

#

#

Acção de Formação Utilização dos Novos Laboratórios Escolares

#

Física e Química A – 11º Ano#

APL 2.1. (Química) – Factores que afectam o pH de uma água#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

#

*Maria Cristina de Oliveira Coelho de Azeredo*

#

13-07-2010

#

#

#  
#  
#  
#  
#  
#  
#  
#

#### Objectivos:

- ✚ Explorar o uso do sensor de pH em vários contextos de aprendizagem.
- ✚ Desenvolver uma metodologia investigativa para utilizar em vários contextos de trabalho experimental.
- ✚ Utilizar as metodologias do tipo "questões-problema" para o desenvolvimento do ser humano.
- ✚ Estimular o que os manuais escolares contemplam nas estratégias referidas.
- ✚ O aluno deverá *problematizar, reflectir, experimentar e concluir* de modo autónomo.
- ✚ Desenvolver o *saber ser, o saber estar e o saber fazer*.

A actividade deverá ser desenvolvida em grande grupo o qual analisará em conjunto a evolução do gráfico e posteriormente apresentará propostas de resposta à questão-problema. Não esquecer de previamente realizar a 1ª parte em pequeno grupo. Caso o professor assim o entenda toda a actividade poderá ser desenvolvida em pequeno grupo, de 4 ou 5 alunos.

#  
#  
#  
#

#### Índice:

#

- 1- Ficha de Trabalho: APL 2.1. (Química – 11ºAno) –  
Factores que afectam o pH de uma água pág 3
- 2- Ficha de Trabalho: APL 2.1. (Química – 11ºAno) –  
Factores que afectam o pH de uma água – Apresentação de resultados /Soluções pág 8

#

#### Apresentação:

Maria Cristina de Oliveira Coelho de Azeredo é Professora do Quadro de Nomeação Definitiva, do Grupo 510, do Departamento de Matemática e Ciências Experimentais, da Escola Secundária João Gonçalves Zarco, Matosinhos. #

#  
#  
#  
#

1 - Lê atentamente a banda desenhada que se segue.

Sabias que o pH da água varia com a temperatura?

Nuno



A ionização da água é uma reacção química completa ou de equilíbrio?

Ana

Como se produzirá a variação do pH com o aumento da temperatura?

Miguel



Vamos analisar a variação do pH com a temperatura para concluirmos correctamente.

Nuno



Como deveremos proceder para estudar o efeito da temperatura no pH de uma amostra de água?

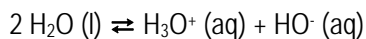
Ana

De que informações precisamos? Qual é a reacção química?

Miguel



**Informação 1:** A reacção de auto-ionização da água pode ser traduzida pela seguinte equação química:



Se é uma reacção de equilíbrio então é possível escrever a sua constante de equilíbrio.

Nuno



Já não me lembro como se escreve a constante de equilíbrio de uma reacção química.

Ana

Constante de equilíbrio? Eu já estudei esta matéria. Deixa cá ver ...

Miguel



**Informação 2:** Consideremos a reacção química  $a\text{A} + b\text{B} \rightleftharpoons c\text{C} + d\text{D}$ , então a sua constante de equilíbrio K será dada pela expressão:

$$K = \frac{[\text{C}]^c \times [\text{D}]^d}{[\text{A}]^a \times [\text{B}]^b}$$

**Informação 3:** Consideremos, por último, os dados obtidos experimentalmente que permitiram o cálculo de  $K_w$  para diferentes temperaturas, e que se encontram no **Quadro I**:

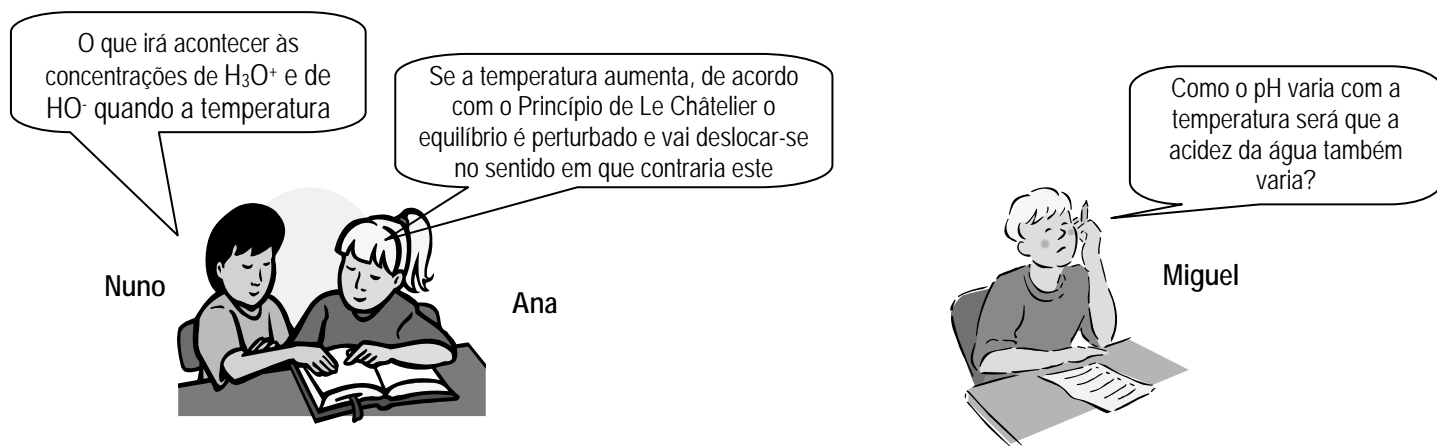
**Quadro I:**  
Temperatura,  $K_w$  e pH

$T/^\circ\text{C}$	$K_w$	pH
0	$0,1140 \times 10^{-14}$	7,47
10	$0,2930 \times 10^{-14}$	7,27
20	$0,6810 \times 10^{-14}$	7,08
25	$1,008 \times 10^{-14}$	7,00
30	$1,471 \times 10^{-14}$	6,92
40	$2,916 \times 10^{-14}$	6,77
50	$5,476 \times 10^{-14}$	6,63
100	$51,30 \times 10^{-14}$	6,14

Este efeito da temperatura no pH é tido em conta nos instrumentos de medição de pH, que possuem dispositivos manuais ou automáticos de correcção do pH em função da temperatura a que as medições são efectuadas.

## 2 – Pré-realização experimental

### 2.1 – Previsão do resultado experimental



### 2.2 – Equipamento e reagentes

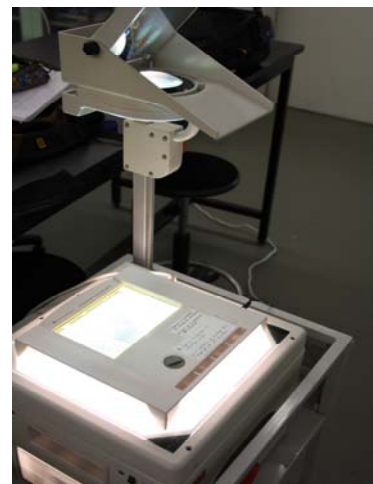
• Retroprojector	1
• View- Screen	1
• Máquina de calcular TI84 com aplicação DataMate	1
• CBL2 (Calculator Based Laboratory) – dispositivo de recolha de dados	1
• Cabo de ligação máquina de calcular – CBL2	1
• Sensor de temperatura	1
• Sensor de pH	1
• Gobelé de 600 mL com água quente	1
• Gobelé de 200 mL com água fria	1
• Placa de aquecimento	1

### 3 – Realização experimental

**Informação 4:** Não esquecer de calibrar o sensor de pH antes de iniciar as leituras.

#### 1 – Montagem

- Ligar o View-Screen à corrente eléctrica e à máquina de calcular.
- Colocar o View-Screen em cima do retroprojector e focar.
- Ligar a máquina de calcular.

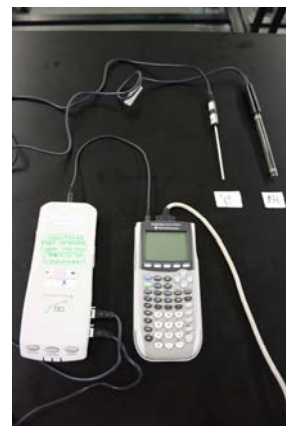


#### 2 – Procedimento

- Ligar o CBL 2 à máquina de calcular através do respectivo cabo.
- Ligar o sensor de temperatura ao canal 1 (CH1) do CBL2.
- Ligar o sensor de pH ao canal 2 (CH2) do CBL2.

3 – Executar a aplicação DataMate na calculadora. O programa deve reconhecer que no canal 1 (CH1) está ligado o sensor de temperatura STAINLESS TEMP (C) e no canal 2 (CH2) o sensor de pH.

4 – Pressionar 1:SETUP para aceder ao ecrã de configuração.



5 – Para proceder à calibração do sensor de pH, executar os seguintes passos:

- Seleccionar 2: CALIBRATE
- No ecrã CALIBRATION seleccionar 2: CALIBRATE NOW
- Retirar o eléctrodo do sensor de pH da solução de acondicionamento, lavar com água desionizada e secar cuidadosamente com papel absorvente macio.



- Colocar o o eléctrodo do sensor de pH numa solução-tampão de pH conhecido (por exemplo, pH= 4,01) e, após estabilizar o valor da diferença de potencial que surge no ecrã CALIBRATE SENSOR, premir **ENTER** e registar o valor do pH, seguido de **ENTER**
- Retirar o eléctrodo da solução, lavá-lo com água desionizada e secar cuidadosamente com papel absorvente macio e mergulhar noutra solução-tampão de pH conhecido (por exemplo, pH= 7,00) e repetir o procedimento anterior.
- Repetir o procedimento de lavagem e secagem do eléctrodo.



6 – Após a calibração do sensor de pH, seleccionar 1: OK no ecrã CALIBRATION, seguido de 1: OK.

ENTER

7 – No ecrã de configuração mover o cursor 4 para MODE e pressionar

8 – No ecrã SELECT MODE seleccionar 2: TIME GRAPH.

9 – Seleccionar 2: CHANGE TIME SETTINGS para introduzir as novas definições do gráfico do tempo. Introduzir:

- 10, para o tempo entre amostras em segundos, seguido de ENTER
- 100, para o número de amostras, seguido de ENTER

10 – Seleccionar 1: OK para voltar ao ecrã de configuração e, em seguida, novamente 1: OK para voltar ao ecrã principal.

11 – Preparar um gobelé outro de 600 mL contendo água bem quente.



12 – Introduzir os dois sensores no gobelé com cerca de 100 mL de água bem fria. Em seguida, mergulhar este gobelé que contém a água fria no outro que contém a água quente.

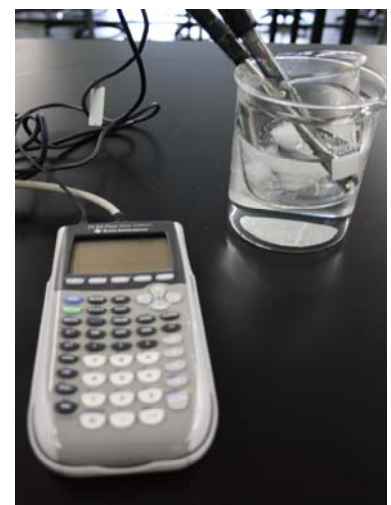


13 – Pressionar 2: START para iniciar a recolha de dados.

Quando terminar a recolha de dados surgem 3 opções de traçado de gráficos:

- A. CH1-TEMP(C)    B. CH2-pH    C. CH2 VS. CH1

14 – Seleccionar CH2VS.CH1 e fazer ENTER Surge o gráfico do pH em função da temperatura.



## Exploração

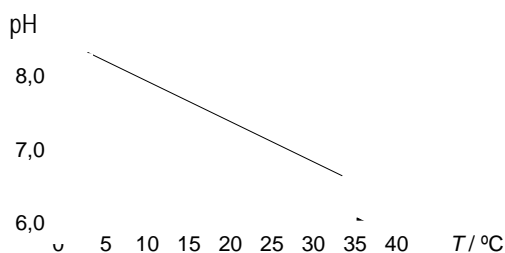
- 1 – Sair da aplicação DataMate fazendo **ENTER** seguido de 1:MAIN MENU e finalmente 6: QUIT.
- 2 – Os valores tempo, temperatura e pH ficam registados nas listas L1, L2 e L3, respectivamente.
- 3 – Construir um gráfico estatístico da temperatura em função do pH. Para isso:
  - Fazer **2nd** STAT PLOT e seleccionar 1: PLOT 1, fazendo **ENTER** ;
  - Activar ON e gráfico de dispersão;
  - Escrever em Xlist:L3 e em Ylist:L2;
  - Premir **GRAPH** e, caso seja necessário, ZOOM 9: STAT.
- 4 – Usando a tecla **TRACE** percorrer o gráfico colocando o cursor no ponto correspondente à temperatura de 10°C.
- 5 – Voltar ao ecrã principal - **2nd** QUIT - e escrever X **STO** A **ENTER** (guarda o valor do pH correspondente a essa temperatura, em A).
- 6 – Pressionar **GRAPH** e colocar o cursor no ponto correspondente à temperatura de 20°C.
- 7 – Voltar ao ecrã principal - **2nd** QUIT - e escrever X **STO** B **ENTER** (guarda o valor do pH correspondente a essa temperatura, em B).
- 8 – Repetir o procedimento anterior para outras temperaturas.
- 9 – Guardar estes valores numa lista (por ex, L4) escrevendo (A, B, C, ...) **STO** L4.

## 4 – Registos experimentais:

### 4.1 – Registo das observações

T/ °C	pH
3,56	8,0174
10,59	7,736
20,186	7,248
25,409	6,779
34,976	5,8038
56,63	5,56

### 4.2 – Esboço do gráfico obtido: pH = f (T)



## 5 – Questão pós-laboratorial:

5.1 – Depois de executada esta actividade, que conclusão se pode tirar sobre a variação do pH com a temperatura?

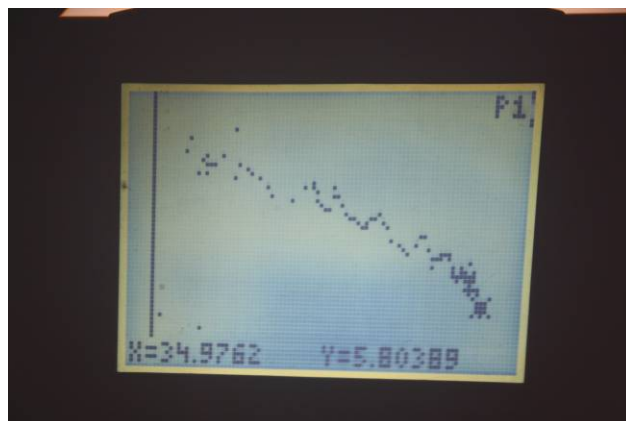
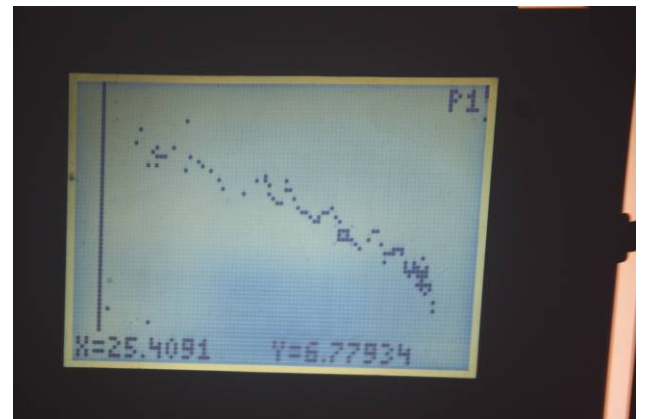
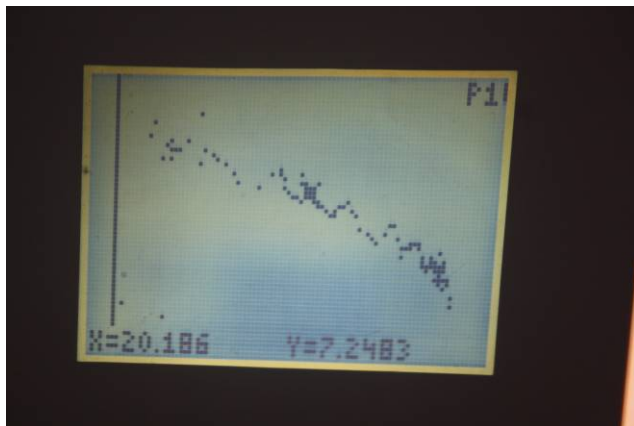
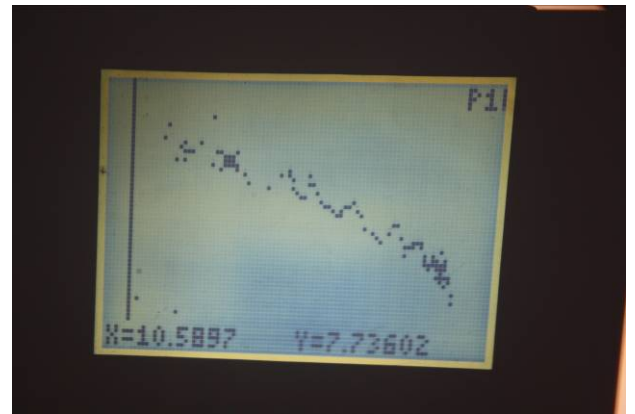
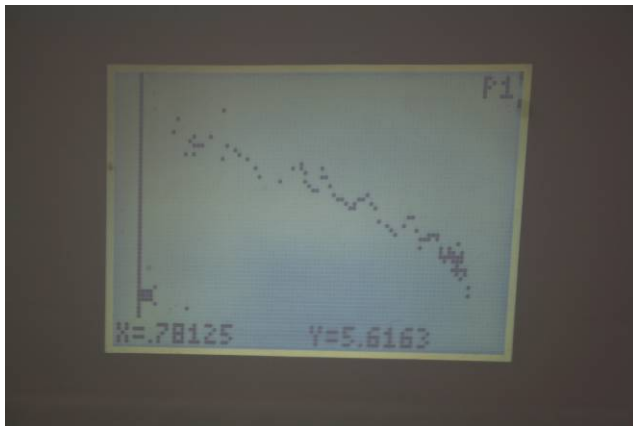
Podemos concluir que o pH da água diminui quando a temperatura aumenta.

5.2 – O que podes concluir quanto à relação entre as concentrações de  $\text{H}_3\text{O}^+$  e  $\text{HO}^-$  na água desionizada a diferentes temperaturas?

As concentrações de  $\text{H}_3\text{O}^+$  e  $\text{HO}^-$  vão variar com o aumento da temperatura uma vez que o pH varia e o  $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})]$ . Mas, como  $2 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) + \text{HO}^- (\text{aq})$ , então  $[\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})] = [\text{HO}^-(\text{aq})]$  qualquer que seja a temperatura.

#### 4 - Registos experimentais:

##### 4.1 - Registo das observações





## 4.2 - Outros gráficos

Gráfico T = f (t)

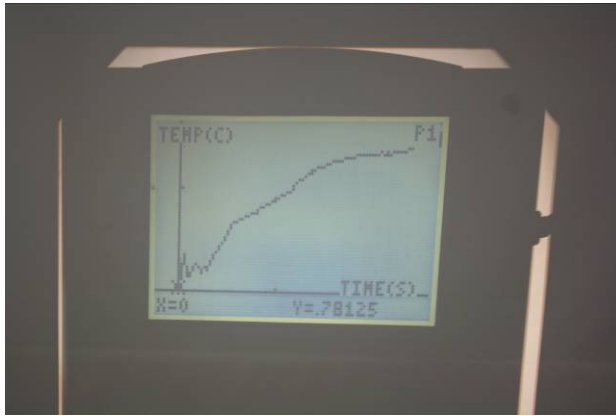
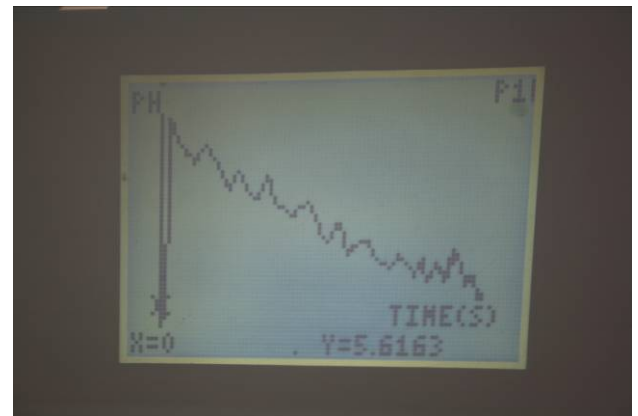
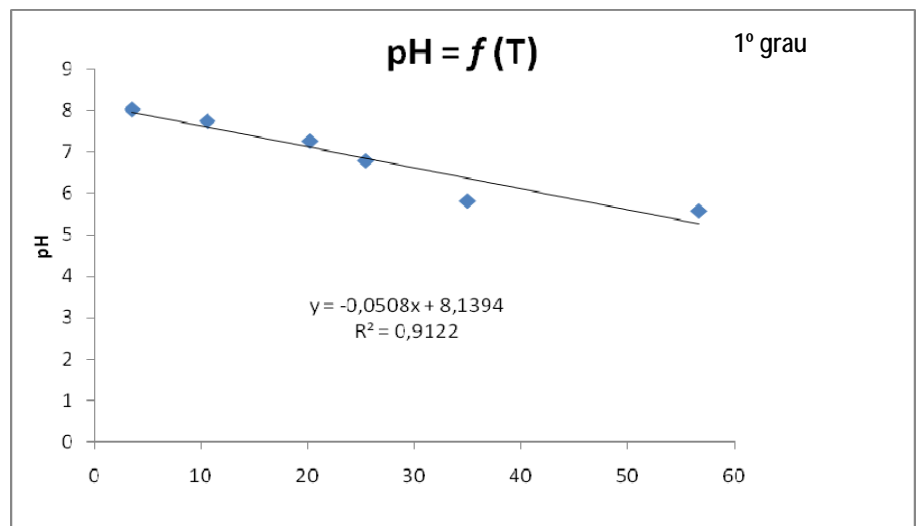


Gráfico pH = f (t)

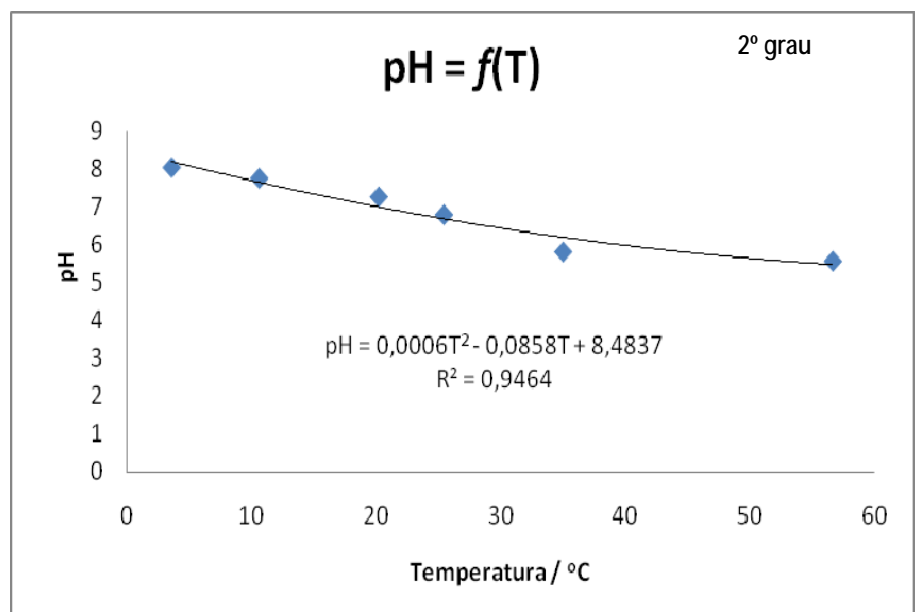


## 4.3 - Tratamento do resultados obtidos

Temperatura / °C	pH
3,56	8,0174
10,59	7,736
20,186	7,248
25,409	6,779
34,976	5,8038
56,63	5,56



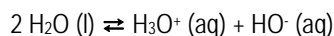
Temperatura / °C	pH
3,56	8,0174
10,59	7,736
20,186	7,248
25,409	6,779
34,976	5,8038
56,63	5,56



## 5 – Conclusão:

De acordo com o Princípio de Le Châtelier, quando se alteram as condições da reacção que se encontra num estado de equilíbrio, esta irá evoluir no sentido de contrariar essas alterações e alcançar um novo estado de equilíbrio.

Assim, quando se eleva a temperatura da água, a reacção de ionização da água vai evoluir de forma a diminuir a temperatura (absorvendo a energia fornecida pelo meio exterior).



Como se verificou experimentalmente,  $K_w = [\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})][\text{HO}^-(\text{aq})]$  aumentou, o que permite concluir que as concentrações  $[\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})]$  e  $[\text{HO}^-(\text{aq})]$  também aumentaram; deste modo, foi favorecido o sentido directo do equilíbrio anterior.

A partir destas observações, pode concluir-se que:

- a reacção de auto-ionização da água é endotérmica;
- o pH da água diminui com o aumento da temperatura.

Se o pH da água diminui com o aumento da temperatura, será que significa que a água vai ficar mais ácida a temperaturas superiores?

A resposta a esta questão implica, necessariamente, uma reflexão:

1º Uma solução é ácida quando tem excesso de iões  $\text{H}_3\text{O}^+$  em relação aos iões  $\text{HO}^-$ .

2º Na água "pura" existe sempre igual número de iões  $\text{H}_3\text{O}^+$  e de iões  $\text{HO}^-$ .

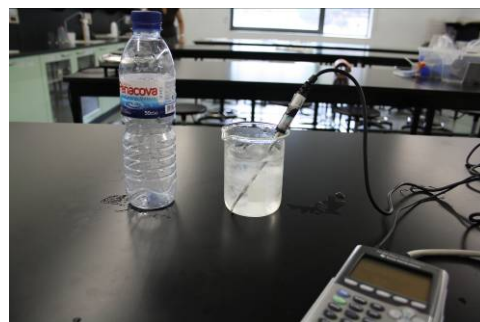
Por isto, a água terá de permanecer neutra, mesmo com alteração do seu pH, mas a condição de neutralidade deixa de ser  $\text{pH}=7$ , para temperaturas diferentes de  $25^\circ\text{C}$ .

## 6 – Crítica:

Pela análise que foi possível fazer, podemos concluir que o valor do pH pode ser determinado a partir da equação:

$$\text{pH} = -0,0508 T + 8,1394$$

o que para uma temperatura de  $25^\circ\text{C}$  dá um valor aproximado de 6,8694, ou seja, 6,9. Ainda aqui não foi referido, mas esta actividade foi realizada com uma das águas minerais usadas na 1ª parte da APL 2.1. uma vez que a nossa escola não dispõe de desionizador de água. Sendo assim, o resultado obtido parece-nos bastante bom.



## 7 – Bibliografia:

- Simões, Teresa Sobrinho; Queirós, Maria Alexandra; Simões, Maria Otilde. (2008). *Química em Contexto 11*. Porto. Porto Editora.
- Corrêa, Carlos et al. (2008). *Química no Mundo Real 11*. Porto. Porto Editora.
- Barros, Aquiles Araújo et al. (2008). *Química 11*. Porto. Areal Editores.
- Chang, R.; (1994). *Chemistry*. 5ª edição. Lisboa: McGrw-Hill de Portugal.