ESCOLA SECUNDÁRIA DE LOUSADA
Ciências Físico-Químicas – 11º Ano
Ficha de actividade laboratorial ***Assunto: AL 1.1. QUEDA LIVRE***
Objecto de ensino
. Queda livre: força e aceleração gravítica.
Nome: _____ Nº _____ Turma: ____

Objectivos de aprendizagem desta actividade:
. Distinguir força, velocidade e aceleração.
. Reconhecer que, numa queda livre, corpos com massas diferentes experimentam a mesma aceleração.
. Explicar que os efeitos de resistência do ar ou de impulsão podem originar acelerações de queda diferentes.
. Determinar, a partir das medições efectuadas, o valor da aceleração da gravidade e compará-lo com o valor tabelado.

Competências a desenvolver:
. Manipular com correcção e respeito por normas de segurança, material e equipamento.
. Recolher, registar e organizar dados de observações.
. Exprimir um resultado com um número de algarismos significativos compatíveis com as condições da experiência e afectado da respectiva incerteza absoluta.

Fundamento teórico da experiência:
Se desprezarmos a resistência do ar, os corpos ficam apenas sujeitos à força gravítica. Chamam-se, por isso, graves e dizem-se em queda livre, independentemente do facto de estarem a cair ou a subir.
Verifica-se que, nestas condições**, corpos largados da mesma altura chegam ao solo ao mesmo tempo, independentemente das suas massas**. Uma maçã ou uma pena, largados de uma mesma altura, caem lado a lado se não houver resistência do ar.
Desprezando a resistência do ar, sabemos que os corpos, quer estejam a cair ou a subir, variam a sua velocidade devido à força gravítica (peso). A aceleração a que todos eles estão sujeitos é a aceleração da gravidade, cujo valor, à superfície da Terra, é $g = 9{,}8\ m\ s^{-1}$. Este valor pode ser deduzido tendo em conta a Segunda lei de Newton e a lei de Gravitação Universal.
A lei de Gravitação Universal permite escrever, para um corpo próximo da superfície da Terra (à altura h):

$$F = G\,\frac{M_T m}{(R_T + h)^2}$$

Mas, como h é muito menor do que RT pode usar-se a expressão aproximada:

$$F = G\,\frac{M_T m}{R_T^2}$$

Por outro lado, a Segunda lei da Dinâmica permite-nos escrever F = ma Neste caso, a força resultante é a força gravítica e a aceleração a da gravidade. Vem, portanto:

$$G\,\frac{M_T m}{R_T^2} = mg$$

Simplificando, obtém-se uma expressão para a aceleração da gravidade:

$$g = G\,\frac{M_T}{R_T^2}.$$

Substituindo os valores da massa da Terra, $M_T = 6{,}0 \times 10^{24}$ kg, do raio da Terra, $R_T = 6400$ km, e da constante de gravitação universal, $G = 6{,}67 \times 10^{-11}\ N\ m^2\ kg^{-2}$, encontramos:

$$g = 6{,}67 \times 10^{-11} \times \frac{6{,}0 \times 10^{24}}{(6400 \times 10^{3})^{2}} = 9{,}8 \text{ m s}^{-2}$$

Todos os objectos em queda à superfície da Terra e não sujeitos à resistência do ar caem com a mesma aceleração porque o valor de g não depende da massa do corpo em queda livre (a massa m simplifica dos dois lados da equação de cima).

É possível determinar, experimentalmente, o valor da aceleração da gravidade utilizando diferentes métodos, como por exemplo o método da página 79 do manual.

Registe os resultados na seguinte tabela:

	Diâmetro da esfera Δy (m)	Δt_1	$V_1 = \Delta y / \Delta t_1$	Δt_2	$V_2 = \Delta y / \Delta t_1$	Δt	$g = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t}$
Esfera1							
Esfera2							

Problemas práticos:

1- Uma bola é lançada para cima, na vertical, com uma determinada velocidade, a partir do solo.

a) Em relação a um eixo vertical, com o sentido de baixo para cima e origem no solo, qual das seguintes equações traduz o movimento da bola durante a queda? Justifique.

A - $y = 2 - 5t^2$ C - $y = 2t - 5t^2$

B - $y = t^2$ D - $y = 2t + 5t^2$.

b) Escreva a equação que traduz a relação $v = v(t)$ do movimento acima descrito.

2- Um corpo cai, de uma altura de 2,0 m por acção da força gravítica.

Escolha para eixo de referência um eixo vertical com o sentido de baixo para cima, e origem no solo.

a) Escreva a equação do movimento do corpo no ar.

b) Em que instante o corpo atinge o solo? Quanto tempo permanece o corpo no ar?

c) Em que instante o corpo atinge a meia altura? Justificar por que razão esse instante é mais de metade do tempo de queda (tempo em que permanece no ar) do corpo.

d) Represente graficamente a função $v = v(t)$ durante a queda.

e) Qual a velocidade do corpo ao atingir o solo e a meia altura? Explique por que razão este valor não é metade do valor da velocidade ao atingir o solo?

f)Trace o gráfico $y=y(t)$.

3- Uma bola é lançada para cima, na vertical, de uma altura de 2,0 m, com uma velocidade de 20 m s^{-1}. Considere um eixo vertical com o sentido de baixo para cima e origem no solo.

a) Escreva a equação que traduz a velocidade da bola enquanto permanece no ar. Determine:

b) A velocidade ao fim de 1,0 s, 2,0 s, 3,0 s e 4,0 s de movimento.

c) Com base nos valores obtidos, e tendo em conta a conservação de energia mecânica, em que instantes a bola passou pelo local de onde foi largada e quando atingiu a altura máxima?

d) Aplicando a lei da Conservação da Energia, calcule a altura máxima que a bola atinge em relação à posição de lançamento.

e) Escreva a equação do movimento da bola $y = y(t)$ e determine, usando a calculadora gráfica, o instante em que a bola atinge o solo e a velocidade com que o faz.

f)Trace os gráficos $y=y(t)$ e $v = v(t)$.