gráfico. Para evitar de que em vez dos números corretos no eixo x apareçam os números das células, será preciso *Editar a Série*, veja a seguinte tela:



Se tudo andar bem, vai ver uma tela parecida com a figura a seguir. (Se por algum motivo não der, é só perguntar a Microsoft...)



É importante, declarar *Dispersão XY* como padrão para a maioria dos gráficos científicos!

Bobina de Helmholtz

Um exemplo muito interessante da realização técnica da superposição de duas curvas é a bobina idealizada por H.L. Helmholtz (1821-1894). Trata-se de um par de bobinas de mesmo raio R , alinhadas paralelamente uma a outra ao longo do eixo comum, e separadas entre si duma distância igual ao raio R . O objetivo desta bobina é a criação de um campo magnético quase homogêneo na região central. O tamanho do par de bobinas pode ser pequeno como a cabeça duma pomba, ou tão grande como um quarto.

O valor do módulo do campo magnético \mathbf{B} ao longo do eixo de uma espira de raio R é, segundo a lei de Biot-Savart, dado pela expressão

$$B = \mu_0 NI \cdot 0.8\sqrt{0.8} / R \quad (1)$$

onde $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Vs/Am e I é a corrente elétrica, x é a distância, medida deste o centro da espira ao longo do eixo.

A bobina nr. 1 (N espiras) produz num certo ponto do seu eixo o campo

$$B_1 = K(R^2 + (x + \frac{R}{2})^2)^{-\frac{3}{2}} \quad (2)$$

A bobina nr. 2 (N espiras) produz, por sua vez, no mesmo ponto o campo

$$B_2 = K(R^2 + (x - \frac{R}{2})^2)^{-\frac{3}{2}} \quad (3)$$

onde a constante K vem dada por $K := \mu_0 \frac{NIR^2}{2}$.

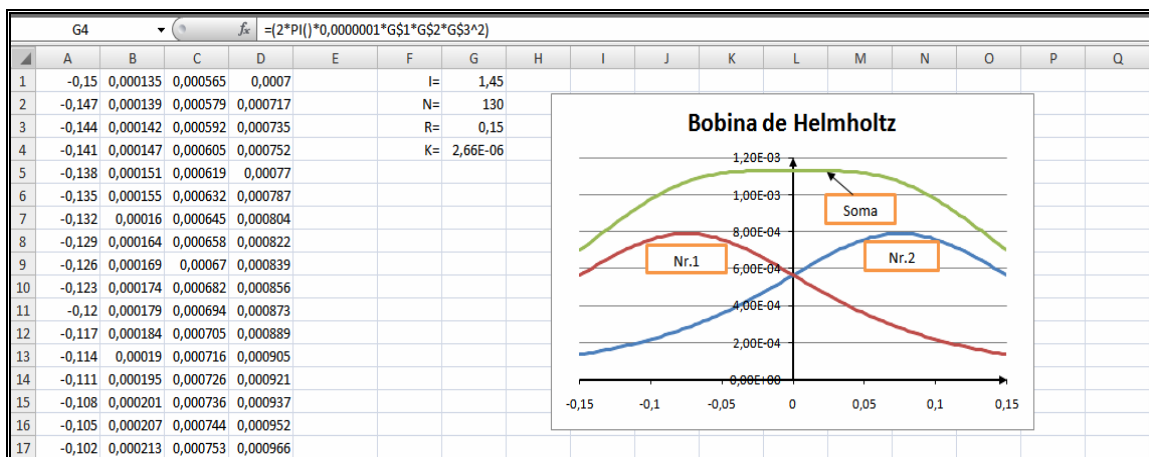
O campo magnético resultante das duas bobinas é $B = B_1 + B_2$.

Para $x = 0$, isso é no centro entre as duas bobinas, obteremos

$$B = \mu_0 NI \cdot 0.8\sqrt{0.8} / R \quad (4)$$

Para a representação gráfica utilizaremos $I = 1,45A$, $N = 130$ e $R = 0,15m$. O valor inicial de x é de $-0,15m$, o valor final é de $0,15m$; incremento = $0,003$ m.

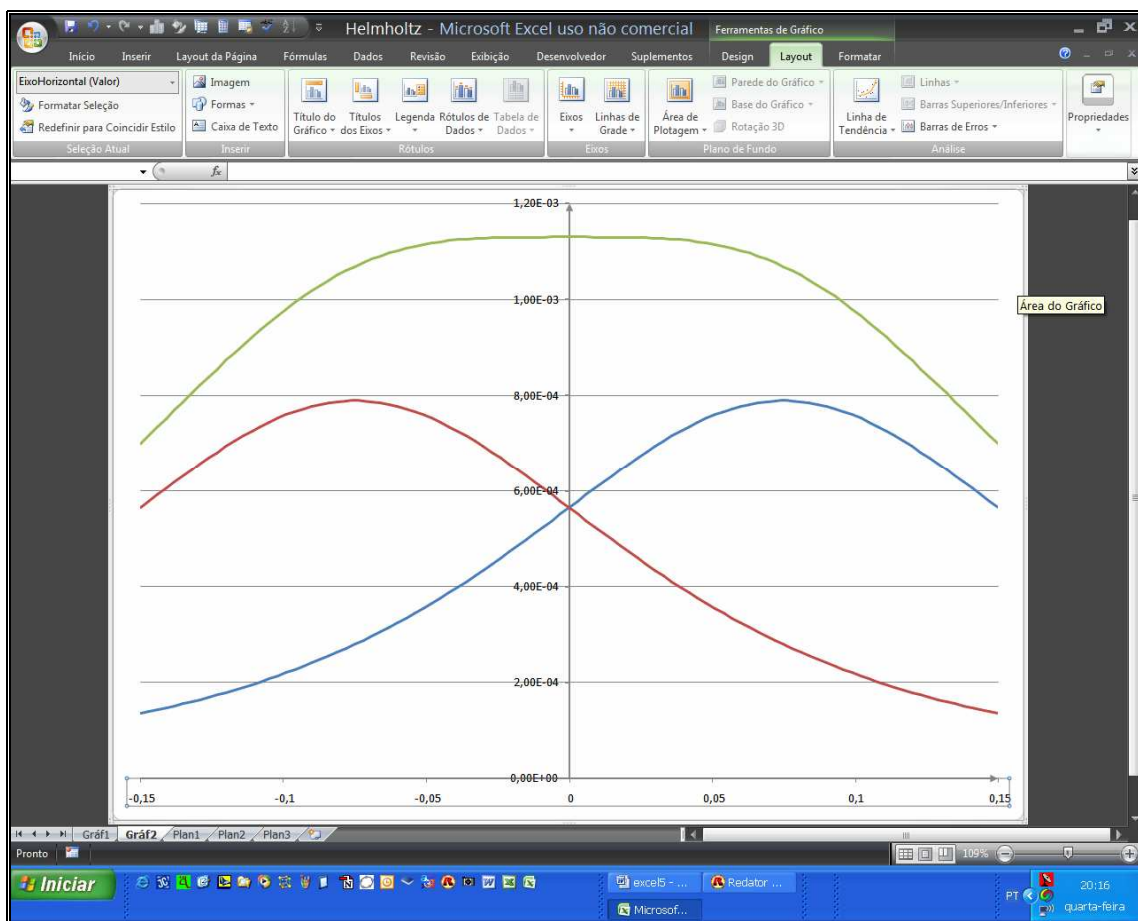
1. A1: $-0,15$; A2: $=A1+0,003$; copiar até A101 (por exemplo marcar A2:A101 e usar o comando **Ctrl+d** para **copiar o conteúdo de A2**)
2. G1: $1,45$ ($=I$); G2: 130 ($=N$); G3: $0,15$ ($=R$)
3. G4: $=(2*PI()*1E-7*G\$1*G\$2*G\$3^2)$ (constante K)
4. B1: $=(G\$4*(G\$3^2+(A1-G\$3/2)^2)^{-1,5}$ (bobina nr.1)
5. C1: $=(G\$1*(0,15^2+(A1+0,15/2)^2)^{-1,5}$ (bobina nr.2)
6. D1: $=SOMA(B1:C1)$
7. Ponteiro na célula B1; F8 F5 *referência* : D101 e **Ctrl+d**



Para criar o gráfico, colocamos o ponteiro na A1 e pressionamos F8 F5 *referência* D101. Em seguida *Inserir>Dispersão ...* (ou F11)

Observe que utilizamos o comando **Ctrl+d** (Preencher Abaixo) para **copiar** o conteúdo e o formato da célula mais acima de um intervalo selecionado (com *início F8 F5 final*) nas células abaixo. As caixinhas com texto são incluídas com *Inserir>Formas*. O eixo vertical foi formatado com *Formatar Eixo>Numero> Científico*.

O seguinte gráfico foi feito usando F11:

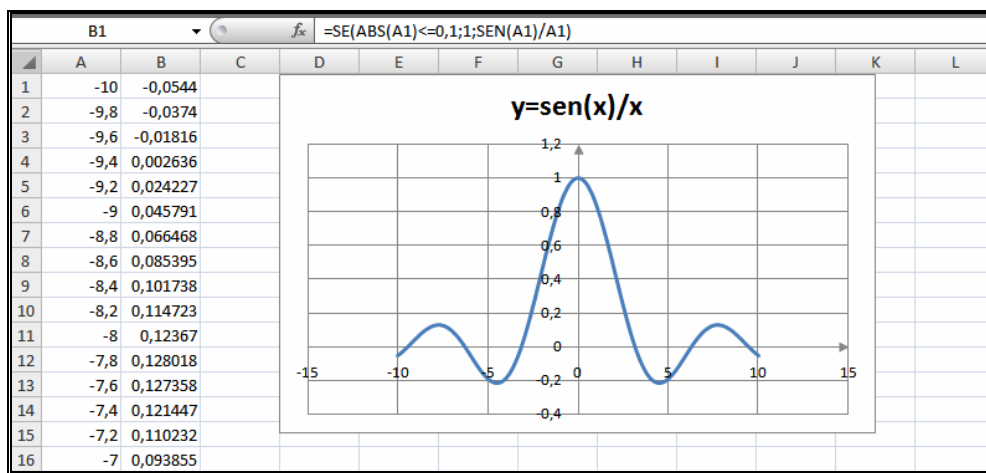


Difração por uma fenda

A função $y = \text{sen}(x)/x$

Vejam primeiro a função **f: $y = \text{sen}(x)/x$** que não é definida para $x = 0$. Mas, não tem problema para traçá-la.

O único problema, a resolver agora, é, como evitar uma divisão por zero? Olhe na primeira linha da figura, para ver, como foi resolvido este assunto.



Se iluminamos uma fenda, largura = b , muito estreita, com luz monocromática (Laser), observamos detrás da fenda uma variação da intensidade da luz, descrita pela seguinte fórmula

$$I(\theta) = I(0) \left(\frac{\text{sen}(\beta)}{\beta} \right)^2, \text{ com } \beta = \frac{\pi b}{\lambda} \text{sen}(\theta) \quad (1)$$

λ é o comprimento de onda.

Para criar o gráfico desta função, resultará prático, escolher para o ângulo θ valores no intervalo -1,2 até 1,2 Radianos. Com 300 pontos, o gráfico deverá ser bom, o que exige um incremento de $2,4/300$. O valor 4 de b/λ colocamos na célula F1. O incremento em F2 está em referência absoluta: \$F\$2.

1. A1: -1,2; A2: A1+\$F\$2 copiar até A301 (Automatize o processo de marcar e do copiar! Coloque o cursor sobre A2 e, em seguida, acione F5 com referência = A301. Antes de pressionar OK, oprima a tecla Shift. Com isso queda marcada (selecionada) A2:A301. Agora falta só oprimir Ctrl+d, para copiar a fórmula de A2 até A301. Repetimos este procedimento no segundo passo. F5 ref. B1 = retorno à B1.)

2. B1:=PI()*F\$1*SEN(A1);C1:=(SEN(B1)/B1)^2 . Selecione B1:C1(cursor sobre B1→Shift C1) até B301:C301 (F5 ref. C301 + Shift + OK). Copie as fórmulas de B1:C1 até B301:C301 por meio de Ctrl+d.

Gráfico:

3. Temos de usar as colunas A e C (não adjacentes) para produzir o gráfico. Utilizamos o assistente gráfico da Barra de Acesso Rápido. Primeiro temos de selecionar as duas colunas A e C:

Cursor sobre A1 → F8 F5 ref. A301, OK → Shift+F8
 F5 ref. C1, OK (retorno à C1); F8 F5 ref. C301, OK → Shift+F8
 F5 ref. E5, OK (retorno à E5). Assistente gráfico (x,y Dispersão,
 Linhas suaves, OK- ou simplesmente pressionar F11)

Layout: Legenda nenhuma, Título do Gráfico etc.



Se mudar a constante na F4, você poderá ver imediatamente a influência que tem tal mudança sobre o gráfico.

Difração por uma rede de N fendas

Interessante será ver a difração por N fendas. Uma rede de difração é uma lâmina contendo um número elevado de fendas paralelas entre si. A distância entre duas fendas consecutivas é denominada espaçamento da rede, representada por d . (A luz incidente na rede é monocromática, por exemplo a luz de uma lâmpada de sódio ou um raio de Laser.) A distribuição da intensidade da luz que atravessa a rede vem dada pela seguinte expressão

$$I(\theta) = \frac{I(0)}{N^2} \left(\frac{\text{sen}\beta}{\beta} \right)^2 \left(\frac{\text{sen}(N\alpha)}{\text{sen}\alpha} \right)^2 \quad (2)$$

com as abreviaturas $\beta := \frac{\pi b}{\lambda} \text{sen}\theta$ e $\alpha := \frac{\pi d}{\lambda} \text{sen}\theta$.

Para traçar o gráfico, elegemos $b = 2\lambda$, $d = 10\lambda$ e $N = 8$. No gráfico usamos só as duas expressões em parênteses da eq. (2). O máximo no eixo y será N^2 e calculamos 300 pontos com incremento $0,2/300 = 0,0006666$.

As constantes ficam em K1: 2 (=b/λ); K2: 10(=d/λ) e K3: 8(=N)

```

B1: =PI()*$K$1*SEN($A1) (= β)
C1: =PI()*$K$2*SEN($A1) (= α)
D1: =(SEN(B1)/(B1+0,00001))^2 (0,00001 para evitar divisão por 0)
E1: =(SEN(K$3*C1)/(SEN(C1)+0,00001))^2 (N fendas)
F1: =D1*K$3^2
G1: =D1*E1

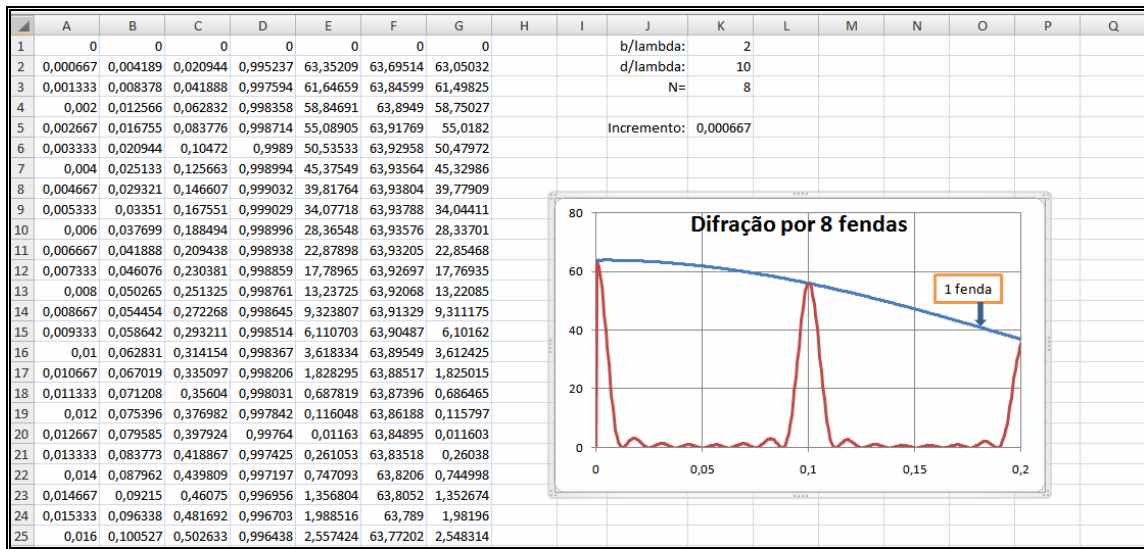
```

Agora, devemos copiar as fórmulas até a linha 301. Primeiro, cursor sobre A2, depois → F5 (A301)→Ctrl+d, B1→Shift→G1, F5 (G301)→Ctrl+d

Para poder fazer uma comparação com a difração por uma fenda só, temos em F1:F301 os valores correspondentes para uma fenda. O gráfico conterà o produto das colunas D e E que fica nas células G1:B301.

Para criar o gráfico, precisamos selecionar as coluna A, F e G.

1. F5 → A1, OK; F8 F5 (A301) OK, Shift+F8
2. F5 → F1, OK; F8 F5 (F301) OK, Shift+F8
3. F5 → G1, OK; F8 F5 (G301) OK, Shift+F8
4. F5 → I5



Com N fendas observe-se $N-2$ máximos secundários: $8 - 2 = 6$ em nosso caso.

Escalas logarítmicas

As funções de eficiência dos algoritmos de ordenação (busca) pertencem, em geral, a lista das seguintes funções:

$$y = 2^n; y = n^3; y = n^2; y = n \log_2 n; y = n; y = \log_2 n \text{ etc.}$$

(A velocidade de busca está associada à eficiência do algoritmo de busca. N é o número de elementos, entre os quais pode encontrar-se o elemento target. Para se ter uma idéia do que significam velocidade e eficiência, basta pensar num programa como o *Google*.)

No eixo-x temos o número n dos elementos, no eixo-y colocamos o tempo relativo de busca (tempo de cálculo). Sabemos que a função logarítmica cresce mais lentamente que as demais funções, e que as funções exponenciais crescem mais rapidamente que todas.

Calculamos os logaritmos a base 2 (*logarithmus dualis*), $\log_2 := ld$, com

$$\log_2(n) = \frac{\lg(n)}{\lg(2)}$$

Gráfico: Dispersão-XY

1. Os valores de n:

Na célula A5 colocamos 1; na A6: 2, A7: 4; A8: 8.

As células A9 até A14 obtêm 10, 20, 40, 60, 80 e 100

A15: =A14+10

Cursor sobre A15 e preencher todas as células até A104

2. As funções

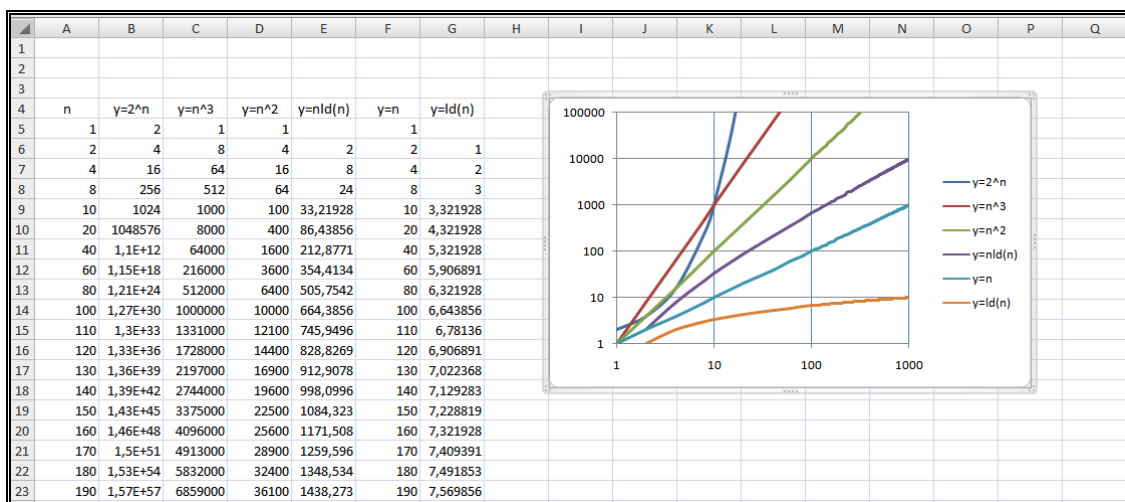
B5: =2^A5; C5: =A5^3; D5: =A5^2

E5: (nada, pois um valor zero não pode ser usado numa escala logarítmica); G5 também nada

E6: =A6*LN(A6)/LN(2)

F5: =A5; G6: =E6/A6

Copiar todas as fórmulas até linha 104



Vale a pena, comparar este gráfico com uma representação semi-logarítmica, por exemplo para $1 \leq n \leq 10$.

