



Universidade do Minho
Escola de Ciências

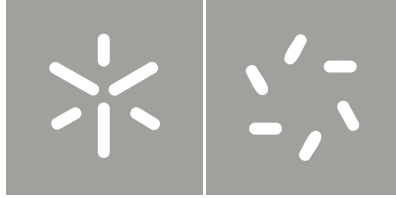
João Paulo Oliveira Santos

Relatório de Atividade Profissional

João Paulo Oliveira Santos Relatório de Atividade Profissional

UMinho | 2013

Outubro de 2013



Universidade do Minho
Escola de Ciências

João Paulo Oliveira Santos

Relatório de Atividade Profissional

De acordo com o despacho RT-38/2011

Tese de Mestrado
Mestrado em Ciências – Formação Contínua de Professores

Trabalho efetuado sob a orientação da
Professora Doutora Júlia Maria Simões Dias Barata
Tovar Aires Campos

DECLARAÇÃO

Nome: João Paulo Oliveira Santos

Endereço electrónico: santosjpo@gmail.com

Telefone: 966701041

Número do Bilhete de Identidade: 10741129

Título da dissertação:

Relatório de Atividade Profissional

De acordo com o despacho RT-38/2011

Orientadora:

Júlia Maria Simões Dias Barata Tovar Aires Campos

Ano de conclusão: 2013

Designação do Mestrado:

Mestrado em Ciências – Formação Contínua de Professores

Área de Especialização em Física e Química

Escola de Ciências

Nos exemplares das teses de doutoramento ou de mestrado ou de outros trabalhos entregues para prestação de provas públicas nas universidades ou outros estabelecimentos de ensino, e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito legal na Biblioteca Nacional e, pelo menos outro para a biblioteca da universidade respectiva, deve constar uma das seguintes declarações:

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, ___/___/_____

Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Gostaria de começar por agradecer à professora doutora Júlia Tovar, pela sábia orientação, disponibilidade e acompanhamento durante a elaboração deste relatório.

Quero agradecer aos amigos que colaboraram na realização de alguns projetos, nomeadamente ao Filipe Lemos com quem iniciei as lides na área da Robótica.

Agradeço ainda à minha família, em particular à minha esposa, Carla Santos, pelo apoio prestado e pelas tarefas que teve de realizar desacompanhada para me possibilitar a concretização deste objetivo pessoal, a conclusão bem-sucedida deste relatório. Neste ano em que o tempo para a família foi reduzido, uma palavra para os meus filhos, José Pedro e José Miguel, pelo carinho que sempre me deram.

RESUMO

Este trabalho foi elaborado no âmbito da realização do Mestrado em Ciências – Formação Contínua de Professores na área de especialização de Física e Química, de acordo com a aplicação do despacho RT-38/2011 regulamentado pela Circular VRT/RVC-01/2012.

Apresenta um enquadramento científico sobre o tema “Trabalho e Calor”, focando-se os aspetos referenciados nos programas da disciplina para os ensinos básico e secundário, podendo servir para ajuda aos docentes na preparação das suas aulas.

A experiência relacionada com a utilização da Robótica no ensino das Ciências é apresentada na segunda parte do relatório, onde se analisam projetos desenvolvidos nesta área que envolveram alunos dos ensinos básico, secundário e profissional de várias escolas europeias.

É, ainda, analisado o percurso profissional com ênfase nas principais funções, formações e especialização realizadas.

ABSTRACT

This work was conducted within the scope of a Masters Degree in Science – Teachers’ Lifelong Training, in the specialised field of Physics and Chemistry, according to the order RT-38/2011 regulated by the circular VRT/RVC-01/2012.

It presents a scientific framework on the topic “Work and Heat”, focusing on the aspects included in the curricula for Basic and Secondary Education, and may be an extremely helpful guide to lesson planning.

The experience related to the use of robots in science teaching is presented in the second part of this paper, where the projects developed in this area, among students of various basic, secondary and professional European schools, are analysed.

It is also considered the professional route, with emphasis on major functions, professional trainings and specializations accomplished.

ÍNDICE

Agradecimentos	iii
Resumo.....	iv
Abstract.....	v
Índice	vi
I. Enquadramento Científico	9
1. Introdução	9
2. Energia.....	11
2.1. Sistema, fronteira e vizinhança	11
2.2. Energia Cinética	12
2.3. Temperatura.....	13
2.4. Energia Potencial	15
2.5. Energia Mecânica.....	15
2.6. Energia interna.	16
3. Trabalho.....	17
3.1. Trabalho realizado por uma força constante	18
3.2. Trabalho realizado por uma força variável	21
3.3. Trabalho e Energia Cinética	23
3.4. Trabalho realizado pela força gravítica.....	24
3.5. Trabalho e Energia Potencial	27
3.6. Conservação da Energia Mecânica.....	28
3.7. Forças não conservativas e dissipação de energia	29
4. Calor	31
4.1. Capacidade térmica mássica	31
4.2. Mecanismos de transferência de calor: Condução e Convecção.....	35
4.3. Materiais condutores e isoladores do calor. Condutividade térmica...37	
4.4. Primeira Lei da Termodinâmica.....	40

4.5.	Degradação de energia: Segunda Lei da Termodinâmica	46
4.6.	Potência	50
II.	Projetos Científicos Inovadores.....	52
1.	Fundamentação pedagógica dos projetos desenvolvidos	52
2.	Competências a desenvolver com os projetos.....	55
3.	“Clube de Robótica”	56
3.1.	Enquadramento	56
3.2.	“FLL – MISSÃO MARTE”	57
3.3.	“ROBOPARTY 2010”	58
3.4.	“Festival Nacional de Robótica”	58
3.5.	“Os robôs artistas brincando com a Física”	60
4.	“EUROBOTICE”	60
4.1.	Enquadramento	60
4.2.	Vertente científico-pedagógica do projeto	60
4.3.	Publicação científica no âmbito do projeto	62
4.4.	Conclusão	62
5.	“Energy and CO2 – A Common Challenge For Europe”	62
5.1.	O âmbito do projeto	62
5.2.	Reuniões do projeto e atividades desenvolvidas.....	63
5.3.	Vertente científico-pedagógica do projeto	65
5.4.	Publicação científica no âmbito do projeto	66
5.5.	Conclusão	66
6.	“Innovative European Schools in the 21st century”	66
6.1.	O âmbito do projeto	66
6.2.	Reuniões do projeto e atividades desenvolvidas.....	67
6.3.	Vertente científico-pedagógica do projeto	69
6.4.	Conclusão	73
III.	Percurso Profissional e Ações de Formação	75

1. Formação inicial e percurso profissional.....	75
2. Ações de Formação.....	76
IV. Conclusão.....	78
Bibliografia.....	79
Apêndices.....	84
Anexos.....	97

I. ENQUADRAMENTO CIENTÍFICO

1. Introdução

De acordo com guião para elaboração do relatório do mestrado impunha-se a escolha de um tópico para abordar no enquadramento científico da atividade desenvolvida no exercício efetivo de funções docentes na área curricular da disciplina de Física e Química.

Assim, escolher um tema que pudesse ser uma mais valia na minha função docente imperava. Os temas “Trabalho” e “Calor” e, por inerência “Energia”, por várias razões pareciam ser uma opção acertada. Em primeiro lugar porque são os primeiros temas da componente de Física do programa de Física e Química A, o currículo com maior número de alunos, e onde, regra geral os resultados académicos começam a piorar. Também da análise dos vários currículos dos ensinos básico e secundário se verifica que estes são temas sempre abordados na componente da física. A título de exemplo, por se tratar de um currículo sujeito a Exame Nacional e que serve de prova para ingresso no Ensino Superior, na disciplina de Física e Química A do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias encontramos estes temas na componente de física logo no “Módulo Inicial – Das fontes de energia ao utilizador” no seu ponto “2. Conservação da Energia” onde aparece “Calor, Radiação, Trabalho e Potência”, sendo na “Unidade 1- Do Sol ao Aquecimento” explorado o conceito de Calor em mais pormenor e na “Unidade 2- Energia em Movimentos” o conceito de Trabalho. [1]

Além disto, nestes quinze anos de serviço sempre que tive de abordar estes conteúdos verifiquei que são conceitos em que os alunos apresentam conceções alternativas pois também no dia-a-dia são utilizados mas com um diferente significado, sendo o trabalho associado, em geral, apenas a tarefas, esforço físico ou a emprego e o calor entendido como temperatura. Todos estes fatores levam-me a considerar que é relevante uma boa perceção dos temas para que exista confiança e conhecimento suficiente para a lecionação eficaz dos mesmos.

Esta parte do relatório pretende, também, criar uma base de apoio que, de forma sucinta, contemple a informação necessária para permitir uma preparação adequada para a abordagem destes conceitos até ao nível do ensino secundário.

Como veremos na parte dos projetos, a utilização mais frequente e sistemática da Robótica ou mais especificamente dos conjuntos de Robótica para a educação da

“LEGO MINDSTORMS” como ferramenta didática nas aulas de Física e Química é uma das minhas pretensões. Tenho testado e tenciono utilizar esta ferramenta nas atividades práticas laboratoriais da componente de Física do programa de Física e Química A do 10º Ano, designadamente as que envolvem sensores de movimento e/ou temperatura. Este é mais um dos fatores que me conduziu à escolha do tema para o enquadramento científico pois as referidas atividades experimentais estão precisamente associadas aos conceitos de Calor e de Trabalho.

A elaboração deste capítulo teve por base uma consulta de bibliografia de referência sobre estes conceitos. Atendendo ao facto de existir uma grande similaridade entre as diversas referências e, no geral, se apresentam descrições genéricas, não serão apresentadas referências bibliográficas ao longo do texto, encontrando-se na bibliografia as fontes utilizadas para escrita do capítulo [2] a [17].

2. Energia

2.1. Sistema, fronteira e vizinhança

O conceito de energia é um dos mais importantes da Física. Embora seja um termo que pertence ao vocabulário comum, pode adquirir um significado diferente quando usado num contexto científico. Se no dia-a-dia associamos o termo a consumo e gasto, em física associamos o termo a conservação.

Na verdade a energia pode manifestar-se de formas muito diferentes: há energia na água de uma barragem, na gasolina de um automóvel, nos alimentos que ingerimos, nos núcleos dos átomos, na radiação proveniente do sol, etc. Muitas situações que ocorrem no dia-a-dia resultam frequentemente de transferências e transformações de energia.

Foi Galileu quem notou, pela primeira vez, que a energia se podia transformar de um tipo noutra ao observar um pêndulo oscilar para trás e para a frente, trocando altura por movimento e vice-versa.

Um corpo, uma região ou um conjunto de partículas objeto de estudo é, em termos físicos, designado por **sistema**. Tudo o que possa existir em volta do sistema que não faça parte deste é considerado **vizinhança**, sendo a **fronteira** o limite físico, real ou virtual, que separa o sistema da vizinhança. Assim, para qualquer sistema é possível definir uma energia ignorando a maior parte do Universo.

Para falarmos em transferências de energia é porque estamos a considerar pelo menos dois sistemas ou um sistema e o exterior. Sempre que a energia passa de um sistema para outro diz-se que ocorreu uma **transferência de energia**. No entanto, a energia pode manter-se no sistema mas sob outra forma diferente da inicial. Neste caso existe uma **transformação de energia**.


Enquanto cozinhamos, um fogão transforma energia elétrica em energia térmica. Esta, por sua vez, é transferida para uma panela que contém os alimentos. Podemos assim identificar dois sistemas, o fogão e a panela, entre os quais ocorre a transferência de energia.

Considerando apenas o sistema panela, as paredes são a fronteira e, dependendo se o testo está bem ou mal colocado, o sistema pode ser considerado fechado ou aberto. Será **fechado** quando o sistema troca energia mas não matéria com o exterior, e **aberto** se, para além da energia, também troca matéria.

Em termos energéticos, um sistema pode ainda ser considerado **isolado** se a sua fronteira não permite troca de energia nem de massa com o meio exterior (ou essa

troca não é significativa no intervalo de tempo considerado), sendo as garrafas termos exemplo deste tipo de sistemas.

De facto a energia manifesta-se sob as mais diversas formas mas o seu estudo por parte dos físicos não foi imediato. Numa fase inicial impunha-se a escolha de uma forma de energia para se usar como padrão permitindo a criação de uma escala numérica. Uma abordagem prática pode passar pela definição de energia tendo por base o aquecimento de água. Assim, para aumentar em 1°C a temperatura de $0,24\text{g}$ de água tem de se lhe fornecer uma certa quantidade de energia. Esse valor de energia é definido como **joule (J)**, correspondendo à unidade de energia no sistema internacional de unidades (SI).

	<p>Físico inglês que determinou, na década de 40 do séc. XIX, a quantidade de trabalho necessária para produzir uma caloria de calor (relação conhecida por equivalente mecânico de calor) encontrando, assim, a relação entre a unidade de energia joule e a unidade de calor caloria. Para isso, mediu a variação de temperatura sofrida por uma amostra de água provocada pela fricção de um sistema de pás que rodava devido à queda de um corpo. Os seus estudos contribuíram para a formulação da Lei da Conservação da Energia.</p>
James Prescott Joule (1818-1889)	<p>http://scienceworld.wolfram.com/biography/photo-credits.html#Joule</p>

Embora seja muitas vezes conveniente classificar a energia como energia química, energia nuclear, energia térmica, energia mecânica, energia elétrica ou magnética, podemos considerar apenas duas formas básicas de energia: a energia cinética e a energia potencial.

2.2. Energia Cinética

O termo utilizado para a energia associada ao movimento é **energia cinética (E_c)**, com origem da palavra grega para o movimento. Para descobrir qual a energia cinética apresentada por um determinado objeto em movimento podemos recorrer, novamente ao aquecimento da água. Por exemplo, pode disparar-se um projétil dentro de um recipiente com água e medir-se o aumento da temperatura da água em função da massa e da velocidade do projétil.

Consideremos os seguintes dados da tabela, resultantes da atividade descrita.

Tabela 1. Energia transferida para a água em função do valor da massa e da velocidade do disparo [6]

m/ kg	V/ ms^{-1}	E/ J
1,00	1,00	0,50
1,00	2,00	2,00
2,00	1,00	1,00

Analisando os valores da tabela verifica-se que a duplicação da velocidade do projétil quadruplica a sua energia, no entanto, duplicando a sua massa a energia aumenta para o dobro. Isto sugere que a energia cinética é proporcional à massa e ao quadrado da velocidade. A constante de proporcionalidade $\frac{1}{2}$ deve-se ao sistema métrico utilizado.

Então, quando a água de uma barragem cai pelas condutas até às pás da turbina adquire energia cinética. Qualquer corpo em movimento possui energia cinética e para a mesma massa, quanto maior for a velocidade maior será a quantidade de energia cinética que possui.

Para um dado objeto de massa m e velocidade v a energia cinética exprime-se por:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

Unidades no SI:

Energia cinética (E_c) – J (joule)

Massa (m) – kg (quilograma)

Velocidade (v) – ms^{-1} (metro por segundo)

2.3. Temperatura

De acordo com a teoria cinético corpuscular toda a matéria é constituída por átomos em constante movimento, sendo os gases milhares de vezes menos densos que os líquidos e os sólidos, tendo os seus átomos (ou moléculas) muito afastados entre si. Verifica-se facilmente que uma bola que é exposta a um aquecimento, não só vê a sua temperatura aumentada como tende a ficar mais dura. Não existindo entrada de ar na bola isto justifica-se pelo aumento da agitação das partículas do gás no interior da bola que chocam mais vezes com as paredes da bola aumentando a sua pressão. Isto evidencia, ainda, que existe uma relação entre a energia cinética das partículas e a temperatura do corpo. Este tipo de observações leva à conclusão que um corpo com maior temperatura se distingue de um com menor temperatura pela sua agitação corpuscular. Convém salientar que a temperatura é uma medida da “média” da energia de cada átomo (ou molécula) enquanto que a energia térmica será a quantidade total de energia associada ao objeto.

Algumas das propriedades físicas de um corpo sofrem alterações quando são sujeitas a um aquecimento ou arrefecimento. Quando aquecidos, grande parte dos sólidos e dos líquidos expande-se. Um gás também tende a expandir sujeito a aquecimento ou a aumentar a pressão em situações de volume constante. Uma propriedade física que sofre variações em virtude da alteração da temperatura é designada propriedade termométrica. Assim, sabe-se que existe uma variação da

temperatura do corpo quando uma destas propriedades sofre alteração. Com este pressuposto é possível estabelecer uma escala de temperatura utilizando propriedades termométricas.

Por exemplo, um termómetro de mercúrio é constituído por tubo capilar de vidro ligado a um reservatório que contém uma determinada quantidade de mercúrio. Em contato com um corpo a maior temperatura o mercúrio irá expandir-se conduzindo ao aumento do comprimento do líquido no tubo capilar (claro que o vidro do também se dilata, mas este efeito desprezável para a utilização comum). Colocando o termómetro num banho de gelo (em água) até se verificar um equilíbrio térmico e posteriormente se repetir o processo mas com água em ebulição, nas mesmas condições de pressão ($1atm$), será possível marcar no capilar o nível de mercúrio em cada situação. Estes dois pontos marcados, o ponto de fusão da água (L_0) e o ponto de ebulição da água (L_{100}) correspondem, respetivamente, aos zero graus e aos cem graus na escala de Celcius. Dividindo-se este intervalo em cem partes iguais, cada divisão corresponde a um grau. Esta escala pode ser extrapolada quer para baixo quer para cima daqueles limites. Se L_t for o comprimento da coluna de mercúrio para uma dada temperatura, a temperatura Celsius será expressa por:

$$t = \frac{L_t - L_0}{L_{100} - L_0} \times 100^\circ$$

Tomando como referência os pontos apresentados anteriormente, na calibração de termómetros de diferentes tipos as temperaturas de $0^\circ C$ e de $100^\circ C$ são, obviamente, coincidentes mas verificam-se ligeiras diferenças para outros valores lidos. Este facto pode ser contornado com a utilização, por exemplo, de um termómetro a gás cujas leituras são concordantes, mesmo em pontos afastadas dos de calibração, quando a densidade do gás utilizado é pequena. No limite, quando a densidade tende a zero, todos os termómetros levam ao mesmo valor de temperatura pois esta, assim medida, não depende das propriedades do gás que enche o termómetro.

Assim, termómetros a operar com baixas densidades de gás podem ser aproveitados para se definir a temperatura. Analisando o gráfico da figura 1, em que se representa a pressão de um gás em função da temperatura, verifica-se que quando a pressão é nula a temperatura é $-273,15^\circ C$. Este limite é sempre o mesmo e não depende do gás contido no termómetro sendo definido como zero na escala de temperatura de kelvin. Esta escala, também designada escala de temperatura

absoluta é independente das propriedades de qualquer substância e não apresenta limitações sobre os intervalos de temperatura em que pode ser usada.

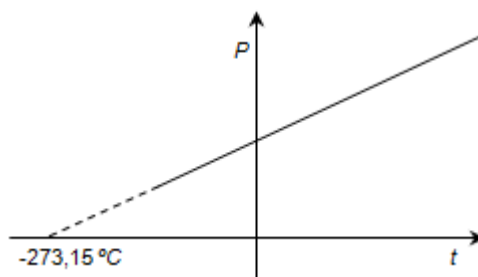


Figura 1. Gráfico da pressão em função da temperatura medida por um termómetro a gás de volume constante

Como um grau Celsius e um kelvin têm a mesma dimensão, as diferenças de temperatura nas duas escalas são coincidentes. Isto é, uma variação de temperatura de $1K$ é idêntica a uma variação de temperatura de $1^{\circ}C$. Como as duas escalas só diferem no valor escolhido como zero, para converter grau Celsius (θ) a kelvin (T) podemos usar: $T = \theta + 273,15K$.

2.4. Energia Potencial

Os eletrões na nuvem eletrónica, a água da barragem armazenada na albufeira ou uma mola esticada possuem energia potencial. Esta **energia potencial (E_p)** é uma energia associada à distância relativa entre dois objetos que constituem o sistema que se atraem mutuamente por ação de uma força ou é uma energia associada ao estado de compressão ou distensão de um objeto elástico.

No caso dos eletrões na nuvem eletrónica, a interação entre as partículas com carga elétrica origina uma **energia potencial elétrica**; no caso da água armazenada na barragem existe uma **energia potencial gravítica** que resulta da interação da água com a Terra; no caso da mola esticada a alteração da sua forma cria uma **energia potencial elástica**.

2.5. Energia Mecânica

Um sistema não tem de apresentar isoladamente energia potencial ou energia cinética podendo estas duas formas de energia existir em simultâneo. A soma da energia cinética com a energia potencial de um sistema costuma designar-se **energia mecânica (E_m)** de um sistema.

No pêndulo de Galileu, por exemplo, o balanço do pêndulo (figura 2) troca altura por movimento, e vice-versa. No ponto mais alto da sua trajetória, o pêndulo não possui velocidade mas, à medida que vai perdendo altura, vai ganhando velocidade para passar com velocidade máxima no ponto mais baixo da sua trajetória, ou seja,

na descida vai convertendo energia potencial gravítica em energia cinética para, de seguida, fazer o contrário na subida.

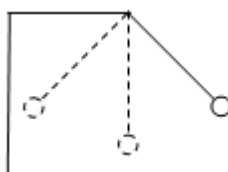


Figura 2. Pêndulo gravítico

2.6. Energia interna.

Mas se queremos falar em energia total de um sistema, para além da energia cinética e potencial, associadas à velocidade e posição do sistema macroscópico, teremos que contabilizar uma energia que tem em conta que o sistema tem “estrutura”, que é constituído microscopicamente por muitas partículas. A esta energia, que é uma propriedade do sistema, chamamos **energia interna (E_i)**. A **energia total** de um sistema corresponde à soma da energia mecânica, macroscópica, com a energia interna, microscópica:

$$E_{total} = E_m + E_i \Leftrightarrow E_{total} = E_c + E_p + E_i.$$

Também para a energia interna contribuem duas formas básicas de energia: a energia potencial interna, que resulta das várias interações entre as partículas que constituem o sistema a nível microscópico, e a energia cinética interna, associada ao movimento dessas mesmas partículas. Há grandezas macroscópicas, facilmente mensuráveis, cujo valor nos permite comparar e avaliar cada uma dessas formas de energia: a massa e a temperatura. Quanto maior a **massa (m)**, maior o número de partículas que constitui o sistema e, portanto, maior o número de interações. Consequentemente, quanto maior a massa maior a energia potencial interna. Quanto maior a **temperatura (T)**, maior a agitação das partículas e maior a energia cinética média interna dessas partículas.

Saliente-se que só é possível determinar o valor absoluto da energia interna de um gás ideal pois, num gás ideal, a energia interna é devida, exclusivamente, à energia cinética das moléculas que é dada, em função da temperatura absoluta (T), por: $E_i = E_c = \frac{3}{2}nRT$, sendo n a quantidade de gás expressa em *mol* e R a constante dos gases ideais ($8,314\text{Jmol}^{-1}\text{K}$).

3. Trabalho

São várias as situações em que a relação entre forças e movimento são facilmente identificadas, por exemplo, quando a água empurra e faz rodar as pás de uma turbina ou quando os elásticos de *bungee jumping* travam a queda de um corajoso saltador, primeiro distendendo-se e depois contraindo-se, reenviando-o para novo voo.

A aplicação de uma força num determinado sistema pode provocar:

- Variação na sua energia cinética, quando aumenta ou diminui a intensidade da sua velocidade (por exemplo, quando o elástico faz diminuir a velocidade de queda do homem);
- Variação da sua energia potencial gravítica, quando conduz a uma variação na sua posição (por exemplo, quando uma grua eleva, sem acelerar, uma carga).

Assim, podemos dizer que a aplicação de uma força pode transferir energia do sistema para o exterior ou do exterior para o sistema. Quando existe uma transferência de energia por aplicação de uma força diz-se que um trabalho é realizado pela força sobre o sistema.

Pode, assim, definir-se **trabalho (W)** como energia transferida para um ou de um sistema através da atuação de uma força sobre o sistema. Quando a energia é transferida para o sistema, o trabalho é positivo, quando a energia é transferida do sistema, o trabalho é negativo.

Não devemos confundir o sentido físico atribuído ao trabalho com o significado comum do termo trabalho. Quando, por exemplo, tentamos empurrar um objeto sem sucesso, sentimos que nos estamos a cansar devido ao esforço muscular e, portanto, a realizar “trabalho”. No entanto, sob o ponto de vista físico não existiu qualquer transferência de energia para o sistema logo não foi realizado trabalho.



Figura 3. Se não houver deslocamento dos corpos o boneco não realiza trabalho

Deste modo podemos afirmar que para uma força realizar trabalho terá de existir deslocamento do sistema.

3.1. Trabalho realizado por uma força constante

O **produto escalar (ou produto interno)** de dois vetores \vec{a} e \vec{b} , que se representa por $\vec{a} \cdot \vec{b}$ (e se lê “a ponto b” ou “a interno b”) é uma grandeza escalar que se define como o produto das normas dos dois vetores multiplicado pelo cosseno do ângulo (θ) entre os dois vetores.

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = ab \cos \theta$$

Consideremos que um corpo sofre um deslocamento ($\Delta\vec{r}$) ao longo de uma reta por ação de uma força constante (\vec{F}) que atua na direção do deslocamento (figura 4).

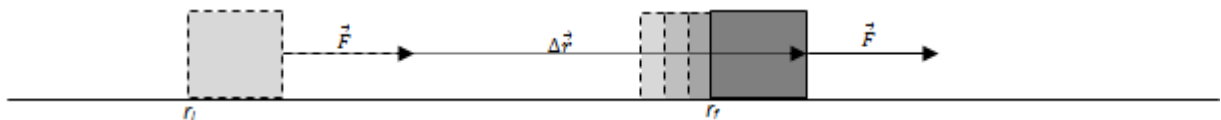


Figura 4. Corpo deslocado da posição r_i para a posição r_f por ação da força \vec{F}

O trabalho realizado pela força constante será obtido pelo produto interno dos dois vetores força e deslocamento, podendo expressar-se matematicamente por:

$$W_{\vec{F}} = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} = F\Delta r \cos 0 = F\Delta r$$

Analisemos agora o caso em que o corpo sofre igual deslocamento ($\Delta\vec{r}$) ao longo de uma reta por ação da força constante (\vec{F}) mas cuja direção apresenta um ângulo α relativamente à direção do deslocamento (figura 5).

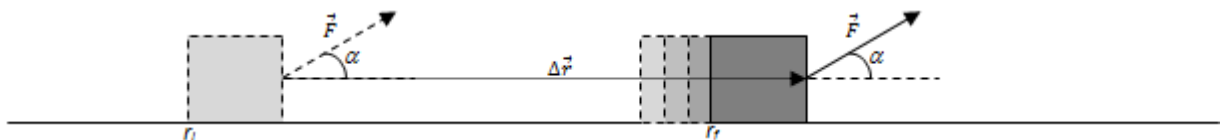


Figura 5. Corpo deslocado da posição r_i para a posição r_f por ação da força \vec{F} que apresenta um ângulo α relativamente à direção do deslocamento

O trabalho realizado pela força corresponde ao produto do valor da componente da força na direção do deslocamento ($F \cos \alpha$), componente tangencial da força, pela norma do vetor deslocamento (Δr).

$$W_{\vec{F}} = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} = F\Delta r \cos \alpha = (F \cos \alpha)\Delta r$$

Assim, o trabalho realizado por uma força constante é uma grandeza escalar que corresponde ao produto escalar dos vetores \vec{F} e $\Delta\vec{r}$, podendo expressar-se matematicamente por:

$$W_{\vec{F}} = F \cos \alpha \Delta r \quad (1)$$

Unidades no SI:

Trabalho (W) – J (joule)

Norma da força (F) – N (newton)

Norma do deslocamento (Δr) – m (metro)

Ângulo α entre as direções de \vec{F} e de $\Delta\vec{r}$

Realizar trabalho é o ato de transferir energia. Sendo o trabalho uma medida da energia transferida, a sua unidade coincide com a da energia, ou seja, o joule (J). O joule corresponde ao trabalho realizado quando uma força de 1 newton atua num objeto e o desloca um metro.

$$1J = 1Nm \text{ (expresso em função de outras unidades do SI)}$$

Partindo da expressão do trabalho (1) pode analisar-se o resultado da aplicação de algumas forças num determinado objeto em diversas situações. Considere-se então uma força constante que atua na direção do movimento do objeto. Esta pode atuar no sentido do deslocamento ou no sentido oposto ao mesmo (figura 6).

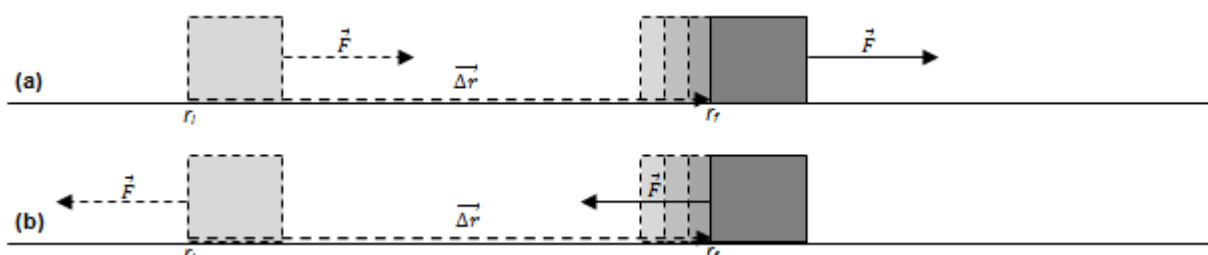


Figura 6. Corpo deslocado da posição r_i para a posição r_f com atuação de uma força \vec{F} no sentido do deslocamento (a) e no sentido contrário ao deslocamento (b)

Assim, o ângulo entre a força e o deslocamento será no primeiro caso $\alpha = 0^\circ$ e no segundo $\alpha = 180^\circ$, aos quais correspondem respetivamente os valores $\cos 0^\circ = 1$ e $\cos 180^\circ = -1$. Daqui resulta que se a força aplicada tiver o sentido do deslocamento o trabalho realizado por esta será positivo mas se a força for aplicada no sentido oposto ao deslocamento o trabalho por ela realizado é negativo.

Passando agora a uma força que atua perpendicularmente ao deslocamento figura 7 o ângulo entre os dois vetores será $\alpha = 90^\circ$ resultando $\cos 90^\circ = 0$. Pode concluir-se que para situações em que a força aplicada tem uma direção perpendicular ao deslocamento o trabalho realizado por ela é nulo.

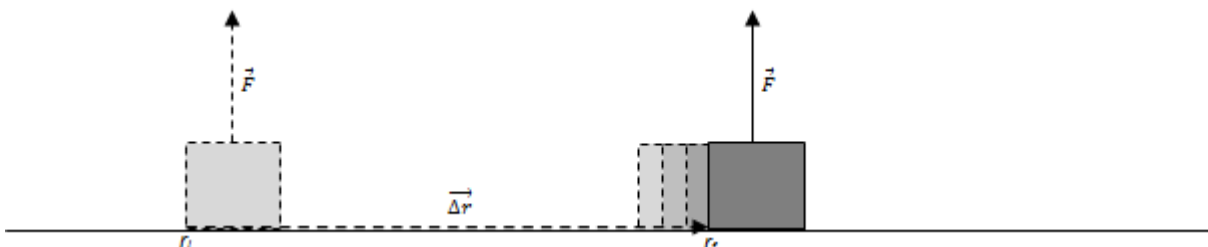


Figura 7. Corpo deslocado da posição r_i para a posição r_f com atuação de uma força \vec{F} perpendicular ao deslocamento

Perante a análise efetuada pode concluir-se que para um corpo que se move horizontalmente sobre uma superfície plana de acordo com a figura 8, o trabalho realizado pela força de atrito será negativo, o trabalho realizado pela reação normal será nulo, e o trabalho realizado pela força de tração será positivo.

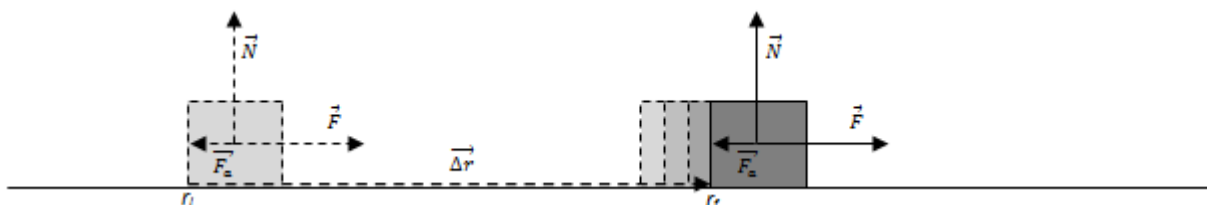


Figura 8. Corpo deslocado da posição r_i para a posição r_f com atuação da força de atrito (\vec{F}_a), reação normal (\vec{N}) e uma força de tração (\vec{F})

Em resumo, quando os ângulos entre a força aplicada e o deslocamento estão compreendidos entre: $0^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ o trabalho realizado pela força será positivo (ou potente); $90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$ o trabalho realizado pela força será negativo (ou resistente); $\alpha = 90^\circ$ o trabalho realizado pela força será nulo.

Representemos agora num gráfico a intensidade da componente tangencial da força em função da posição do corpo ao longo de uma trajetória retilínea. Considerando apenas o movimento de r_i para r_f , o trabalho efetuado pela força nesse deslocamento ($\Delta\vec{r}$) corresponderá a: $W = F_t \Delta r$, ou seja, ao valor da área que está sombreada na figura 9.

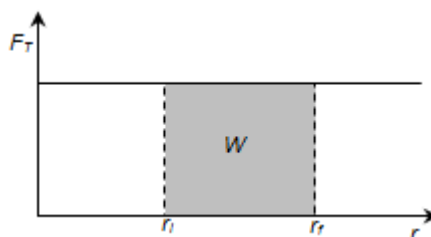


Figura 9. Gráfico da intensidade da força tangencial em função da posição para o cálculo do trabalho

3.1.1. Trabalho realizado pela força resultante

Ao longo do texto tem-se abordado o trabalho realizado por apenas uma força mas, na prática, muitas vezes existem várias forças a atuar simultaneamente no mesmo corpo.

Observemos a figura 10.

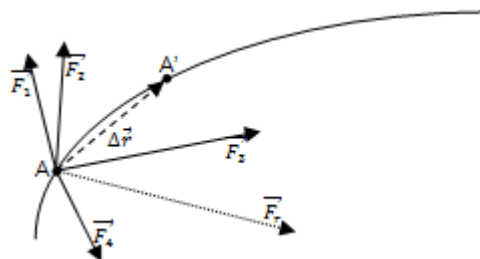


Figura 10. Sistema sujeito à atuação de várias forças num movimento entre A e A'

Apesar de se aplicarem várias forças, como estas atuam no mesmo corpo existirá apenas um deslocamento do corpo, $AA' = dr$. Assim, se o sistema está sujeito a várias forças \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 , \vec{F}_4 , o trabalho que cada uma das forças realiza será, respetivamente, $dW_1 = \vec{F}_1 \cdot d\vec{r}$, $dW_2 = \vec{F}_2 \cdot d\vec{r}$, $dW_3 = \vec{F}_3 \cdot d\vec{r}$, $dW_4 = \vec{F}_4 \cdot d\vec{r}$, e assim

por diante. Então, o trabalho total, W , realizado sobre o corpo corresponde à soma dos trabalhos infinitesimais $dW_1, dW_2, dW_3, dW_4 \dots$, que cada força realizou:

$$W = dW_1 + dW_2 + dW_3 + dW_4 + \dots$$

$$W = \vec{F}_1 \cdot d\vec{r} + \vec{F}_2 \cdot d\vec{r} + \vec{F}_3 \cdot d\vec{r} + \vec{F}_4 \cdot d\vec{r} + \dots$$

$$W = (\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + \dots) \cdot d\vec{r}$$

Mas $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + \dots$ corresponde à força resultante. Daqui se conclui que o trabalho realizado pela resultante das forças aplicadas sobre o corpo é igual à soma dos trabalhos realizado por cada uma das forças aplicadas.

$$W = \vec{F}_r \cdot d\vec{r}$$

3.2. Trabalho realizado por uma força variável

Até ao momento temos analisado o trabalho realizado por forças constantes, no entanto, as forças que atuam nos corpos não são necessariamente constantes. Consideremos, então, uma partícula que se move ao longo de uma curva C por ação de uma força variável \vec{F} de acordo com a figura seguinte.

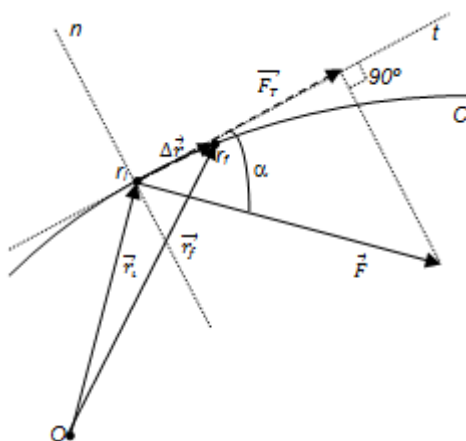


Figura 11. Movimento de uma partícula ao longo de uma curva C por ação de uma força variável \vec{F}

Podemos considerar que o deslocamento total é o resultado de vários deslocamentos parciais e assim, o trabalho realizado no deslocamento total será igual ao somatório dos trabalhos realizados em cada um dos deslocamentos parciais. No movimento de r_i para r_f efetuado num intervalo de tempo diminuto dt , o deslocamento ($d\vec{r}$) será também muito pequeno. Se o intervalo de tempo for suficientemente pequeno, pode-se admitir que, durante esse intervalo de tempo, a força se mantém constante e faz com a direção do deslocamento um ângulo também constante. Assim, o trabalho realizado nesse intervalo de tempo pode exprimir-se matematicamente por:

$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{r} \quad (2)$$

Ou seja

$$dW = F dr \cos \alpha$$

Sendo $F \cos \alpha$ o valor da componente tangencial da força ao longo da trajetória (F_T) tem-se:

$$dW = F_T dr$$

Verifica-se assim, que também no movimento curvilíneo o trabalho é igual à componente tangencial da força ao longo da trajetória, no entanto, a direção da tangente varia ao longo da trajetória.

Dividindo o percurso entre r_i e r_f em pequenos deslocamentos o trabalho realizado em cada um desses deslocamentos infinitesimais (figura 12) será também dado pela expressão (2).

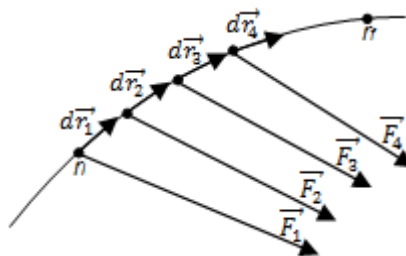


Figura 12. Movimento ao longo de uma curva, entre r_i e r_f dividido em pequenos deslocamentos

Então, o trabalho total realizado sobre a partícula será a soma de todos os trabalhos realizados nos pequenos deslocamentos, ou seja:

$$W = \vec{F}_1 \cdot d\vec{r}_1 + \vec{F}_2 \cdot d\vec{r}_2 + \vec{F}_3 \cdot d\vec{r}_3 + \vec{F}_4 \cdot d\vec{r}_4 + \dots$$

$$W = \sum_{r_i}^{r_f} \vec{F}_i \cdot d\vec{r}_i$$

Mas fazendo os pequenos deslocamentos tenderem para zero estaremos perante um integral de linha (pois é calculado ao longo de uma trajetória).

$$\lim_{dr \rightarrow 0} \sum_{r_i}^{r_f} \vec{F}_i \cdot d\vec{r}_i = \int_{r_i}^{r_f} \vec{F} \cdot d\vec{r}$$

Então, o trabalho realizado por uma força variável pode ser expresso por:

$$W = \int_{r_i}^{r_f} \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_{r_i}^{r_f} F_T dr$$

Esta análise centrou-se apenas numa situação unidimensional. Consideremos agora uma força tridimensional \vec{F} :

$$\vec{F} = \vec{F}_x + \vec{F}_y + \vec{F}_z,$$

em que \vec{F}_x, \vec{F}_y e \vec{F}_z podem ser funções das posições $x, y, e z$ respetivamente.

No caso de uma partícula que se move de uma posição inicial r_i de coordenadas (x_i, y_i, z_i) para uma posição final r_f de coordenadas (x_f, y_f, z_f) , o trabalho realizado pela força será dado por:

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F_x dx + \int_{y_i}^{y_f} F_y dy + \int_{z_i}^{z_f} F_z dz$$

Analisemos agora os gráficos da figura 13 que representam o modo como varia a componente tangencial da força (F_T) em função do deslocamento medido ao longo da trajetória (figura 13a.). Neste caso, o trabalho realizado pela força variável (\vec{F}) durante um pequeno deslocamento ($dW = F_T dr$) corresponde à área sob a faixa retangular sombreada (figura 13b.). O trabalho total W (figura 13d.) realizado pela força quando a partícula se desloca de r_i para r_f obtém-se somando as áreas de todas as faixas entre r_i e r_f . Sendo isto apenas uma aproximação à curva real de $F_T(r)$, reduzindo a largura dos retângulos (figura 13c.) e, no limite, fazendo a largura dos retângulos tender para zero teremos novamente:

$$\lim_{\Delta r \rightarrow 0} \sum_{r_i}^{r_f} \vec{F}_i \cdot d\vec{r}_i = \int_{r_i}^{r_f} \vec{F} \cdot d\vec{r}$$

Ou seja:

$$W = \int_{r_i}^{r_f} F_T dr$$

Assim, geometricamente, o trabalho é igual à área sombreada na figura 13.

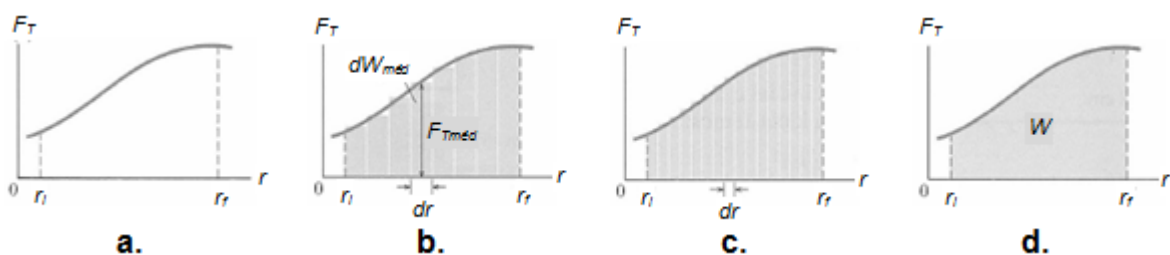


Figura 13. Gráfico da intensidade da força tangencial em função da posição para o cálculo do trabalho

3.3. Trabalho e Energia Cinética

Se o trabalho é uma medida da energia transferida de ou para um sistema ele deverá ter uma relação com a energia cinética do sistema.

De acordo com a Segunda Lei de Newton uma partícula, de massa m , sob a ação de uma força resultante constante (\vec{F}_r) não nula está sujeita a uma aceleração (\vec{a})

também constante de acordo com a expressão:

$$\vec{F}_r = m\vec{a}$$

Consideremos uma situação em que uma força constante \vec{F}_r atua sobre uma partícula de massa m que se move na direção x . Imaginando que a partícula se desloca $\Delta\vec{x}$ (de $x_i = 0$ para x_f), se a componente da força segundo o eixo x é F_x o trabalho realizado pela força resultante será:

$$W_{\vec{F}_r} = F_x\Delta x = ma_x\Delta x \quad (3)$$

Apresentando a partícula um movimento uniformemente acelerado, a sua velocidade pode ser descrita pela expressão:

$$v_f^2 = v_i^2 + 2a_x\Delta x \quad (4)$$

Então, das expressões (3) e (4) obtém-se:

$$W_{\vec{F}_r} = m \frac{v_f^2 - v_i^2}{2} = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

Isto é:

$$W_{\vec{F}_r} = E_{c_f} - E_{c_i} = \Delta E_c$$

Conclui-se, assim, que o trabalho realizado pela resultante das forças que atuam sobre uma partícula corresponde à variação da sua energia cinética. Este enunciado é conhecido como o teorema da energia cinética.

Este teorema também se verifica no caso de a força que atua no corpo ser variável. Voltando ao exemplo anteriormente analisado de aplicação de uma força variável:

$$W = \int_{r_i}^{r_f} F_T dr$$

Usando novamente expressões da dinâmica nesta equação teremos:

$$W = \int_{r_i}^{r_f} ma_T dr = \int_{r_i}^{r_f} m \frac{dv}{dt} dr = \int_{v_i}^{v_f} m \frac{dr}{dt} dv = \int_{v_i}^{v_f} mv dv = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = \Delta E_c$$

3.4. Trabalho realizado pela força gravítica

Analisemos agora o caso do trabalho realizado pela força gravítica. A Lei da Gravitação Universal de Newton diz-nos que a força gravítica resultante da atração entre corpos com massa depende diretamente do valor dessas massas e inversamente do quadrado da distância entre elas podendo expressar-se por: $F_g = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$. No entanto, considerando nesta análise apenas movimentos próximos da superfície terrestre em que a distância corresponde ao raio médio da Terra poderemos representar a força gravítica por $\vec{F}_g = m\vec{g}$ e considerar que a força

gravítica se apresenta com intensidade constante, direção vertical e sentido de cima para baixo. Neste caso, \vec{g} corresponde ao campo gravítico terrestre criado pela Terra à sua superfície sendo a sua intensidade dada por $g = G \frac{m_T}{r_T^2}$.

Analisemos as três situações representadas na figura 14.

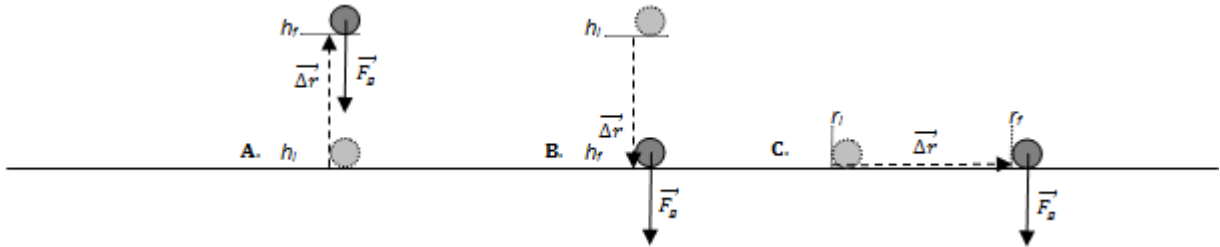


Figura 14. A. Bola a subir na vertical; B. Bola a descer na vertical; C. Bola a deslocar-se horizontalmente para a direita

Atendendo às características apresentadas para a força gravítica e considerando-a aplicada no centro de gravidade do corpo então, a força gravítica tem sentido oposto ao deslocamento quando a bola está a subir, tem o sentido do deslocamento quando a bola está a descer e é perpendicular ao deslocamento quando a bola se move na horizontal.

Trabalho realizado pela força gravítica

A.	B.	C.
Na subida:	Na descida:	Na horizontal:
$W_{\vec{F}_g} = F_g \Delta r \cos 180^\circ$	$W_{\vec{F}_g} = F_g \Delta r \cos 0^\circ$	$W_{\vec{F}_g} = F_g \Delta r \cos 90^\circ$
$W_{\vec{F}_g} = mg(h_f - h_i) \times (-1)$	$W_{\vec{F}_g} = mg(h_f - h_i) \times 1$	$W_{\vec{F}_g} = mg(h_f - h_i) \times 0$
$W_{\vec{F}_g} = -mg\Delta h$	$W_{\vec{F}_g} = mg\Delta h$	$W_{\vec{F}_g} = 0$

Aplicando a expressão (1) a cada uma das situações conclui-se que, no movimento vertical, o trabalho do peso é negativo na subida mas positivo na descida e que o mesmo é nulo no movimento horizontal. Pode ainda concluir-se que o trabalho depende apenas da diferença de alturas e por isso a altura escolhida como referência não influencia o resultado.

Consideremos agora uma bola que se desloca de i para f numa situação A, descendo um plano inclinado com uma altura h e numa situação B descendo uma escada, de acordo com a figura 15.

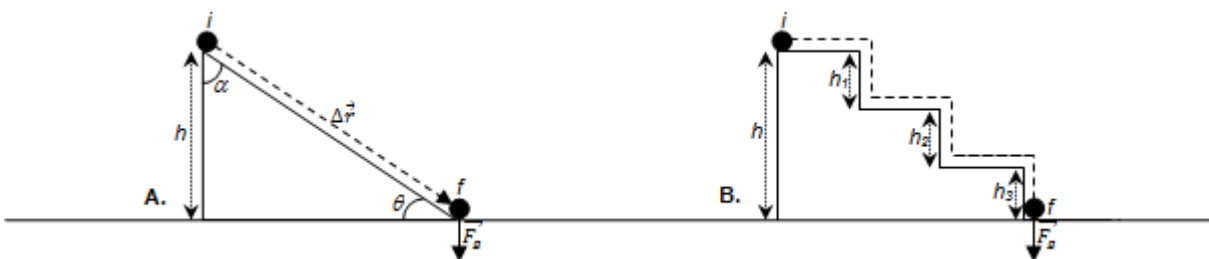


Figura 15. Bola a descer um plano inclinado (A) e uma escada (B), partindo da mesma altura inicial h

Sendo o trabalho da força gravítica $W_{\vec{F}_g} = F_g \Delta r \cos \alpha$, teremos:

Situação A

$$W_{\vec{F}_g} = mg \Delta r \cos \alpha$$

Como:

$$\alpha = 90 - \theta$$

$$W_{\vec{F}_g} = mg \Delta r \cos(90 - \theta)$$

Mas

$$\cos(90 - \theta) = \sin \theta$$

e

$$W_{\vec{F}_g} = mg \frac{h}{\sin \theta} \sin \theta$$

$$\sin \theta = \frac{h}{\Delta r} \Leftrightarrow \Delta r = \frac{h}{\sin \theta}$$

Resulta:

$$W_{\vec{F}_g} = mgh$$

Situação B

$$W_{\vec{F}_g} = W_{\vec{F}_g} \text{na horizontal} + W_{\vec{F}_g} \text{na vertical}$$

Na parte horizontal das escadas

$$\alpha = 90^\circ$$

$$W_{\vec{F}_g} = mg \Delta r \cos 90^\circ$$

$$W_{\vec{F}_g} = 0$$

$$W_{\vec{F}_g} = W_{\vec{F}_g} \text{na vertical}$$

Mas na vertical:

$$\alpha = 0^\circ$$

$$W_{\vec{F}_g} = mg \Delta r \cos 0^\circ$$

$$\Delta r = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3$$

Mas

$$W_{\vec{F}_g} = mgh \times 1$$

$$h = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3$$

Ou seja,

$$W_{\vec{F}_g} = mgh$$

Comparando os resultados verificamos que apesar da bola ter efetuado diferentes trajetórias para se deslocar de i para f o trabalho realizado pelo peso é igual em ambas as situações. Além disso, se analisássemos o percurso inverso verificávamos que o trabalho realizado seria o simétrico do valor apresentado. Assim, neste caso podemos verificar que o trabalho da força gravítica é independente do trajeto efetuado, ou seja, depende apenas da posição inicial e final e, se a trajetória for fechada, isto é iniciar e terminar na mesma posição, o trabalho realizado é nulo.

3.5. Trabalho e Energia Potencial

Uma **força** diz-se **conservativa** se o trabalho realizado pela força sobre uma partícula que se move entre duas posições for independente da trajetória efetuada entre essas posições. O trabalho realizado por uma força conservativa sobre uma partícula é nulo quando a partícula se move numa qualquer trajetória fechada, voltando à posição inicial.

Quando o trabalho realizado por uma força sobre uma partícula que se move entre duas posições depende da trajetória descrita pela partícula a **força** diz-se **não conservativa**.

Como vimos, o trabalho da força gravítica próximo da superfície da Terra é dado por:

$$W_{\vec{F}_g} = mgh$$

Quando um corpo se move verticalmente próximo da superfície da Terra, na presença do campo gravítico terrestre, a força gravítica realiza trabalho sobre o corpo. A distância relativa do corpo à Terra é alterada originando uma variação na energia potencial gravítica do corpo simétrica do trabalho realizado.

Uma vez que o trabalho realizado por qualquer força conservativa sobre uma partícula depende apenas das posições inicial e final da partícula pode definir-se uma função energia potencial em que o trabalho realizado é o simétrico da variação da energia potencial, ou seja:

$$\Delta E_p = E_{p_f} - E_{p_i} = -W_{\vec{F}_{conservativa}} = - \int_{r_i}^{r_f} F_{TConservativa} dr$$

No caso do movimento vertical sob ação da força gravítica, considerando o sentido positivo dirigido do centro da Terra para o corpo, resulta que o sinal da força gravítica é negativo, assim:

$$\Delta E_p = - \int_{r_i}^{r_f} -F_g dr = - \int_{r_i}^{r_f} -G \frac{m_T m}{r^2} dr = G m_T m \int_{r_i}^{r_f} \frac{1}{r^2} dr$$

$$\Delta E_p = -G m_T m \left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i} \right) \quad (5)$$

$$E_{p_f} - E_{p_i} = -G m_T m \left(\frac{1}{r_f} - \frac{1}{r_i} \right)$$

Sendo a escolha do ponto de referência para a energia potencial arbitrária pode escolher-se um ponto r_i infinitamente afastado da Terra em que a força gravítica exercida pela terra seja nula e, por consequência, $E_{p_i} = 0$. Daqui resulta:

$$E_{p_f} = -\frac{Gm_T m}{r_f}$$

Ou seja, a energia potencial gravítica associada a quaisquer duas partículas de massas m_1 e m_2 que se encontrem à distância r será:

$$E_p = -\frac{Gm_1 m_2}{r}$$

Desenvolvendo a expressão (5) teremos:

$$\Delta E_p = Gm_T m \left(\frac{r_f - r_i}{r_f r_i} \right)$$

Para duas posições próximas da superfície da Terra $r_f - r_i = \Delta y$ e $r_f r_i \approx r_T^2$, resultando:

$$\Delta E_p = \frac{Gm_T m}{r_T^2} \Delta y$$

$$\Delta E_p = mg \Delta y$$

$$E_{p_f} - E_{p_i} = mg(y_f - y_i)$$

Tomando como referência o ponto em que $E_{p_i} = 0$ ($y_i = 0$) teremos:

$$E_{p_f} = mgy_f$$

Ou seja:

$$E_p = mgy$$

Uma vez que y corresponde à altura em que se encontra o corpo podemos escrever:

$$E_{p_{gravítica}} = mgh$$

Assim, para movimentos próximos da superfície terrestre, pode afirmar-se que a energia potencial gravítica varia diretamente com a altura do corpo em relação a um nível de referência. Essa altura h a que se encontra o corpo é medida em relação a um nível de referência, podendo ser tão diferente como o nível médio das águas do mar ou o chão de um apartamento no 10º andar (desde que adequado ao sistema em estudo), onde se considera nula a energia potencial gravítica.

Salienta-se, contudo, que como o campo gravítico terrestre varia com a latitude e com a altitude, uma vez que depende da distância entre o corpo e a Terra, o valor só pode ser considerado constante para pequenas variações de altura.

3.6. Conservação da Energia Mecânica

Consideremos um sistema em que atuam apenas forças conservativas. Neste caso, o trabalho da resultante das forças será dado pelo trabalho realizado pelas

forças conservativas que atuam num sistema que segundo o teorema do trabalho energia corresponderá à variação da sua energia cinética.

$$W_{\vec{F}_r} = W_{\vec{F}_{conservativas}} = \Delta E_c$$

Mas como o trabalho realizado pelas forças conservativas no sistema corresponde ao simétrico da variação da sua energia potencial.

$$-\Delta E_p = \Delta E_c$$

$$\Delta E_p + \Delta E_c = 0$$

Então:

$$\Delta E_m = 0$$

Como se demonstra o trabalho realizado pelas forças conservativas não provoca dissipação de energia do sistema. Pode então enunciar-se que quando apenas atuam forças conservativas num sistema a energia mecânica do sistema mantém-se constante. Isto equivale a dizer que num sistema conservativo as variações existentes na sua energia cinética serão acompanhadas de uma variação simétrica na respetiva energia potencial.

Por exemplo, se imaginarmos uma criança num baloiço, considerando desprezáveis as forças dissipativas, podemos dizer que durante a descida a velocidade aumenta pois a energia potencial está a transformar-se em energia cinética mas quando está a subir, como a energia cinética se transforma em energia potencial, verifica-se uma diminuição da velocidade da criança.

3.7. Forças não conservativas e dissipação de energia

No ponto anterior analisamos sistemas isolados e onde apenas atuavam forças conservativas mas, na verdade, em sistemas físicos reais a presença das forças não conservativas é significativa.

Já vimos que o trabalho da resultante das forças que atuam num sistema corresponde à variação da sua energia cinética. Por outro lado, se atuarem forças conservativas e forças não conservativas o trabalho total será a soma dos trabalhos destes dois tipos de forças. Vimos, também, que o trabalho realizado pelas forças conservativas corresponde à variação da sua energia potencial. Cruzando estas informações teremos:

$$W_{\vec{F}_r} = \Delta E_c$$

$$W_{\vec{F}_{conservativas}} + W_{\vec{F}_{n\tilde{a}o\ conservativas}} = \Delta E_c$$

$$-\Delta E_p + W_{\vec{F}_{n\tilde{a}o\ conservativas}} = \Delta E_c$$

$$W_{\vec{F}_{n\tilde{a}o\ conservativas}} = \Delta E_c + \Delta E_p$$

Isto é:

$$W_{\vec{F}_{\text{n\~{a}o conservativas}}} = \Delta E_m$$

Daqui se conclui o trabalho realizado pelas forças não conservativas que atuam no sistema igual à variação da sua energia mecânica, ou seja, quando atuam forças não conservativas existe dissipação de energia, isto é, existirá variação da energia mecânica.

Quando uma criança desce num escorrega, por exemplo, verifica-se que a energia com que a mesma atinge a base do escorrega não corresponde à energia potencial com que iniciou o movimento. Isto acontece porque existiu dissipação de energia pela atuação das forças de atrito que muitas vezes é notória pelo aumento da temperatura da superfície da criança e do escorrega em contato durante a descida.

4. Calor

Há outros tipos de transferências de energia que não envolvem movimento do sistema. Por exemplo, o aquecimento da água numa cafeteira elétrica ou o arrefecimento da sopa quente, quando exposta ao ar.

No dia-a-dia constatamos que quanto maior a massa do sistema e maior a variação de temperatura que queremos provocar, maior será a quantidade de energia que terá de ser fornecida a esse sistema. Podemos também verificar que se fornecermos a mesma quantidade de energia a dois sistemas com a mesma massa, se estes forem constituídos por substâncias diferentes, as temperaturas finais serão diferentes.

Esta energia transferida designa-se por **calor (Q)** e, se não ocorrerem transições de fase no sistema e se o intervalo de temperatura durante a experiência não for muito grande (para que se possa considerar que nesse intervalo não há alteração da capacidade térmica mássica), é dada matematicamente pela expressão:

$$Q = mc\Delta T \quad (6)$$

Unidades no SI:
 Calor (Q) – J (*joule*)
 Massa (m) – kg (*quilograma*)
 Capacidade térmica mássica (c) – $Jkg^{-1}K^{-1}$
 (*joule por quilograma e kelvin*)
 Variação de temperatura (ΔT) – K (*kelvin*)

Onde m é a massa do sistema, ΔT a variação de temperatura sofrida e c corresponde à **capacidade térmica mássica** do material.

4.1. Capacidade térmica mássica

A capacidade térmica mássica, c , tem um significado físico muito preciso, corresponde à variação de energia por unidade de massa e de variação de temperatura da substância, sendo medido no SI em $Jkg^{-1}K^{-1}$. O valor da capacidade térmica mássica depende do material que constitui a amostra existindo um valor específico em cada estado físico. O valor da capacidade térmica mássica, embora seja característico da substância, varia ligeiramente com o intervalo de temperatura e com a pressão. Por exemplo, o valor da capacidade térmica mássica da água que se encontra geralmente nas tabelas, $c = 4186Jkg^{-1}K^{-1}$, é determinado para o intervalo de temperatura entre 14,5°C e 15,5°C. No entanto, estas variações são pouco significativas para pequenos intervalos de temperatura. Assim, nas

situações abordadas em seguida admite-se que, para os intervalos de temperatura considerados, a capacidade térmica dos materiais se mantém constante.

Tabela 2: Valores de capacidade térmica mássica de alguns materiais

Material	$c / J kg^{-1} K^{-1}$
Aço	460
Água	4186
Alumínio	900
Ar	993
Areia	835
Azeite	2000
Cobre	385
Corpo humano	3470
Etanol	2300
Glicerina	2420
Vidro	820

Note-se que, para além da capacidade térmica mássica ou calor específico (c), existe ainda outra grandeza física que determina a variação de temperatura de um corpo ao receber determinada quantidade de calor, a **capacidade térmica ou capacidade calorífica (C)**, cuja unidade no SI é $J kg^{-1}$. Estas duas grandezas estão relacionadas pela expressão: $C = mc$. Enquanto a capacidade térmica caracteriza o corpo em estudo, a capacidade térmica mássica caracteriza a substância que o constitui, em determinado estado físico. Assim sendo, duas amostras da mesma substância têm necessariamente a mesma capacidade térmica mássica, mas podem ter diferentes capacidades térmicas se possuem massas diferentes. Por outro lado, duas amostras de massa e substância diferentes até podem ter a mesma capacidade térmica mas têm, com certeza, capacidades térmicas mássicas diferentes.

Se o calor fornecido a um corpo for representado em função da variação de temperatura do corpo (figura 16), o resultado será uma linha reta de declive igual a mc .

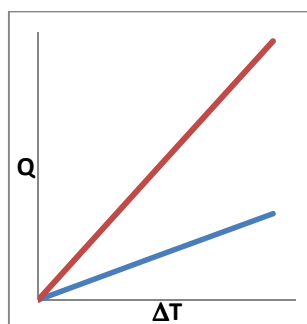


Figura 16: Esboço de um gráfico do calor em função da variação da temperatura $Q = f(\Delta T)$ para duas substâncias diferentes com a mesma massa

Para duas amostras com a mesma massa, quanto maior a capacidade térmica mássica, maior será o declive. Se $1 kg$ de cada uma dessas substâncias sofrer uma

variação de temperatura de $1K$, a variação de energia sofrida será igual ao valor da respetiva capacidade térmica mássica.

A compreensão do significado desta grandeza é também importante para se perceber alguns fenómenos do dia-a-dia. A água, por exemplo, apresenta uma capacidade térmica mássica de $4186Jkg^{-1}K^{-1}$. Esse valor significa que é necessário transferir $4186J$ de energia como calor a $1kg$ de água para provocar uma elevação de temperatura de $1K$ ou, por outro lado, é necessário remover $4186J$ de energia como calor a um $1kg$ de água para baixar $1K$ a sua temperatura.

A capacidade térmica mássica é que permite explicar por que é que no verão a areia fica escaldante e a água do mar não... Como a capacidade térmica mássica da areia é cerca de cinco vezes inferior à da água, quando a mesma massa de água e areia recebem a mesma quantidade de energia, a temperatura da areia varia cinco vezes mais do que a temperatura da água do mar.

Comparando os valores das capacidades térmicas mássicas da água ($4186Jkg^{-1}^{\circ}C^{-1}$) e do ar ($993Jkg^{-1}^{\circ}C^{-1}$) constatamos que o do ar é cerca de quatro vezes inferior ao da água.

$$\frac{c_{\text{água}}}{c_{\text{ar}}} = \frac{4186}{993} = 4,22$$

Isto significa que, para duas amostras de água e ar com a mesma massa, uma variação de energia igual provoca uma variação de temperatura quatro vezes maior no ar.

No entanto, a mesma massa de água e ar não têm o mesmo volume, uma vez que apresentam densidades diferentes. Como a densidade da água é $1kgdm^{-3}$, $1kg$ de água ocupa um volume de $1dm^3$ (que é equivalente a $1l$). Sendo a densidade do ar, em condições de pressão e temperatura normais, $1,3kgm^{-3}$, para termos a mesma massa de ar o volume ocupado será cerca de $0,8m^3$, pois:

$$v = \frac{m}{\rho} = \frac{1}{1,3} = 0,77m^3.$$

Numa situação em que a água apresenta uma temperatura superior à do ar, quando $1kg$ (ou $1dm^3$) de água diminuir $1K$ o valor da sua temperatura, a energia correspondente é suficiente para elevar $1K$ uma massa $4,22$ vezes maior, ou seja, $4,22kg$ de ar. Se cada kg de ar ocupa $0,77m^3$, essa massa corresponde a um volume de $4,22 \times 0,77 = 3,25m^3$.

Resumindo, a transferência dessa energia para o ar, daria para elevar $1K$ a temperatura de $3,25m^3$ de ar, um volume 3250 vezes superior ao da água. A água

do oceano funciona, assim, como reservatório térmico. Esta relação explica o facto de as zonas costeiras terem uma menor amplitude térmica.

Pensemos agora num sistema isolado constituído por dois corpos, A e B, a temperaturas iniciais diferentes. Se os dois corpos forem colocados em contacto, trocam entre si energia sob a forma de calor. Essa energia irá passar do corpo a temperatura superior para o corpo a temperatura inferior. Segundo o Princípio da Conservação da Energia, a energia do sistema deve permanecer constante de modo que a energia cedida pelo corpo a temperatura superior seja simétrica da energia recebida pelo corpo a temperatura inferior, até ser atingido o **equilíbrio térmico**.

$$\Delta E = 0 \Leftrightarrow \Delta E_A + \Delta E_B = 0 \Leftrightarrow \Delta E_A = -\Delta E_B$$

Note-se que independentemente das temperaturas iniciais de cada corpo, a temperatura final, atingido o equilíbrio térmico, é comum aos dois corpos, podendo ser a incógnita na relação anterior.

Se a equação (6), que permite determinar a energia que se transfere sob a forma de calor, fosse válida para qualquer intervalo de temperatura implicaria que uma variação de temperatura fosse sempre acompanhada de uma variação de energia. No entanto, uma variação de energia não implica necessariamente uma variação de temperatura! Quando uma substância muda de estado físico há variação de energia sem que esta seja acompanhada de uma variação de temperatura (figura 17), por exemplo, enquanto o gelo funde a sua temperatura mantém-se nos 0°C (figura 18).

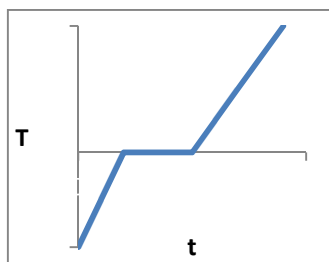


Figura 17: Esboço de um gráfico da variação de temperatura em função do tempo $T = f(t)$ para a água, desde que foi retirada de um congelador (estado sólido) até atingir a temperatura ambiente

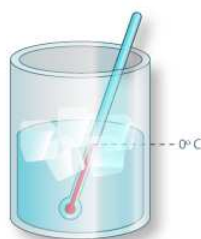


Figura 18: A temperatura da mistura água com gelo mantém-se nos 0°C até todo o gelo fundir

Este fenómeno é facilmente compreendido se pensarmos que a mudança de estado físico implica alterações nas ligações entre as partículas que constituem a

substância, ou seja, uma variação na energia potencial interna que não se traduz numa variação de temperatura. A energia a transferir sob a forma de calor, para que uma amostra mude de estado físico, é diretamente proporcional à massa de substância e à energia necessária por unidade de massa para a ocorrência dessa transformação física, de acordo com a expressão:

$$Q = m \times \Delta H$$

Unidades no SI:
 Calor (Q) – J (joule)
 Massa (m) – kg (quilograma)
 Entalpia ou calor latente (ΔH ou L) – Jkg^{-1}
 (joule por quilograma)

A energia envolvida na mudança de estado físico designa-se **entalpia ou calor latente (ΔH ou L)** e apresenta valores característicos para cada substância e cada transição que para os materiais mais comuns se podem encontrar em tabelas. Por exemplo, o calor latente de fusão da água é $334Jkg^{-1}$ o que significa que é necessário fornecer $334J$ de energia a cada kg de água no estado sólido (gelo) para que esta passe ao estado líquido.

Quando uma substância muda de estado físico, a energia sob a forma de calor que é necessário fornecer à substância é tanto maior quanto maior a sua massa e quanto maior a **entalpia de fusão ou o calor latente de fusão** (se a substância muda do estado sólido para o estado líquido) ou a **entalpia de vaporização ou o calor latente de vaporização** (se a substância muda do estado líquido para o estado gasoso).

4.2. Mecanismos de transferência de calor: Condução e Convecção

O modo como ocorre a transferência de energia sob a forma de calor não é igual em todos os sistemas. Assim, a energia transferida sob a forma de calor pode efetuar-se por dois processos diferentes: a condução e a convecção.

4.2.1. Condução

A **condução** deve-se às interações entre partículas a temperaturas diferentes. Quanto mais elevada for a temperatura maior a energia cinética média das partículas, ou seja, maior a sua agitação. Quando estas partículas estão em contacto com outras mais lentas tendem a transferir parte da sua energia para essas sem que, contudo, haja movimentos perceptíveis macroscopicamente. Este processo pode ocorrer entre dois materiais em contacto e que apresentem diferentes

temperaturas ou num único material cuja temperatura não seja igual em toda a sua extensão, independentemente do estado físico (sólido, líquido ou gasoso) do(s) material(ais).



Figura 19: Condução de calor: (A) Entre a resistência elétrica de um jarro elétrico e a água; (B) Ao longo de uma colher metálica mergulhada numa sopa quente

4.2.2. Convecção

No caso de fluidos (líquidos e gases) a transferência de energia como calor pode fazer-se, para além da condução, por **convecção**.



Figura 20: Exemplo das correntes de convecção no aquecimento de água

Quando ligamos um aquecedor numa sala, o ar junto à resistência aquece e torna-se menos denso (expande apresentando menor massa por unidade de volume, motivo pelo qual no dia-a-dia se diz que o ar “quente” é mais leve) que o ar “frio” em cima, junto ao teto. Assim, o ar “quente” (de maior temperatura e menor densidade) sobe e é substituído por uma porção semelhante de ar “frio” (de menor temperatura e maior densidade) criando-se movimentos de ar “quente” ascendente e ar “frio” descendente, designados de correntes de convecção. Simultaneamente, o ar “quente”, a subir, entra em contacto com o ar “frio” e arrefece enquanto este aquece.

Por exemplo, as cafeteiras elétricas possuem a resistência no fundo para que a água também possa aquecer por convecção. Se estivesse em cima só aqueceria por condução sendo o processo menos eficiente.

Para além disso, se aproximarmos a mão da chama de uma vela, por cima ou lateralmente o efeito é diferente... Como o ar “quente” sobe segundo o eixo da vela

e é substituído por ar “frio” pelos lados da mesma, sentimos uma temperatura muito mais elevada sobre a chama!

Assim, nos fluidos, as correntes de convecção transferem muito mais eficazmente o calor que a condução, enquanto nos sólidos apenas ocorre condução.

A convecção faz parte de muitos processos naturais, sendo fundamental no sistema climático da Terra, explicando também a existência de brisas marítimas e brisas terrestres. Durante o dia a temperatura em terra aumenta mais rapidamente do que no mar. Assim, o ar “quente” sobre a terra tende a subir e é substituído por ar “frio” proveniente do mar, originando uma brisa marítima. À noite ocorre o fenómeno inverso, o mar arrefece mais lentamente do que a superfície terrestre. Neste caso é o ar sobre o mar que tende a subir pois é mais “quente” do que o ar sobre a terra, originando uma brisa terrestre. Estas correntes são usadas pelos pilotos de asa delta para se manterem mais tempo no ar.

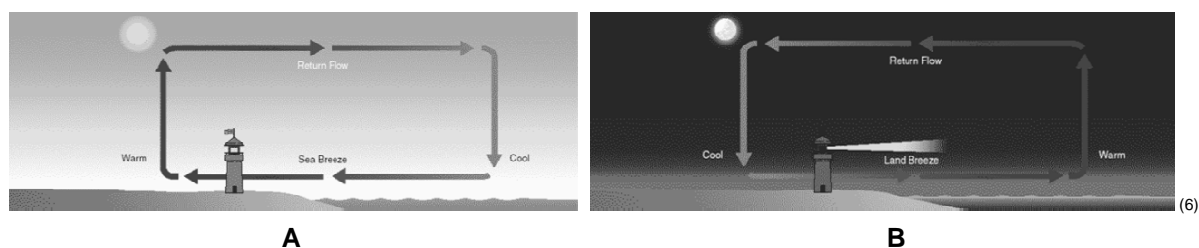


Figura 21: Exemplo da brisa marítima (A) e da brisa terrestre (B)

Em suma, o processo de **condução** de energia sob a forma de calor ocorre devido à transferência de energia das partículas mais agitadas (a maior temperatura) para as mais lentas (a menor temperatura), sem transporte de matéria, enquanto que a **convecção** é o mecanismo de transferência de energia como calor que ocorre em fluidos (líquidos e gases) acompanhado de movimentos do próprio fluído que são designados de correntes de convecção.

4.3. **Materiais condutores e isoladores do calor. Condutividade térmica**

Já sabemos como determinara energia transferida sob a forma de calor, por condução, entre diferentes sistemas. Mas, como se poderá determinar a energia transferida sob a forma de calor, por condução, através de um material?

4.3.1. **Bons e maus condutores de calor**

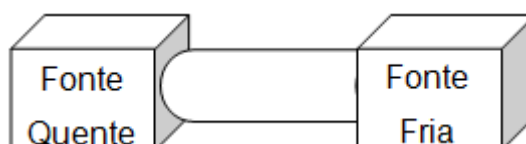


Figura 22: Condução de calor através de um material

Se, como mostra a figura anterior, um cilindro de área de base A e comprimento L estiver em contacto, através das suas extremidades, com uma “fonte quente” à temperatura T_Q e uma “fonte fria” à temperatura T_F , que mantêm a temperatura nessas extremidades constante, a **taxa temporal de transferência de energia, sob a forma de calor, por condução** será dada por:

$$\frac{Q}{\Delta t} = k \times A \times \frac{T_Q - T_F}{L}$$

Unidades no SI:

Calor (Q) – J (joule)

Intervalo de tempo (Δt) – s (segundo)

Condutividade térmica (k) – $Wm^{-1}K^{-1}$ (watt por metro kelvin)

Área (A) – m^2 (metro quadrado)

Temperatura da “fonte quente” (T_Q) – K (kelvin)

Temperatura da “fonte fria” (T_F) – K (kelvin)

Espessura (L) – m (metro)

Note-se que fonte de calor (ou reservatório de calor) é um sistema em equilíbrio interno, com uma temperatura bem definida, que interage com outros trocando energia apenas sob a forma de calor. Uma fonte quente fornece energia sob a forma de calor aos outros sistemas enquanto uma fonte fria recebe energia dos outros sistemas.

A taxa temporal de transferência de energia, sob a forma de calor, por condução que flui através de um material é inversamente proporcional à sua espessura e diretamente proporcional à área transversal e à variação de temperatura nas suas extremidades. A constante de proporcionalidade é a condutividade térmica.

A **condutividade térmica, k** , é uma constante que depende do material de que é feito o corpo sendo, portanto, uma propriedade do mesmo.

Tabela 3: Valores de condutividade térmica de alguns materiais

Material	$k / Wm^{-1}K^{-1}$
Aço inox	14
Água	0,58
Alumínio	235
Ar	0,026
Betão	0,1
Cobre	401
Espuma de poliuretano	0,025
Lã de vidro	0,048
Madeira (pinho)	0,11
Prata	428
Vidro	1,0

Quando se diz que a condutividade térmica do cobre é $401Wm^{-1}K^{-1}$ quer-se dizer que entre os extremos de uma barra de cobre com $1m$ de comprimento e $1m^2$

de secção, transferem-se $80J$ de energia em cada segundo quando a diferença de temperatura entre os extremos da barra for de $1K$ (ou $1^\circ C$).

Nos líquidos a condutividade térmica é inferior à dos sólidos metálicos. E nos gases a condutividade térmica é ainda menor, uma vez que as partículas dos gases estão muito afastadas umas das outras, comparativamente com as dos líquidos e as dos sólidos.

Note-se que como a maior parte dos materiais usados em construção civil apresentam espessuras definidas costuma definir-se a grandeza coeficiente de condutividade térmica, U , como sendo o quociente $\frac{k}{L}$ para simplificação dos cálculos da taxa temporal de calor ou para avaliar a capacidade de isolamento térmico dos materiais. É medido no SI em $Wm^{-2}K^{-1}$ e quanto menor o seu valor maior a capacidade de isolamento térmico do material.

Ainda que se trate de um mesmo objeto, a quantidade de energia que se transfere por unidade de tempo ao longo do mesmo pode não ser sempre igual. Vejamos as figuras 23 e 24. Na primeira situação o paralelepípedo está sujeito a uma diferença de temperatura nas suas extremidades laterais enquanto na segunda imagem a diferença de temperatura é aplicada nas extremidades superior e inferior. Assim, na figura de cima a condução de calor dá-se ao longo do comprimento do paralelepípedo, no entanto, na figura de baixo a condução ocorre ao longo da sua altura. Se a diferença de temperatura nas extremidades for igual nas duas situações a taxa temporal de transferência de energia será maior no segundo caso, pois apresenta uma maior área e uma menor espessura.

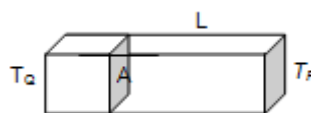


Figura 23: O calor flui do lado esquerdo do paralelepípedo para o lado direito

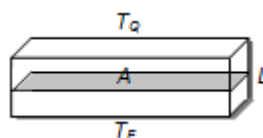


Figura 24: O calor flui da parte de cima do paralelepípedo para a parte de baixo

Um material que transfere facilmente energia por condução é um bom condutor de calor ou **condutor térmico** e tem um elevado valor de condutividade térmica. Um material com condutividade térmica baixa é mau condutor de calor ou **isolador térmico**. De acordo com os valores da tabela 3, a prata e a madeira são exemplos de um bom condutor térmico e de um bom isolador térmico, respetivamente.

Dizer apenas que se trata de um bom condutor, em vez de um bom condutor térmico, não é suficiente pois, por exemplo, os metais, são simultaneamente bons condutores térmicos e bons condutores elétricos. Mas o diamante, embora apresente baixa condutividade elétrica, tem uma condutividade térmica ainda maior que a prata, logo é um mau condutor elétrico mas um bom condutor térmico. Como a maioria dos cristais apresenta baixa condutividade térmica esta propriedade é, inclusive, usada para distinguir os diamantes verdadeiros das imitações.

Uma manifestação do efeito da diferente condutividade em dois materiais pode ser observada quando se coloca uma folha de papel enrolada, metade sobre um cilindro metálico e outra metade sobre um cilindro de madeira, e se faz passar uma chama no papel. A parte sobre a madeira inflama primeiro uma vez que o metal afasta mais rapidamente o calor do papel impedindo que se atinja a temperatura a que se inicia a combustão.

A condutividade térmica dos materiais é que permite explicar as diferentes sensações que os nossos pés descalços podem sentir. Quando a nossa pele está em contacto com um metal ou com madeira, ainda que ambos se encontrem à mesma temperatura, se esta for inferior à temperatura do nosso corpo, o metal parece mais frio porque, como tem maior condutividade térmica, retira mais rapidamente a energia sob a forma de calor da nossa pele.

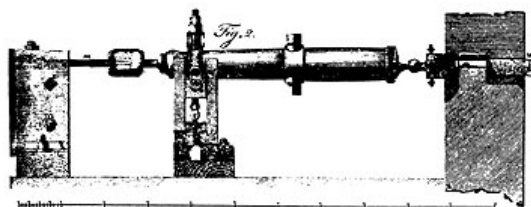
Observando, ainda, com mais cuidado os valores presentes na tabela 3 podemos constatar que a condutividade térmica do ar é muito baixa. Assim, é fácil entender por que é que só é possível aquecer eficazmente uma sala transferindo energia sob a forma de calor por convecção.

4.4. Primeira Lei da Termodinâmica

Durante muito tempo pensou-se que o calor era uma espécie de fluído que passava dos corpos “mais quentes” para os “corpos mais frios”. Havia até uma unidade especial para medir esta forma de transferência de energia, a caloria, definida como a quantidade de calor necessária para fazer aumentar a temperatura de 1g de água de 14,5°C para 15,5°C.

Foi Rumford, no final do séc. XVIII, quem primeiro notou uma relação entre calor e trabalho. Na qualidade de ministro da guerra em Munique, enquanto supervisionava a produção de canhões verificou que a rosca perfuradora, movida por cavalos, fazia aquecer consideravelmente a limalha de ferro e que era preciso uma grande quantidade de água para arrefecer o canhão. Este facto veio demonstrar que através

da fricção resultante do movimento era possível aquecer água, não sendo necessário o contacto com uma chama ou com um corpo com maior temperatura como era suposto até então. Assim, constatou-se que é possível aumentar a energia interna da água quer transferindo energia sob a forma de calor quer sob a forma de trabalho, sugerindo a existência de uma relação entre trabalho e calor.

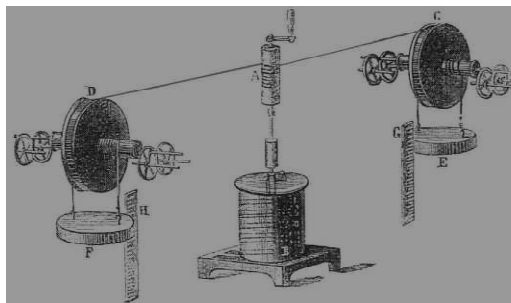


(7)

Figura 25: Esquema da construção do canhão de Thompson

	<p>Físico e inventor britânico nascido na América, mas que emigrou para a Europa porque durante a Guerra da Independência dos EUA tomou o partido dos ingleses. Fundador da Royal Institution. O trabalho científico fez sempre parte das suas atividades e foi em Munique, com o cargo de ministro da guerra, que fez a sua maior contribuição à física. Ao verificar que era preciso uma grande quantidade de água para arrefecer as brocas que perfuravam os canhões constatou que era possível aquecer água sem fogo, através da fricção, contrariando a teoria do calórico ("um corpo mais quente tinha mais calórico do que um corpo mais frio, transferindo-se calórico do corpo mais quente para o mais frio"). Aplicou, ainda, os seus conhecimentos sobre calor para melhorar a estrutura das lareiras domésticas e chaminés de forma a melhor refletirem o calor, aquecendo mais eficazmente as salas, e eliminar o fumo.</p> <p>http://scienceworld.wolfram.com/biography/Rumford.html</p>
<p>Conde de Rumford, Benjamin Thompson (1753-1814)</p>	

Mais tarde, em meados do séc. XIX, Joule realizou várias experiências para demonstrar essa equivalência entre calor e trabalho. Numa delas colocou uma certa quantidade de água à temperatura de 14,5°C num recipiente isolado. Colocou, ainda, um conjunto de pesos que, enquanto caíam, faziam girar uma roda com pás no interior do recipiente, através de um sistema de roldanas.



(8)

Figura 26: Esquema da experiência de Joule para determinação do "equivalente mecânico de calor"

Os resultados obtidos permitiram constatar que a água aquecia à medida que as pás iam rodando. Medindo o trabalho realizado sobre a água e a temperatura final encontrou o "equivalente mecânico de calor", isto é, determinou a energia, sob a

forma de trabalho, que é necessário fornecer à água para que tudo se passe como se a água tivesse sido aquecida num fogão. Encontrou, assim, a relação entre a unidade de calor (a caloria) e a unidade de trabalho (o joule):

$$1\text{cal} = 4,186\text{J}$$

Esta experiência mostra que a água no fim fica com mais energia interna (e não com mais calor como por vezes se diz) e que é indiferente a forma como essa energia foi transferida: como calor, trabalho ou, ainda, radiação. Por outras palavras, a energia interna depende apenas do estado em que o sistema se encontra e não da forma como esse estado foi atingido.

A **Primeira Lei da Termodinâmica** resume, exatamente, estas observações quando diz que, numa transformação entre dois estados, a variação de energia interna de um sistema é igual à soma do trabalho realizado sobre o sistema, do calor transferido para o sistema e da radiação absorvida pelo sistema.

$$\Delta E_i = W + Q + R$$

Unidades no SI:
 Variação da Energia Interna (ΔE_i) – J (joule)
 Trabalho (W) – J (joule)
 Calor (Q) – J (joule)
 Radiação (R) – J (joule)

Esta lei está perfeitamente de acordo com a lei da conservação da energia. Se a soma do trabalho, calor e radiação transferidos for nula estamos no caso de um sistema isolado em que não há trocas com o exterior e a energia interna do sistema se mantém. Se essa soma não for nula teremos o caso do sistema não isolado em que a energia sob a forma de trabalho, calor e/ou radiação se transforma em energia interna ou vice-versa mantendo-se, contudo, a soma da energia do sistema com a vizinhança (universo) constante.

Por convenção, considera-se positivo o trabalho realizado sobre o sistema, o calor transferido para o sistema ou a radiação absorvida pelo sistema, sendo negativo se o trabalho for realizado pelo sistema, o calor transferido do sistema ou a radiação emitida pelo sistema (figura 27).

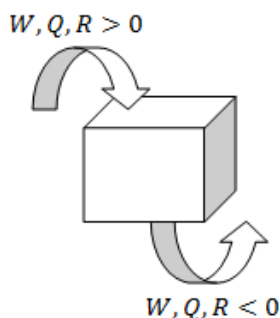


Figura 27: Variação da energia interna e Balanços energéticos em sistemas termodinâmicos

Embora seja difícil, ou mesmo impossível, quantificar a energia interna de um sistema real, é muito mais fácil medir as variações da energia interna que ocorrem durante um dado processo. Medindo as trocas de energia com o meio exterior e aplicando a primeira lei da termodinâmica, é possível determinar a variação da energia interna. Há alguns casos particulares, sistemas gasosos onde a realização de trabalho pode fazer variar a energia interna do sistema e em que as trocas de energia sob a forma de radiação são desprezáveis, que importam abordar. Assim, nas análises que se seguem irão considerar-se apenas sistemas gasosos.

Num **processo adiabático**, em que não ocorrem transferências de calor com o exterior, a energia interna do sistema aumenta se for realizado trabalho sobre o sistema ou diminui se o sistema realizar trabalho sobre o exterior (figura 28A). É o caso, por exemplo, que acontece quando se enche o pneu de uma bicicleta com uma bomba (figura 28B). Se o bombeamento for suficientemente rápido, podemos desprezar as trocas de calor com a atmosfera que ocorrem durante o processo, nesse caso o sistema aquece devido à realização de trabalho sobre ele.

$$\text{Adiabático} \Rightarrow Q = 0 \Rightarrow \Delta E_i = W$$

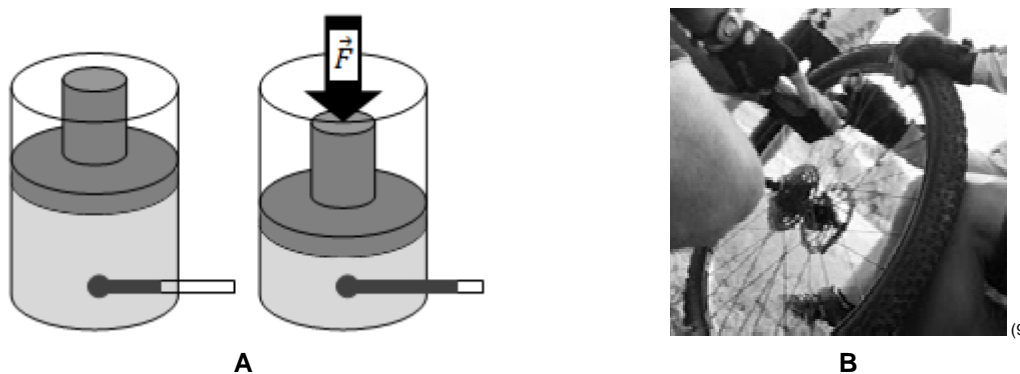


Figura 28: Esquema (A) e exemplo (B) de um processo adiabático

Num **processo isocórico**, isto é, que ocorre a volume constante, em que não é possível a realização de trabalho sobre ou pelo sistema, a energia interna do sistema aumenta se receber energia sob a forma calor ou diminui se libertar energia como calor para o meio exterior (figura 29A). Um exemplo comum de um sistema isocórico é uma panela de pressão (figura 29B) onde as variações de volume não são possíveis (exceto quando a pressão é demasiado elevada e se liberta vapor pela válvula de segurança). Para variar a energia interna do conteúdo da panela teremos que lhe fornecer energia sob a forma de calor através, por exemplo, da chama do fogão a gás.

$$\text{Isocórico} \Rightarrow V = \text{constante, logo } W = 0 \Rightarrow \Delta E_i = Q$$

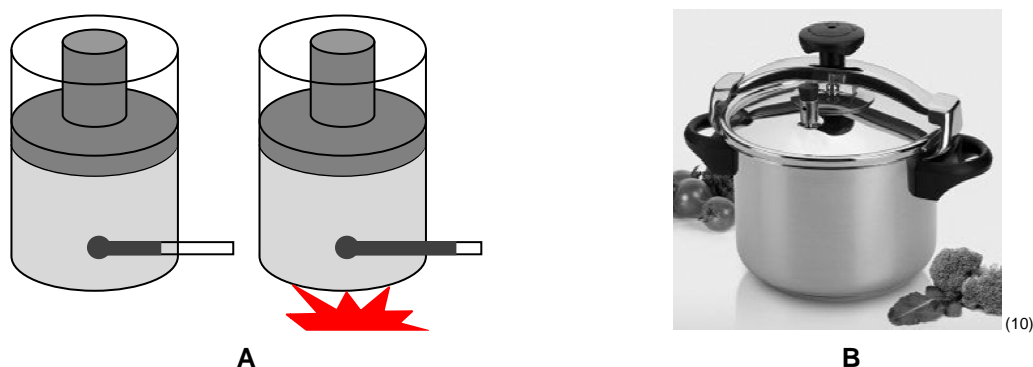


Figura 29: Esquema (A) e exemplo (B) de um processo isocórico

Num **processo isotérmico**, que é aquele que acontece tão lentamente que mantém a temperatura do sistema constante, a variação da energia interna do sistema é nula logo o calor recebido pelo sistema é simétrico do trabalho realizado pelo sistema ou vice-versa (figura 30A). É o que acontece, por exemplo, ao líquido que vai ser injetado através de uma seringa (figura 30B). Como o líquido é injetado muito lentamente mantém a temperatura devido ao equilíbrio térmico com o meio exterior e, portanto, toda a energia sob a forma de trabalho que é realizado sobre o sistema é libertada sob a forma de calor.

$$\text{Isotérmico} \Rightarrow T = \text{constante, logo } \Delta E_i = 0 \Rightarrow Q = -W$$

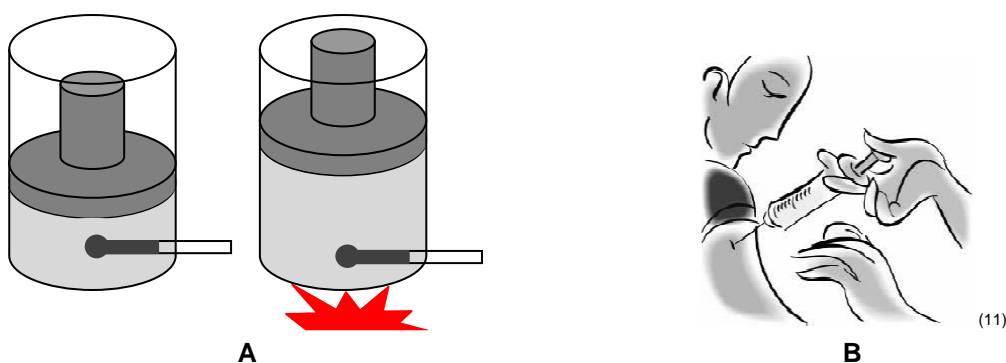


Figura 30: Esquema (A) e exemplo (B) de um processo isotérmico

Num **processo isobárico**, isto é, que ocorre a pressão constante, o sistema pode trocar energia sob a forma de calor ou de trabalho.

Em processos adiabáticos simples é fácil calcular o trabalho realizado em função da pressão a que ocorre o processo e da diferença de volumes final e inicial. Consideremos um cilindro como o da figura 31, em que se encontra um gás perfeito, sujeito a uma pressão p . Se aquecermos o gás encerrado no interior de um cilindro com um êmbolo ele expande para manter a pressão interior igual à pressão atmosférica. Durante a expansão ocorre uma variação de volume.

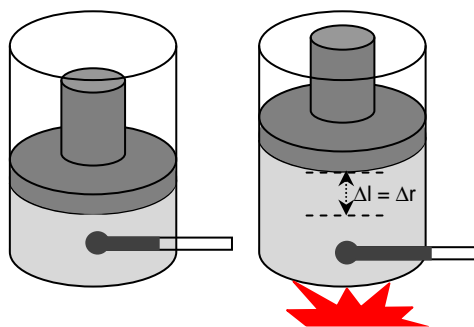


Figura 31: Expansão de um gás no interior de um cilindro

O trabalho é dado por $W = F \times \Delta r$ e, sendo a pressão que o gás exerce no êmbolo igual à força por unidade de área, então $F = p \times A$, logo $W = p \times A \times \Delta r$. Contudo, o produto da área pelo deslocamento, que coincide com o comprimento que o êmbolo se deslocou, corresponde à variação de volume do gás durante o processo, logo $W = p \times \Delta V$. Atendendo a que a convenção de sinais considera o trabalho positivo quando é realizado sobre o sistema e negativo quando o sistema o realiza sobre o exterior, a expressão anterior tem o aspeto final $W = -p \times \Delta V$.

O trabalho realizado pela força que o gás faz no êmbolo é dado pelo simétrico do produto da pressão pela variação de volume.

$$W = -p \times \Delta V$$

Unidades no SI:
Trabalho (W) – J (joule)
Pressão (p) – Pa (pascal)
Variação de volume (ΔV) – m^3 (metro cúbico)

Desta forma, numa expansão, como é o caso, a variação de volume é positiva logo o trabalho final será negativo, o que é correto uma vez que o trabalho é realizado sobre o exterior. Numa compressão, a variação de volume é negativa e o trabalho final será positivo, o que está de acordo com o facto de o trabalho ser realizado sobre o sistema.

$$\textit{Isobárico} \Rightarrow p = \textit{constante} \Rightarrow \Delta E_i = W + Q \quad \textit{onde} \quad W = -p \times \Delta V$$

Um processo isobárico pode ser visualizado e entendido numa experiência simples (figura 32). Se colocamos um balão num banho de água quente veremos o volume do balão aumentar. O banho de água quente transfere energia sob a forma de calor para o sistema aumentando a energia cinética interna do sistema. Com consequência do maior número de choque nas paredes do balão haverá um aumento da pressão interior. Assim, para manter a pressão interior igual à pressão atmosférica, o sistema realiza trabalho sobre o exterior expandindo. Pelo contrário se o balão for colocado num banho de água fria existirá uma diminuição da sua agitação corpuscular devido à transferência de energia como calor para o exterior

que conduz a uma diminuição da pressão. Neste caso, para manter a pressão interior igual à pressão atmosférica, o exterior realiza trabalho sobre o sistema comprimindo-o.

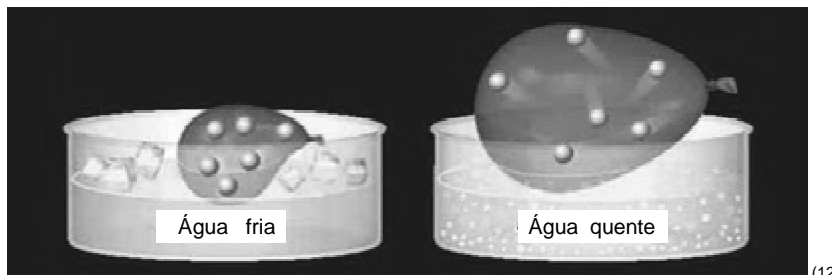


Figura 32: Exemplo de um processo isobárico

4.5. Degradação de energia: Segunda Lei da Termodinâmica

Tal como já foi visto, quando colocamos dois sistemas A e B, com temperaturas diferentes em contacto, o sistema a temperatura superior transfere energia para o sistema a temperatura inferior até ser atingido o equilíbrio térmico. Se o conjunto se mantiver isolado, a energia total não varia durante o processo, confirmando-se o Princípio da Conservação da Energia. Então, por que é que não acontece o inverso? Por que é que a energia não se transfere do sistema a temperatura inferior para o sistema a temperatura superior, aumentando mais a diferença de temperatura entre os sistemas, se a energia total se conservaria também nessa situação? Ou então, por que é que, depois de atingido o equilíbrio térmico, não conseguimos voltar a ter um sistema com temperatura superior ao outro?

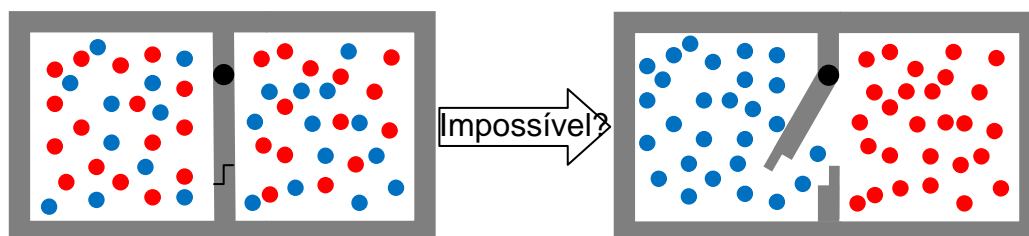


Figura 33: A transferência de energia sob a forma de calor se dá sempre no mesmo sentido, do mais quente para o mais frio até atingir o equilíbrio. O processo inverso não ocorre espontaneamente.

Apesar de não se violar o Princípio Universal da Conservação da Energia, trata-se de um processo espontâneo que ocorre num sentido e não no outro, ou seja, é irreversível. Da mesma maneira, segundo a experiência de Joule, a queda das massas é capaz de aumentar a temperatura da água, mas não é de esperar que o contrário ocorra espontaneamente, isto é, que a água arrefeça para elevar novamente as massas.

Há, no entanto, uma constância nestes processos irreversíveis, eles ocorrem sempre no sentido do aumento da “desordem”. Por exemplo, se tivermos um balão com hélio no interior de uma sala e, de seguida deixarmos escapar o hélio do balão,

a desordem aumenta. As partículas de hélio, inicialmente confinadas ao interior do balão, passam a ocupar todo o volume da sala misturando-se com as restantes partículas de ar... O estado final é, portanto, mais desorganizado!

A grandeza física que permite avaliar a “desordem” das partículas que constituem o sistema é a **entropia (S)**, medida no SI em JK^{-1} .

Assim, não são as mudanças de energia num sistema fechado que determinam o sentido dos processos irreversíveis, mas sim o aumento de entropia. Esta afirmação pode deduzir-se de um enunciado mais geral, conhecido como a **Segunda Lei da Termodinâmica**, que diz que, num sistema fechado a entropia do sistema aumenta para processos irreversíveis e permanece constante para processos reversíveis.

Na maioria das vezes os avanços tecnológicos surgem após a evolução do conhecimento científico, por exemplo, a comunicação a longas distâncias só foi possível depois de conhecidas as leis de Maxwell e da criação da antena de Hertz. No entanto, no caso da termodinâmica aconteceu o contrário... Foi o estudo e o aperfeiçoamento da máquina térmica que deu origem à segunda lei da termodinâmica.

A segunda lei da termodinâmica permite, então, distinguir o antes e o depois, o passado e o futuro, indica-nos o sentido do tempo. Se temos um recipiente com pipocas e um recipiente com milho sabemos perfeitamente que primeiro existia o milho que depois originou as pipocas (figura 34).

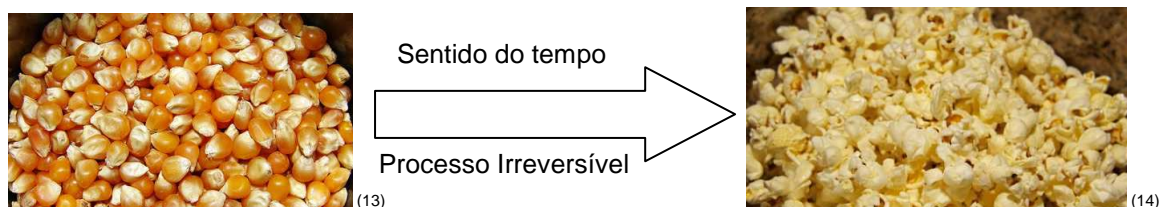


Figura 34: O sentido do tempo em processos espontâneos é sempre o sentido do aumento da entropia

Se pensarmos agora em toda a organização necessária à vida podemos ficar com a ideia de que os seres vivos violam a segunda lei da termodinâmica uma vez que a estrutura dos seres vivos é extremamente organizada e só tende para a desordem após a sua morte. Porém, um organismo vivo não é isolado e só pode ficar cada vez mais organizado à custa da energia e do aumento da entropia do exterior. Assim, os seres vivos diminuem a sua entropia à custa do aumento da entropia do exterior, de forma que a entropia total do universo nunca diminua.

Do ponto de vista energético, toda a energia existente na terra provém do Sol: a produção de energia hidroelétrica é possível devido ao ciclo da água, a energia eólica é possível devido às diferentes temperaturas das massas de ar, o petróleo é

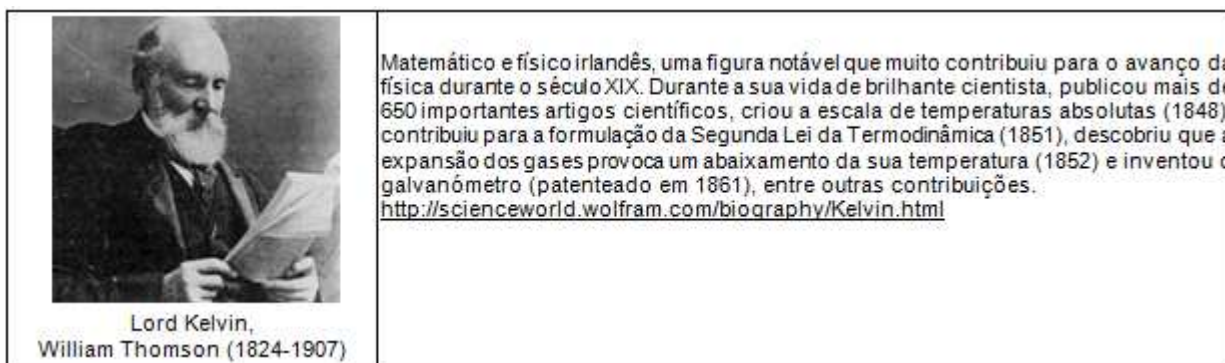
possível devido à decomposição de matéria orgânica que cresceu com o Sol... Em todos estes processos a energia solar transforma-se noutras formas de energia e estas, por sua vez, transformar-se-ão noutras. Enquanto a Primeira Lei da Termodinâmica diz que a energia é conservada nesses processos, a Segunda Lei da Termodinâmica diz que essas transformações são irreversíveis e como tal a energia útil é cada vez menor. Então, há situações que simplesmente nunca poderão existir. A água que foi aquecida com uma resistência elétrica, enquanto arrefece não faz passar corrente elétrica na resistência. A energia conserva-se, mas degrada-se. Os processos que ocorrem espontaneamente na natureza levam a uma diminuição da energia útil do universo.

4.5.1. Rendimento

Segundo a Primeira Lei da Termodinâmica, deveria ser possível, num sistema isolado, transformar integralmente energia sob a forma de trabalho em calor, ou sob a forma de calor em trabalho. Mas a verdade é que apenas a primeira é possível! Um corpo pode ser sempre aquecido por fricção, independentemente da sua temperatura, recebendo energia sob a forma de calor que é igual ao trabalho realizado. No entanto, não é possível extrair energia sob a forma de calor de uma fonte ou reservatório quente para transformar em energia sob a forma de trabalho sem rejeitar alguma energia sob a forma de calor para uma fonte fria. Esta restrição constitui outro enunciado para a Segunda Lei da Termodinâmica que foi **Postulado por Kelvin**. Então, segundo este postulado, uma máquina térmica, que converte em trabalho o calor recebido por uma fonte quente, nunca o consegue fazer na totalidade.



Figura 35: Considerada a primeira máquina térmica, construída por Heron de Alexandria, era constituída por uma esfera de cobre com duas aberturas por onde se expelia o vapor de água formado a partir do aquecimento de água num reservatório



Existe ainda outro postulado da Segunda Lei da Termodinâmica, o Postulado de Clausius, que diz que “uma transformação num sistema isolado, cujo único resultado final seja transferir energia sob a forma de calor de um corpo, a uma dada temperatura, para outro corpo, a temperatura superior, é impossível.”

Um exemplo de uma máquina térmica é o motor de combustão interna de um automóvel. No cilindro, o combustível injetado através da válvula produz gases que se expandem devido aos altos valores de pressão e temperatura a que se encontram após a combustão provocada por uma faísca da vela de ignição. Essa expansão leva à realização de trabalho sobre um pistão, cujo movimento é depois transformado pela cambota em movimento de rotação. Para se produzir novamente trabalho o pistão deve regressar à sua posição inicial para fechar o ciclo. Para que isso aconteça, o gás tem que ser novamente arrefecido, por dissipação de energia sob a forma de calor para um líquido refrigerante, e expelido.

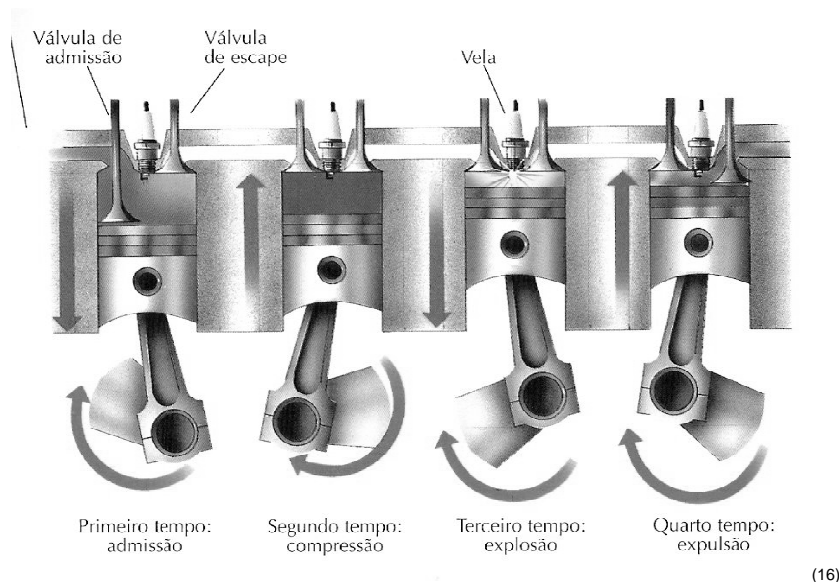
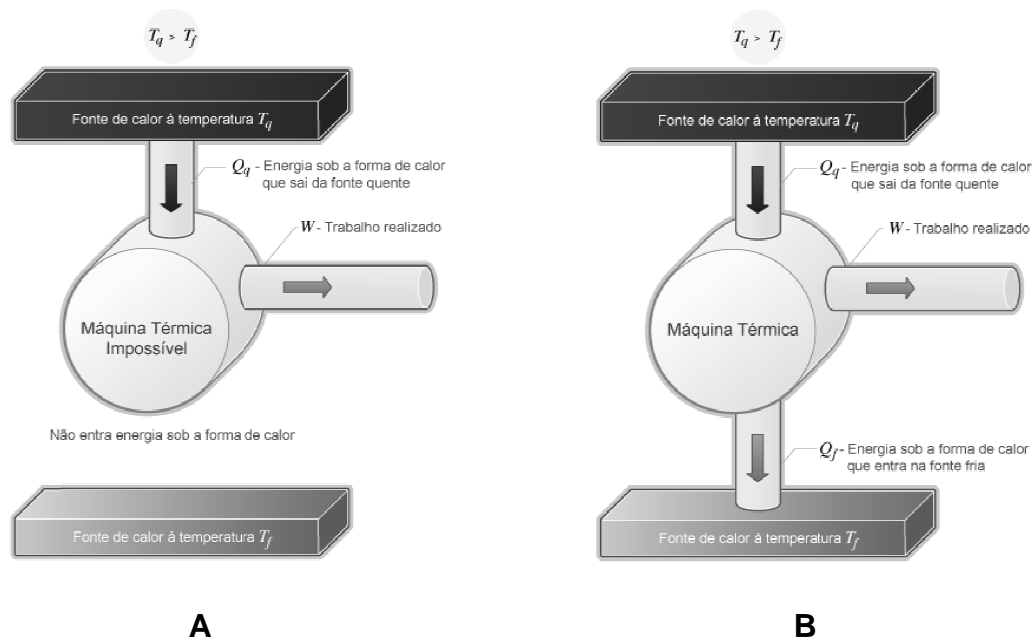


Figura 36: Diferentes fases de funcionamento de um motor de combustão interna

Assim, nenhuma máquina térmica poderá apresentar um rendimento de 100%. O rendimento das melhores máquinas térmicas atuais é, em geral, inferior a 50% e, no caso dos motores de combustão, apenas da ordem dos 20%.



(17)

Figura 37: Esquema de uma máquina térmica impossível (A) e real (B)

O **rendimento** ou **eficiência** (η) de uma máquina térmica depende, então da razão entre a energia sob a forma de trabalho realizado sobre o meio exterior e a energia sob a forma de calor extraída da fonte quente.

$$\eta = \frac{w}{Q_q} \times 100$$

Unidades no SI:

Rendimento (η) – adimensional

Trabalho (W) – J (joule)

Calor da fonte quente (Q_q) – J (joule)

Como, segundo a conservação da energia, $Q_q = W + Q_f$, o rendimento pode ainda ser expresso por $\eta = 1 - \frac{Q_f}{Q_q}$.

Embora a expressão do rendimento de uma máquina térmica tenha um aspeto diferente, traduz a mesma relação do rendimento já analisada. Compara a energia útil, que neste caso é o trabalho realizado pela máquina, com a energia fornecida, que no caso é a energia sob a forma de calor que foi fornecida pela fonte quente. O resultado pode variar entre 0 e 1 ou entre 0 e 100%. Assim, dizer que o rendimento de um motor de combustão é 20% significa que da energia obtida na explosão da mistura de ar e gasolina, apenas 20% é aproveitada como trabalho útil, ou, por cada 100J de energia fornecida sob a forma de calor, apenas 20J de energia são transformados em trabalho sobre o exterior.

4.6. Potência

No dia-a-dia dizemos que quanto mais potente for um automóvel mais rapidamente ele consegue aumentar a intensidade da sua velocidade, ou seja, mais

rapidamente ele realiza trabalho.

As grandezas trabalho e calor indicam a quantidade de energia transferida entre sistemas, no entanto, nada nos revela acerca da rapidez com que essas transferências se processam.

A **potência (P)** é a grandeza física que relaciona a energia transferida com o intervalo de tempo da transferência, ou seja, corresponde à energia transferida por unidade de tempo. Matematicamente esta grandeza escalar exprime-se por:

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

Unidades no SI:

Potencia (P) – W (watt)

Energia transferida (ΔE) – J (joule)

Intervalo de tempo (Δt) – s (segundo)

Sendo o trabalho e o calor formas quantificáveis de transferir energia, a expressão de potência também pode expressar-se por:

$$P = \frac{W}{\Delta t} \quad \text{ou} \quad P = \frac{Q}{\Delta t}$$

A unidade de potência no SI é o **watt (W)** que corresponde ao joule por segundo.



James Watt (1736-1819)

Engenheiro escocês que, pela primeira vez, aplicou a teoria à construção de maquinaria. Destacou-se pelos melhoramentos que introduziu no motor a vapor, o que constituiu um passo fundamental para a Revolução Industrial. A unidade de potência, watt, foi atribuída em homenagem a James Watt, em virtude da sua contribuição para o aumento da potência das máquinas a vapor.

<http://scienceworld.wolfram.com/biography/Watt.html>

II. PROJETOS CIENTÍFICOS INOVADORES

1. Fundamentação pedagógica dos projetos desenvolvidos

O desenvolvimento tecnológico das sociedades modernas tem facultado aos alunos uma panóplia de diversões e solicitações aliantes, que direta ou indiretamente concorrem com as atividades letivas. Assim torna-se premente dotar as escolas de meios que demonstrem que essas não são realidades alheias à escola, que o processo de ensino aprendizagem também pode ser realizado de uma forma mais lúdica e atrativa, nomeadamente no que respeita às ciências exatas, e que o conhecimento e a experiência são fundamentais para a inserção na vida ativa. É neste sentido que ao longo dos anos fui desenvolvendo projetos educativos com os alunos.

Esta ideia está associada ao próprio currículo da disciplina de Física e Química que refere que ao ensino das ciências apresenta-se o desafio de cativar os alunos para carreiras ligadas às ciências e tecnologias. Compreende-se pois que tenham de ser diversificadas as propostas ao nível do ensino das ciências. A Física e Química terá, portanto, de ser encarada como uma via para o crescimento dos alunos e não como o espaço curricular onde se “empacotam” conhecimentos exclusivamente do domínio cognitivo, com pouca ou nenhuma ligação à sociedade. A Física e Química deve assumir um papel preponderante na explicação de fenómenos do mundo que os rodeia, bem como na sua relação íntima com a Tecnologia. O ensino atual deve privilegiar o conhecimento em ação conhecido por “ensino CTSA” (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). Criar estímulos para o trabalho individual, aumentando a autoestima e ajudando na preparação para percursos de trabalho cada vez mais independentes deve ser o intuito do ensino secundário. [1]

Na sociedade dos nossos dias existe uma crescente necessidade de melhorar a qualidade da educação em ciência e tecnologia [18]. A realização de projetos pressupõe uma visão do ensino baseado na resolução de problemas, fomentando nos alunos o domínio de procedimentos para dar resposta a situações distintas e mutáveis. Deste modo, os professores têm um papel de orientador e facilitador das aprendizagens construtivas dos alunos.

Uma prática pedagógica baseada em competências originou uma evolução significativa no processo de ensino/ aprendizagem uma vez que, mais do que

possibilitar o conhecimento de conceitos e factos, permite a resolução de problemas num determinado contexto, os alunos não se restringem ao saber fazer através de respostas estandardizadas mas trabalham a informação e integram os saberes. Assim, a competência caracteriza-se por ser criativa, eficaz e integradora. [19]

O processo de desenvolvimento de projetos entre professor e alunos propicia a aprendizagem e a aquisição de conhecimentos disciplinares significativos. A aprendizagem é um "processo (re)construtivo, cumulativo, autorregulado, intencional e também é situado e colaborativo". [20]

Uma boa aprendizagem exige a participação ativa do aluno, de modo a construir e reconstruir o seu próprio conhecimento [21]. Assim, é importante que o professor conheça as potencialidades, implicações e exigências do desenvolvimento de projetos, nos quais os alunos assumem um papel ativo na aprendizagem. [22]

Numa metodologia centrada no aluno, os trabalhos de pesquisa ou de pesquisa orientada são fundamentais pois estimulam e promovem situações de análise, seleção, articulação e síntese de informação na procura de soluções para problemas ou realização de tarefas, envolvendo uma transformação de informação em conhecimento. De acordo com Paulo Freire "não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino... Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade". [23]

Nos nossos dias as solicitações tecnológicas são constantes para os nossos alunos. Segundo Moreira, os alunos querem utilizar as novas tecnologias e creem que, com estas ferramentas, aprender é mais divertido e aliciante. [24]

Neste sentido a utilização da Robótica no ensino parece fazer todo o sentido. A Robótica é amplamente aceite como uma abordagem multidisciplinar que desenvolve o conhecimento em áreas tão diversas como a mecânica, eletrónica, computação, comunicação, e até mesmo a psicologia ou a biologia. O ensino de Robótica em toda a sua extensão é uma tarefa exigente e sempre incompleta. Portanto, cada oportunidade deve ser aproveitada de forma a reforçar nos estudantes e professores o conhecimento naquelas áreas. [25]

Na escola a Robótica aparece essencialmente em três vertentes distintas: (i) a Robótica como disciplina tecnológica por si própria que merece uma abordagem autónoma; (ii) a Robótica como forma de ensinar/ aprender conceitos relacionados com a programação; (iii) a Robótica utilizada como "um recurso pedagógico", ou seja, como um meio para estimular a aprendizagem dos diversos conteúdos e competências em vários níveis de ensino. [26]

A Robótica educativa tem surgido nos últimos anos como uma ferramenta de grande potencial pedagógico para diversas temáticas e competências, aplicável a diversos níveis de escolaridade. [27]

Com a Robótica a aprendizagem é baseada na resolução de problemas. Trabalhar com Robótica é estar perante um conjunto de problemas e desafios que se pretende ver decifrados e ultrapassados. Desde o início de um projeto até à sua conclusão, os alunos estão incessantemente diante de problemas que ambicionam ver resolvidos e superados. [28]

Concordo com Fernando Ribeiro pois também considero que a realização de projetos desde “tenra” idade desenvolve as capacidades dos alunos e ajuda a sentir e experimentar as dificuldades dos desafios reais. No seu processo de aprendizagem os alunos preferem desafios escolares interessantes. Assim, é importante que os jovens estudantes trabalhem em ciência e Robótica, devido à sua multidisciplinariedade. Competições de Robótica são importantes porque os estudantes envolvem-se muito no assunto, trabalham em grupo, comparam os seus resultados com os de outras escolas, etc.. A competição é uma boa forma de trabalho, uma vez que fornece aos alunos um objetivo específico e aliciante. No geral, os projetos são divertidos e estimulantes e, portanto, a motivação e o desejo de obtenção de bons resultados é grande. O facto de os alunos ficarem motivados para continuar a aprender e adquirirem competências em diferentes áreas científicas são as principais vantagens, a curto prazo, que resultam da participação em projetos de ensino. [29]

Na verdade são muitos os benefícios associados a esta ferramenta e muitos investigadores enfatizam que pode ser um tremendo recurso para motivar adultos e crianças para a aprendizagem. [30]

Referindo-se aos robôs educativos da LEGO, Rui Baptista refere que “com uma montagem simples e recorrendo a um brinquedo é possível demonstrar leis da Física”. Os alunos aprendem melhor quando o assunto é do seu interesse. A utilização de robôs é vista, à partida, como algo apelativo por parte dos alunos e poderá ser uma excelente ajuda para ensinar princípios básicos de ciência e engenharia. [31]

João Silva acrescenta que de facto, nas aulas em que decorreram atividades experimentais com recurso ao Mindstorms NXT foram registadas melhorias significativas a nível de motivação desses alunos, que se refletiu no seu

interesse/ empenho, comportamento e participação, principalmente dos alunos mais indisciplinados e com maior dificuldade de concentração. [32]

De acordo com Costa e Fernandes com a Robótica, os alunos desenvolvem as suas atividades em trabalho de equipa, de forma metódica, autónoma e responsável [33]. Podemos concluir, refere Mário Melo, que o processo de resolução de problemas de Robótica estimula de forma significativa a capacidade de planear dos alunos. [34]

No entanto, a Robótica não é a resposta para cada um ou todos os problemas, mas sugere que a utilização da tecnologia adequada, no contexto da aprendizagem baseada em problemas, pode conduzir os alunos a aprender os princípios subjacentes. [35]

Não é só na educação que a Robótica apresenta potencial. Cardoso et al. indicam que “a Robótica está a tornar-se cada vez mais interessante para artistas em diversas áreas”. [36]

2. Competências a desenvolver com os projetos

Neste relatório abordo apenas quatro projetos que desenvolvi na minha prática letiva: “Clube de Robótica”, “Eurobotice”, “Energy and CO2 – A Common Challenge for Europe” e “Innovative European Schools in the 21st century”. Considero estes projetos, envolvendo a Robótica: relevantes pois potenciaram o desenvolvimento e melhoria das aprendizagens dos alunos; muito abrangentes pela diversidade de tarefas e atividades que implicaram e universais atendendo à sua dimensão europeia. Potenciar aprendizagens significativas com base em estratégias de ensino que procuram promover uma intensa atividade intelectual e emocional nos alunos, articular o conhecimento teórico-conceitual e a prática-processual e estabelecer relações entre atividade científica e o quotidiano fundamentam estes projetos.

A realização destes projetos só faz sentido se proporcionar o desenvolvimento de competências nos alunos. Através dos projetos pretendia desenvolver competências previstas nos currículos de Física e Química dos ensinos básico e secundário.

Competências do tipo processual:

- Selecionar material adequado a uma atividade experimental;
- Construir uma montagem experimental a partir de esquemas;
- Recolher, registar e organizar dados de observações de fontes diversas, nomeadamente em forma gráfica;
- Expressar corretamente os resultados obtidos.

Competências do tipo conceptual:

- Planear uma atividade para dar resposta a uma questão – problema;
- Analisar dados recolhidos à luz de um determinado modelo;
- Interpretar os resultados obtidos e confrontá-los com as hipóteses de partida;
- Reformular o planeamento de uma experiência a partir dos resultados obtidos;
- Elaborar um relatório sobre uma atividade realizada.

Competências do tipo social, atitudinal e axiológico:

- Desenvolver o respeito pelo cumprimento de normas sociais e ambientais;
- Apresentar e discutir em grupo propostas de trabalho e resultados obtidos;
- Utilizar formatos diversos para aceder e apresentar informação, nomeadamente as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC);
- Rentabilizar o trabalho em equipa através de processos de negociação, conciliação e ação conjunta, com vista à apresentação de um produto final;
- Adequar ritmos de trabalho aos objetivos das atividades.

3. “Clube de Robótica”

3.1. Enquadramento

As ideias atrás apresentadas estão na origem da conceção e desenvolvimento do clube de Robótica. O clube visa criar uma estrutura educativa na escola que promova nos alunos o gosto pelo estudo e investigação na área das Ciências e Tecnologias através do tema da Robótica e destina-se a todos os alunos da escola interessados em desenvolver competências nesta área.

As ferramentas que serviram de base para o trabalho desenvolvido no campo da Robótica foram dos *kits* da “LEGO” conhecidos como “RCX” e “NXT” (figura 38). O RCX é a primeira geração de robôs da LEGO MINDSTORMS, que corresponde ao bloco central programável com um processador a 8-bit alimentado com seis pilhas AA. Apresenta três ligações de saída e três de entrada às quais se podem ligar respetivamente os dois motores e os dois sensores de toque e o de luz englobados no kit, ou outros de venda separada como o de temperatura ou rotação [37]. A versão 2.5.4 do ROBOLAB (figura 39A.) foi o software utilizado na sua programação [38]. Relativamente ao NXT os *kits* utilizados foram os “LEGO® MINDSTORMS® Education Base Set”. Estes incluem o bloco programável “NXT”, com a respetiva bateria recarregável e vários cabos de conexão, peça “chave” que controla todas as ações do robô construído, possibilitando uma programação intuitiva por “blocos” de ação e a aquisição e registo de dados. Apresenta três portas de saída para ligação

aos motores e quatro de entrada que permitem a ligação aos sensores. Fazem parte do conjunto três servomotores interativos, um conjunto de sensores que inclui um de ultrassom, um de som, um de luz e dois sensores de toque, e diversas peças de construção da “LEGO” [39]. Na sua programação foi usado o LEGO®MINDSTORMS®NXT Software 2.0 (figura 39B.), também designado NXT-G. [40]



Figura 38: Imagem de robôs da LEGO MINDSTORMS: A. RCX; B. NXT

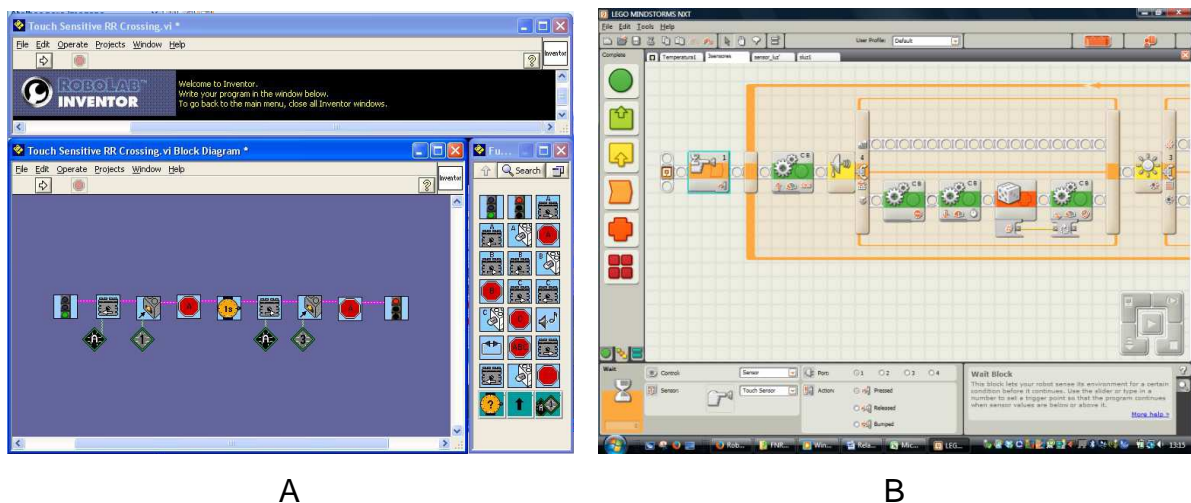


Figura 39: Imagem dos ambientes de programação: A. ROBO LAB 2.5.4; B. LEGO®MINDSTORMS®NXT Software 2.0

Além das sessões de trabalho na escola, para desenvolvimento de robôs capazes de resolver os desafios apresentados aos alunos envolvidos, foi possível a participação em vários eventos a nível nacional.

3.2. “FLL – MISSÃO MARTE”

A “FIRST LEGO League” (FLL) é uma aliança entre a FIRST® e o grupo LEGO. É um programa de Robótica para crianças e jovens dos 9 aos 16 anos de idade de todo o mundo projetado para que, entusiasmadas com a ciência e tecnologia, desenvolvam competências úteis para toda a vida. Para participar nas competições as equipas têm de conceber e programar um robô LEGO autónomo capaz de

cumprir missões pré-definidas numa base temática anual. [41]

Na qualidade de professor responsável de equipas participei na Expo Criança em Santarém, realizada no dia 12 de março de 2005, na competição “Missão Marte”. O concurso envolveu dezasseis equipas, entre as quais quatro da escola, tendo obtido honrosos 2º, 4º, 6º e 7º lugar na tabela classificativa.



Figura 40: Fotografia de alunos na prova

3.3. “ROBOPARTY 2010”

No sentido de trabalhar com robôs diferentes, participei na Roboparty 2010, que se realizou entre os dias 19 e 21 de fevereiro na Universidade do Minho com duas equipas, os Mangarobôs I e II. Para testar o kit de Robótica do evento, Bot'n Roll ONE, as equipas prepararam os seus robôs para a participação na prova surpresa e na prova de dança cuja prestação foi de acordo com as expectativas.



Figura 41: Fotografia dos alunos no evento

3.4. “Festival Nacional de Robótica”

No âmbito das atividades previstas nos clubes de Robótica e plano anual de atividades das escolas, participei nas 8ª, 9ª e 10ª Edição do “Festival Nacional de Robótica”, na qualidade de professor responsável por equipa, na prova de dança júnior, escalões 8-14 nos dois primeiros casos e escalão 15-19 no terceiro evento.

Particpei no “ROBÓTICA 2008” com a equipa “Leguigos” que apresentou a concurso dois robôs para dançar música folclore em sincronia com o qual obtivemos o 2º lugar que permitia apuramento para a fase mundial na China (anexo 1).



Figura 42: Fotografia dos alunos no evento

A participação no “ROBÓTICA 2009” com a equipa “Meirinhas” que apresentou a concurso vários robôs representando animais a dançar não revelou o desempenho esperado dos robôs construídos (anexo 2).

No “ROBÓTICA 2010” com a equipa “BricoRobôs” utilizamos três robôs (anexo 3). Um robô para realizar a coreografia “Follow the leader” que na prática era composto por dois blocos NXT que teriam de formar um corpo só e movimentar-se sincronizadamente entre si e com a música. Os outros dois robôs que estavam concebidos para dançar sincronizadamente o “Chácháchá”, eram compostos por uma base de locomoção do robô Bot’n Roll ONE e uma parte superior do RCX da LEGO. Salientar o sexto lugar conseguido que possibilitou acesso à final entre as 24 equipas participantes e a excelente pontuação na programação (em igualdade com a mais bem pontuada).



Figura 43: Fotografia dos alunos na prova

3.5. “Os robôs artistas brincando com a Física”

A criação/ construção e programação de robôs pelos alunos capazes de realizar experiências e respetivas medições é uma das grandes inovações em relação às comuns práticas laboratoriais. Neste sentido e com o objetivo de potenciar a realização na escola de atividades experimentais “inovadoras” e diversificadas, tendo por base a Ciência em especial a Física, apresentei uma candidatura à 8ª Edição 2009/10 do Concurso de Ideias do Prémio Fundação Ilídio Pinho “Ciência na Escola”, subordinado ao tema “Artes da Física”, que foi considerada de mérito e premiada com € 500 para aquisição de material e início das atividades (anexo 4).

4. “EUROBOTICE”

4.1. Enquadramento

O principal objetivo do projeto é promover o conhecimento e a difusão das novas tecnologias, com especial incidência na área de Robótica, motivando e envolvendo toda a comunidade para a temática. Em particular, o “Eurobotice” visa melhorar o ensino de ciência e tecnologia através do uso de Robótica e da realização de trabalhos de pesquisa sobre temas como a exploração espacial, os oceanos e os desperdícios das sociedades. O projeto resulta de uma candidatura ao programa “Sócrates”, ação “Comenius – parcerias entre escolas”, para os anos letivos 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007, envolvendo escolas de Portugal, França, Reino Unido, Dinamarca, Bélgica, Holanda, Noruega e Áustria.

4.2. Vertente científico-pedagógica do projeto

Nos dois primeiros anos do projeto as competições de Robótica coincidiram com as da FLL, “Missão Marte” e “Odisseia nos oceanos”. Para o terceiro ano a escola Collège Léon des Landes de Dax, França, coordenadora do projeto a nível europeu, criou uma base própria para a missão, designada “Operação TriSeraTop” (figura 44).

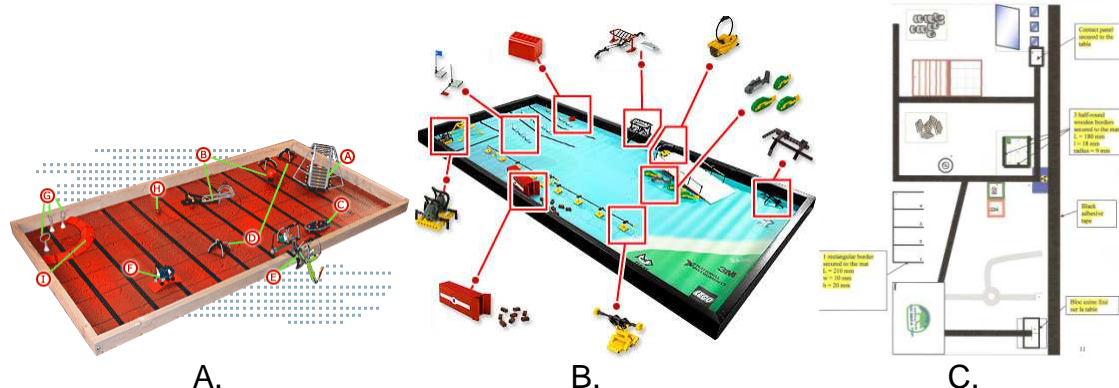


Figura 44: Plataforma do desafio robótico: A. “Missão Marte”; B. Odisseia nos oceanos; C. “Operação TrirSeraTop”

Cada uma destas missões envolvia a realização de várias tarefas na respetiva base de competição, simulando funções relacionadas com missões reais nessa área. Assim foi necessário desenvolver nos alunos competências que os permitissem trabalhar na área da construção e programação dos robôs, neste caso os RCX da LEGO. Esta tarefa envolveu sessões de programação e de construção de robôs, numa primeira fase com base em instruções dadas aos alunos mas posteriormente de forma autónoma em trabalho de grupo.

Com vista à preparação das apresentações que os alunos tinham de realizar nos encontros no âmbito do projeto, cujos temas estavam associados às missões Robóticas, foi fomentado o trabalho de pesquisa orientada pelos professores de Física e Química. No primeiro ano, com o tema “Missão Marte”, a pesquisa incidiu sobre o estudo do planeta Marte, passando também pela procura de informação sobre as missões da Agência Espacial Europeia (ESA) no planeta e possíveis contributos de portugueses para essas missões. O tema enquadra-se perfeitamente no capítulo “Terra no espaço” presente nas orientações curriculares para o terceiro ciclo do ensino básico, onde se prevê abordar os “Astros do sistema solar” e as “Características dos planetas”. Relativamente aos temas dos segundo e terceiro ano os trabalhos centraram-se na procura dos problemas associados à poluição das águas e produção de resíduos na nossa sociedade e os mecanismos existentes para os evitar. Também estes dois temas se enquadram no currículo de Física e Química no capítulo “Sustentabilidade na Terra” onde é abordada a “Gestão sustentável dos recursos” [42].

Os encontros de alunos para realização destas competições, que envolveram sempre mais de uma centena de participantes, realizaram-se entre os dias 27 e 31 de maio de 2005, no Euro Space Center (pertencente à ESA) de Redu na Bélgica, organizado pelo Institut des ArtsetMétiers de Pierrard – Virton (anexo 5), de 25 a 28 de abril de 2006 na escola Lille Vaerloese Skole, em Copenhaga na Dinamarca e entre os dias 19 e 22 de maio de 2007 na nossa escola em Guimarães (figura 45).

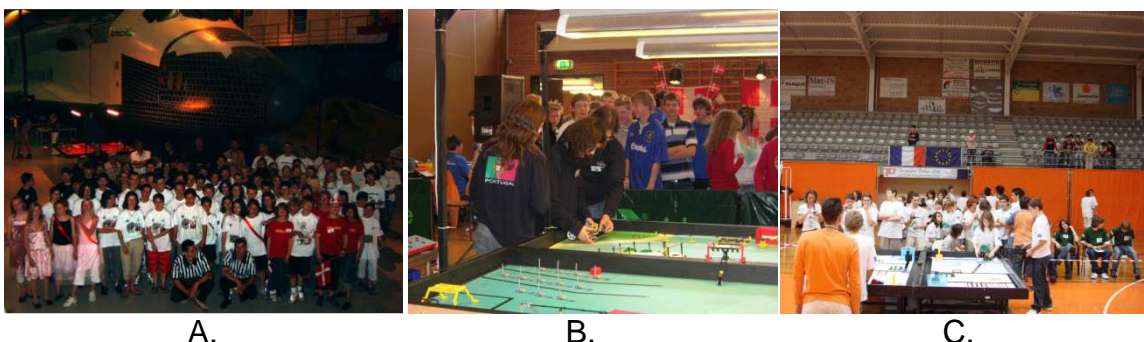


Figura 45: Fotografias dos encontros de alunos: A. Bélgica; B. Dinamarca; C. Portugal

4.3. Publicação científica no âmbito do projeto

Atendendo à componente prática associada ao projeto e à sua estreita ligação ao ensino das ciências um artigo sobre o primeiro ano do projeto foi apresentado na “HSci2005 – 2nd International Conference, Hands-on Science: Science in a changing Education, realizada entre os dias 13 e 16 de julho de 2005, no campus de Rethymno da Universidade de Creta, na Grécia. O artigo encontra-se publicado no respetivo livro da conferência (anexo 6).

As atividades desta rede concentram-se no desenvolvimento e/ou difusão à escala europeia dos aspetos positivos das práticas experimentais *hands-on* no ensino de ciências em escolas do ensino básico, secundário e profissional. Visa conduzir os alunos a uma participação ativa, voluntária e empenhada no processo de ensino/aprendizagem através da prática e da experimentação, com recurso intensivo dos novos instrumentos da Sociedade da Informação. [18]

4.4. Conclusão

Em termos globais podemos considerar dois padrões de alunos envolvidos no projeto. Por um lado encontravam-se alunos que apresentavam fracos índices de aproveitamento e grandes riscos de abandono escolar. Por outro, alunos com excelentes resultados académicos também se envolveram em larga escala nas atividades do projeto. Foi muito profícua a interação destes dois grupos. Claramente existia uma ajuda dos alunos com melhores resultados escolares nas tarefas de cariz mais teórico mas, por seu turno, nas atividades envolvendo mais a componente experimental eram os alunos com menor rendimento escolar que, por norma, melhor desempenho apresentavam e mais contribuía para a sua execução.

Assim foi interessante ver alunos que apresentavam um panorama inicial de classificações negativas a quase todas as disciplinas a melhorarem radicalmente os seus resultados para poderem manter-se nas atividades e serem opção para a formação das equipas a rumar aos encontros de alunos do projeto.

Não obstante todas as competências desenvolvidas nos alunos, creio que o fator motivação para a escola é o valor acrescentado mais significativo decorrente deste projeto.

5. “Energy and CO2 – A Common Challenge For Europe”

5.1. O âmbito do projeto

Preservar os recursos naturais e utilizar energias alternativas é a chave para uma

perspetiva positiva do futuro. A ideia subjacente ao projeto era possibilitar que alunos entre os 12 e os 15 anos de várias escolas básicas e secundárias da Europa (Portugal, Áustria e Polónia) e respetivos professores pudessem realizar um trabalho conjunto no âmbito do projeto “Comenius”, parcerias multilaterais, nos anos letivos 2008/2009 e 2009/2010, visando a sensibilização para a necessidade de ações concertadas ao nível do espaço europeu para a melhoria das condições ambientais.

O objetivo inicial era que cada escola se debruçasse sobre as condições ambientais da sua própria região e, posteriormente, nos encontros de alunos apresentasse e discutisse as suas soluções com os restantes alunos, de forma a obter uma visão global da Europa. Pretendia-se que se realizasse uma reflexão sobre as soluções de cada região pensando-se na viabilidade de aplicação nas restantes. O trabalho era todo realizado em Inglês, uma vez que era tanto necessário como obrigatório partilhar a informação entre as escolas participantes. O fomento da aplicação das TIC também estava implícito pois todo o trabalho passava pela sua utilização.

Estive envolvido na qualidade de coordenador e dinamizador do projeto na escola apenas no seu primeiro ano de aplicação pois, no segundo, encontrava-me a lecionar numa outra escola. No entanto, colaborei sempre que necessário com o docente que assumiu a continuidade do projeto.

5.2. Reuniões do projeto e atividades desenvolvidas

Um encontro preparatório para os professores responsáveis pelo desenvolvimento do projeto nas escolas parceiras realizou-se entre os dias 13 e 16 de novembro 2008, em Bydgoszcz, na Polónia (anexo 7). Este encontro tinha como objetivos: i) apresentar as escolas, cidades e países envolvidos no projeto; ii) conhecer a realidade escolar da escola polaca parceira no projeto; iii) discutir e elaborar um plano detalhado das atividades a desenvolver nesse ano letivo no âmbito do projeto.

De acordo com a planificação, foi elaborado um logótipo para o projeto e criada uma página web onde constam algumas atividades e trabalhos realizados, www.energyandco2.tsn.at. A utilização do email e do “skype” foram os principais meios para o contacto regular entre todos os participantes.

Um encontro de alunos foi agendado para os dias 13 a 17 de maio na escola (EB 2,3 João de Meira) que, além de todas as atividades culturais subjacentes a estes eventos, tinha a realização do “Desafio Energético”, sobre os trabalhos previamente

elaborados e publicados no sítio do projeto e do “Desafio Robótico”, envolvendo programação e montagem de robots NXT da LEGO para cumprir as missões apresentadas como atividades principais. Os desafios eram cumpridos em grupos formados por alunos dos diferentes países.

Para apresentar as equipas no encontro de alunos foi elaborada uma apresentação multimédia sobre cada grupo fazendo alusão à respetiva escola, cidade, região e país.

Para preparar o “Desafio Robótico” nos meses que mediaram os encontros preparatório e de alunos realizaram-se sessões de formação dos alunos no campo da Robótica, designadamente na montagem e programação de robots da LEGO. Para tal foram realizadas: a) aulas semanais com os grupos de alunos envolvidos no projeto; b) sessões de demonstração de Robótica; c) palestras promovidas pelo Departamento de Eletrónica da Universidade do Minho, “o Zoo dos robots” e “RobotEnigma”.

Foi também criada uma base de competição (figura 46) com três missões relacionadas com o tema “Energia”, uma que envolvia a instalação de aerogeradores numa zona específica da base, outra que envolvia a colocação de duas estruturas de diques para as centrais hidroelétricas num curso de água desenhado na plataforma e uma terceira envolvendo a disposição de cientistas em pontos específicos do campo, para serem cumpridas no “Desafio Robótico”, existindo nesta tarefa o envolvimento de professores de Educação Tecnológica.



Figura 46: Plataforma elaborada para realização do Desafio Robótico

Um último encontro, realizado entre 16 e 20 de julho de 2009 em Guimarães, permitiu a partilha do material elaborado ao longo do ano, realização do balanço das atividades já realizadas e elaboração do relatório intermédio para enviar para as respetivas Agências Nacionais.

5.3. Vertente científico-pedagógica do projeto

A articulação do projeto com os conteúdos da disciplina estava associada à realização do trabalho de pesquisa orientada sobre o tema “Energia”. Neste sentido os alunos começaram por procurar informação sobre os consumos e recursos energéticos existentes no país. Na figura 47 encontra-se um dos gráficos contantes do trabalho elaborado que mostra a evolução do consumo energético em Portugal associado à respetiva fonte primária de energia.

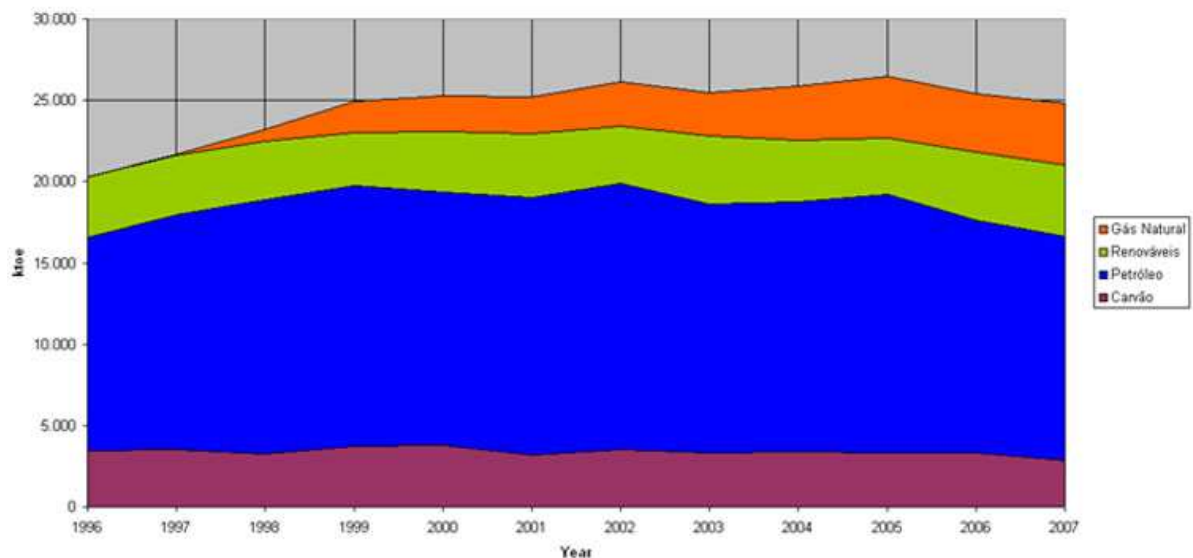


Figura 47: Evolução do consumo de energia primária em Portugal

Para melhor compreensão do assunto houve necessidade de abordar os diferentes tipos de centrais elétricas, dando-se maior ênfase às hidroelétricas e eólicas por serem as mais significativas na região. Além desta vertente, numa segunda fase, os alunos centraram a sua pesquisa nos problemas associados à produção e distribuição da energia em Portugal. A saliência neste aspeto foi dada ao facto de Portugal ser um país com escassos recursos energéticos próprios, que conduz a uma elevada dependência energética do exterior (82,9% em 2007). A versão em inglês do resultado desta pesquisa foi publicada na página da internet do projeto para possibilitar aos alunos dos restantes países o conhecimento da situação do nosso país ficando habilitados a responder às questões problema apresentadas no “Desafio Energético”.

Este tema estava perfeitamente enquadrado no âmbito da disciplina de Física e Química onde no currículo do ensino básico para o sétimo ano no tema “Terra em transformação”, existe o capítulo “Energia” sendo um dos tópicos “Fontes e formas de energia”. O referido programa sugere mesmo que os “alunos podem recolher informação relativamente a fontes de energia que se usam atualmente na sua região, às razões que levam à sua utilização e à forma de utilização” e “comparação

das fontes de energia utilizadas em diferentes regiões”. Portanto, para esta tarefa foram envolvidos os alunos deste ano de escolaridade [42].

5.4. Publicação científica no âmbito do projeto

O teor experimental deste projeto, a sua estreita ligação ao ensino das ciências e a parceria estabelecida com a Associação Hands-on Science Network conduziram à elaboração de um artigo que foi publicado no livro da conferência “HSCI2009 – 6th International Conference on Hands-on Science: Science for All: Quest for Excellence”, realizada entre os dias 27 e 31 de outubro de 2009, no Science City, em Ahmedabad, na Índia (apêndice 1).

5.5. Conclusão

O fator motivacional associado ao trabalho com robôs da LEGO que, de forma lúdica, permite aos alunos a aquisição de competências conceptuais e processuais, é um dos aspetos mais relevantes destas metodologias. A existência de intercâmbios e o contacto com alunos de outros países, com culturas e vivências distintas também é aliciante para os alunos. Estes são dois dos aspetos intrínsecos ao projeto que ajudam a desenvolver nos alunos o gosto pela escola e pelo estudo das ciências em particular.

A existência de uma ligação direta entre o trabalho realizado e a atividade letiva ao nível da disciplina de Física e Química contribuiu para a melhoria dos resultados escolares o que fundamenta a pertinência do projeto nesta área e é uma mais-valia do projeto.

6. “Innovative European Schools in the 21st century”

6.1. O âmbito do projeto

Cada vez mais, se exige que os professores tornem o processo de ensino mais interessante, mais atraente, mais agradável e, em última instância, mais produtivo. Esta necessidade levou professores de, literalmente, todos os cantos da Europa (Portugal, Holanda, Áustria, Polónia, Grécia e Turquia) a desenvolver este projeto “Innovative European Schools in the 21st Century”, nos anos letivos 2011/2012 e 2012/2013. O objetivo comum é o de pensar e desenvolver métodos de ensino inovadores que potenciem o que de melhor os nossos alunos têm, centrando neles próprios a deteção dos problemas; a procura, desenvolvimento e teste de soluções; e, finalmente, a avaliação dos resultados do seu trabalho.

Foi um projeto coordenado pela escola austríaca e cofinanciado pela Agência Nacional PROALV (Programa de Aprendizagem ao Longo da Vida), no âmbito do Programa Sectorial COMENIUS – Parcerias Multilaterais.

Cada escola envolvida desenvolve com os alunos os seus próprios métodos de ensino tendencialmente mais atrativos e “inovadores”. Nos encontros de alunos, apresentam-se e avaliam-se essas metodologias perante todo o grupo participante, através de workshops preparados para o efeito. Após reflexão e discussão acerca dos diferentes métodos de ensino testados pretendia-se destacar os mais eficazes e motivadores para aplicação no segundo ano do projeto, concentrando-se as atividades em conteúdos educativos concretos.

Pretendia-se utilizar várias ferramentas da área das novas tecnologias para a educação para os alunos terem oportunidade de se familiarizar com as TIC. Sendo o inglês o idioma oficial do projeto, todo o trabalho comum é realizado em inglês.

6.2. Reuniões do projeto e atividades desenvolvidas

O primeiro encontro de professores realizou-se entre os dias 16 e 19 de novembro de 2011, na escola polaca Gimnazjum nr 38 Integracyjne, Zespól Szkół Nr 19, de Bydgoszcz (anexo 8). Neste encontro foram definidas e planificadas as atividades para o primeiro ano do projeto e agendado o encontro de alunos na Áustria. Também possibilitou conhecer a realidade local e o contexto escolar, visitar instituições representativas da região e estabelecer contactos com a comunicação social. Encontro com propósito semelhante mas respeitante ao segundo ano do projeto e ao encontro de alunos em Guimarães, decorreu entre os dias 13 e 17 de novembro de 2012, na escola Plein College Sint - Joris, de Eindhoven, da Holanda (anexo 9).

Colocando em prática as atividades previstas realizou-se um concurso para a criação do logótipo do projeto, com uma primeira fase a nível de escola e uma segunda ao nível das escolas da parceria. Para regozijo de toda a nossa comunidade escolar o logótipo vencedor foi elaborado por uma aluna da escola (anexo 10).

Fora, também, criada uma plataforma “moodle” do projeto, onde alunos e docentes envolvidos se inscreveram para participar. Esta plataforma promoveu a partilha e entreaajuda entre todos os professores e alunos, facilitando o desenvolvimento de todo o trabalho colaborativo. Além de permitir acompanhar as atividades a decorrer, esta plataforma possibilitou o contacto entre alunos dos

diversos países envolvidos ainda antes do encontro de alunos.

Competiu aos alunos envolvidos no projeto em cada escola a elaboração de uma apresentação em formato digital sobre o país, a cidade, a escola e os membros da equipa, para publicação e consulta na plataforma do projeto anteriormente referida. No segundo ano do projeto acrescentou-se uma componente cénica a esta tarefa pois o trabalho seria apresentado no encontro de alunos em Guimarães.

Também foram elaboradas t-shirts com o logótipo do projeto para os alunos e professores participantes em cada um dos encontros de alunos, existindo uma cor diferente para cada país.

No período que mediou o encontro preparatório de cada ano e os respetivos encontros de alunos foram desenvolvidos os trabalhos no âmbito das metodologias de ensino “inovadoras”.

O primeiro encontro de alunos realizou-se entre os dias 6 e 11 de março de 2012, na escola Polytechnische Schule Schwaz, de Schwaz, na Áustria (anexo 11). Um segundo encontro de alunos decorreu entre portas do dia 16 ao dia 20 de abril de 2013 (anexo 12). Estes encontros tinham como objetivos a apresentação, partilha e avaliação por parte dos alunos dos resultados do trabalho desenvolvido em cada uma das escolas. Para além dos trabalhos, a troca de experiências, a partilha e discussão de ideias entre alunos de culturas e hábitos distintos, permitiu uma aprendizagem mútua e desenvolveu amizades capazes de abolir toda e qualquer distância física, social e cultural. Nestes encontros a avaliação das atividades foi efetuada pelos alunos em plataformas online adaptadas para o efeito (figura 48).

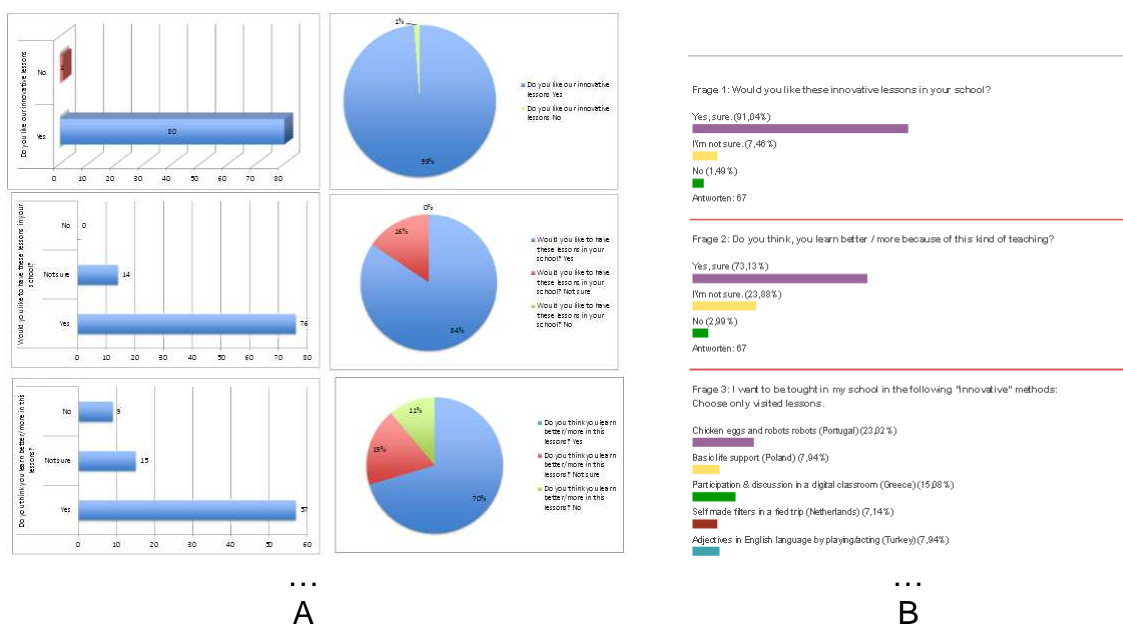


Figura 48: Excerto dos gráficos resultantes da aplicação dos questionários aos alunos sobre a avaliação das atividades realizadas: A. Áustria; B. Guimarães

Entre os dias 15 e 19 de maio de 2012, na escola “Özel Akdeniz Başarı İlköğretim Okulu”, de Manavgat, da Turquia (anexo 13) realizou-se outra reunião que, para além de possibilitar o contacto com mais uma das escolas parceiras e cultura local, tinha como objetivos realizar uma avaliação do primeiro ano do projeto e elaborar o relatório intermédio da parceria para endereçar às respetivas Agências Nacionais.

Nos dois anos do projeto foi também necessário realizar toda a parte logística relacionada com a participação nos vários encontros. Saliento o trabalho efetuado para a organização do encontro de alunos na nossa escola, que envolveu mais de cem participantes, quer pela quantidade quer pela diversidade de tarefas exigidas: ofícios/contatos, transportes, estadia, alimentação, cerimónias, aulas, reuniões, visitas, ...

As várias equipas elaboraram reportagens fotográficas, vídeos, artigos e cartazes sobre as atividades do projeto para divulgação do mesmo quer na escola quer nos meios de comunicação local (anexo 14).

Visando o suporte e divulgação dos resultados do projeto, foi criada uma página na internet para o projeto (<http://www.innovativeschool.eu/>) que permitiu um enquadramento e difusão a nível global do trabalho de parceria desenvolvido no âmbito do projeto. Uma compilação dos principais documentos e materiais elaborados ao longo do projeto foi realizada em formato DVD. Foi ainda produzida uma brochura com os aspetos principais do projeto.

A reunião final dos professores responsáveis pelo projeto realizou-se entre os dias 9 e 13 de maio de 2013, na escola 3rd General Lyceum of Ilion, de Ilion – Atenas, da Grécia (anexo 15) que, para além dos contactos culturais e institucionais, tinha como objetivos a avaliação final do projeto e a elaboração das partes conjuntas do relatório final do projeto a enviar para as respetivas Agências Nacionais.

Nas atividades do projeto estiveram envolvidos cerca de sessenta alunos dos três anos de escolaridade, 10^o, 11^o e 12^o. Foram selecionados respetivamente dezassete e vinte e cinco para participarem nos primeiro e segundo encontros de alunos do projeto com base nos requisitos exigidos ao nível do trabalho, empenho, dedicação e competências, os quais foram apresentados em conselhos de turma.

6.3. Vertente científico-pedagógica do projeto

Na proposta de candidatura ao projeto apresentara os temas “Ensinar Física usando robôs” e “Aprender através da pesquisa” como metodologias a implementar

no seu desenvolvimento.

A inexistência de material específico para realizar a atividade “AL 1.4 – Satélite geoestacionário” do programa de Física e Química A do 11º ano implicava diligenciar no sentido de viabilizar essa execução. Este desafio encaixava na perfeição nos objetivos do projeto.

Foi, então, apresentada a questão-problema aos alunos: “Um satélite geoestacionário descreve uma órbita aproximadamente circular à altitude de 35880 km e com período de 24 horas, independentemente da sua massa. Confrontar esta situação com a de um corpo preso a uma mola elástica sobre uma plataforma rotativa de velocidade angular constante.”

Numa primeira fase conduzi os alunos num trabalho de pesquisa orientada, no sentido de relembrem os conceitos associados ao movimento circular e respetivas forças associadas, necessária à compreensão e resolução do problema. Partindo dessa pesquisa foi elaborada uma fundamentação teórica para exploração e explicação do problema e um protocolo para realização da atividade (apêndice 2).

Para execução do movimento de rotação os alunos construíram uma base Robótica com base no NXT programado para possibilitar a rotação da plataforma (figura 49). Esta tarefa, onde o trabalho de equipa foi preponderante, implicou uma abordagem inicial à construção e programação deste tipo de robôs pois, para a maioria dos alunos, era uma ferramenta desconhecida.

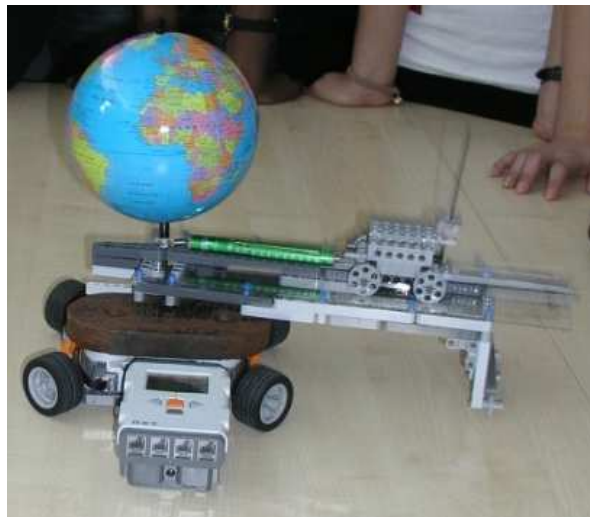


Figura 49: O NXT como plataforma giratória

Com a realização de alguns ensaios e respetiva análise dos resultados os alunos verificaram que a força de atrito, normalmente desprezada nos exercícios, influenciava significativamente os resultados. A variação da massa no carrinho tinha implicação direta na própria velocidade de rotação da plataforma (pois também

rodava em contacto com a superfície). Assim os alunos tiveram de programar o robô com três velocidades angulares diferentes para cada uma das três massas utilizadas de modo a que a plataforma apresentasse a mesma velocidade angular nos três casos.

Apesar dos resultados não serem os ideais, apresentavam incertezas relativas elevadas, os valores obtidos permitiram dar resposta ao problema verificando-se que, ao contrário do satélite cuja aceleração é independente da sua massa, a aceleração do carrinho depende da sua massa.

No segundo ano do projeto pretendia manter as ideias iniciais mas aplicadas a novas situações. De acordo com as pretensões constantes de um projeto anterior pretendia utilizar estes robôs nas medições de grandezas físicas. Medir a temperatura ao longo do tempo em várias situações tornou-se o foco da atividade nesta fase do projeto. Esta intenção justifica também a escolha do tema “Calor” na fundamentação científica uma vez que as atividades a realizar implicam o conhecimento e compreensão dos conceitos associados ao tema.

Então, foi sugerido aos alunos a realização das atividades laboratoriais “AL I – Rendimento no aquecimento” e “AL 1.4 – Balanço energético num sistema termodinâmico”, constantes do programa de Física e Química A do 10º ano. Para cada uma das atividades foram apresentadas aos alunos as questões problema. Para a primeira: “Como poderemos aumentar o rendimento no aquecimento, quando cozinhamos?” e para a segunda: “Para arrefecer um copo de água será mais eficaz colocar nele água a 0°C ou uma massa igual de gelo à mesma temperatura? Qual a temperatura final da água nas duas situações, após ter decorrido o intervalo de tempo necessário para fundir toda a massa de gelo utilizada?”

Uma vez que nestas atividades o procedimento seguido poderia ser exatamente o indicado no manual dos alunos, sendo apenas substituído o tipo de instrumento utilizado na medição da temperatura, não existiu necessidade de elaboração de protocolo específico. Assim, aos alunos foi apenas solicitada a realização da fundamentação teórica necessária a estas realizações, que, entre outros, envolveram os conceitos de calor, energia interna e calor latente de fusão.

Na parte de Robótica os alunos construíram uma base de robô móvel seguindo as instruções do próprio manual do NXT ao qual acrescentaram um braço móvel com um sensor de temperatura da LEGO (figura 50). Os dados obtidos pelo NXT podem ser exportados para uma folha de cálculo para facilitar o seu tratamento e análise. Aproveitando a possibilidade de comunicação com o NXT por *Bluetooth*, aos alunos

com aparelhos de telemóvel com sistema operativo “Android”, foi sugerida a utilização de aplicações gratuitas para o controlo remoto do NXT. Isto revelou-se um apelativo extra da atividade.

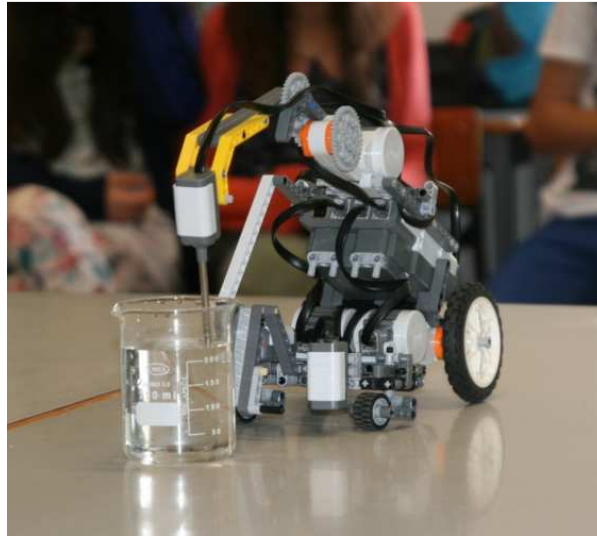


Figura 50: O NXT medidor de temperatura.

Através da análise dos dados recolhidos e dos gráficos respetivos (figura 51) os alunos puderam constatar, por exemplo, que as perdas de energia para o exterior são significativas nos processos de aquecimento afetando claramente o rendimento do processo e que, sem dúvida, a utilização de cubos de gelo a 0°C para o arrefecimento de água é muito mais eficaz do que a utilização de água à mesma temperatura.

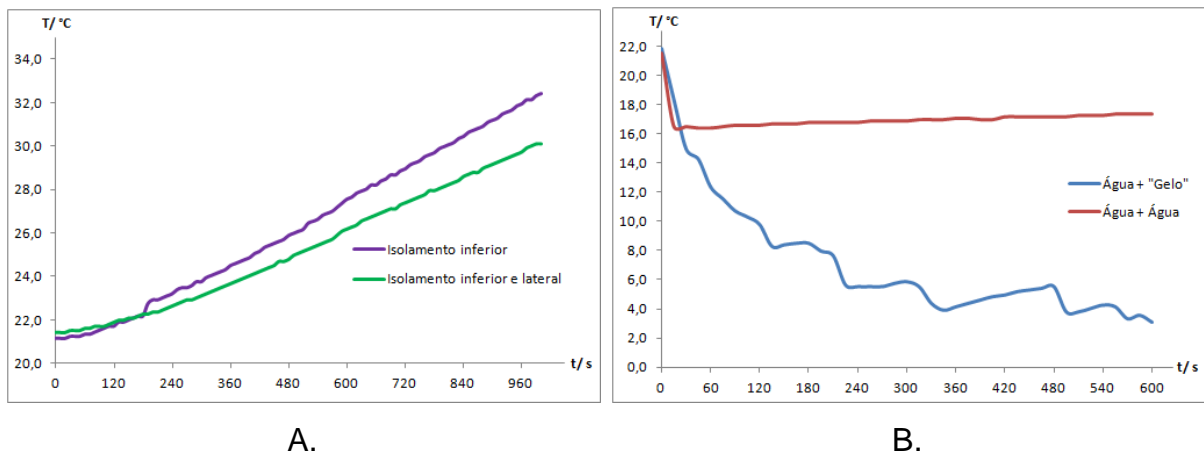


Figura 51: Exemplo de gráficos elaborados pelos alunos nas atividades: A. “AL I – Rendimento no aquecimento”; B. “AL 1.4 – Balanço energético num sistema termodinâmico”

Esta ferramenta além de tornar o processo de aquisição dos dados mais rápido aumentou a sensibilidade da leitura relativamente à dos termómetros normalmente usados pelos alunos. Diminuindo as incertezas de leitura, permite tirar conclusões sobre variações de temperatura com ensaios de menor duração. Isto facilita a realização de um maior número de ensaios e deixa mais tempo para análise dos

resultados. Esta aquisição de dados permite, ainda, verificar a existência de oscilações de temperatura durante o processo dando azo a reflexões paralelas sobre as atividades realizadas.

Não obstante os trabalhos serem realizados no âmbito da disciplina de Física e Química, o workshop sobre a metodologia inovadora foi mais envolvente. Repetindo uma atividade experimental realizada no âmbito da disciplina de Biologia do 12º ano para estudar o real desenvolvimento embrionário de galinhas ao longo dos 21 dias de gestação os alunos efetuaram a monitorização da temperatura utilizando um dos NXT preparado para o efeito. Assim, envolvendo-se na apresentação as duas disciplinas, conseguiu-se diversificar as atividades tornando a aula mais apelativa e salientar ainda mais as potencialidades destas ferramentas no ensino.



Figura 52: A. Fotografia da aula apresentada pelos alunos no encontro na Áustria;

B. Fotografia da aula apresentada pelos alunos no encontro em Guimarães

Tratando-se de uma comunicação para todos os parceiros do projeto, também nestas tarefas os alunos tiveram de elaborar os produtos finais em inglês, tendo as respetivas professoras de inglês ajudado na tarefa.

6.4. Conclusão

A análise dos resultados dos questionários de avaliação das metodologias utilizadas permite considerar que o projeto terá sido profícuo uma vez que, nos dois anos do projeto, a esmagadora maioria dos alunos indica ter gostado dos métodos apresentados e pretenderem ver aplicados nas suas aulas. O facto de cerca de um quarto dos alunos ter apresentado os métodos envolvendo a Robótica como a metodologia que mais gostariam de ver aplicada nas suas aulas, entre uma dezenas de diferentes métodos apresentados, também é revelador do bom trabalho realizado.

Além disto, o robô simulador do satélite geoestacionário e o robô medidor de temperatura foram utilizados noutras aulas por outros professores da escola. Isto também vem demonstrar que existe potencial real nestas ferramentas e nestas práticas educativas.

Numa análise global direi que este fora talvez o projeto mais completo em que participei e coordenei. Creio que posso considerar que foi um verdadeiro projeto CTSA. Como foi referido a preparação das aulas com metodologias “inovadoras” privilegiou trabalhos na área das ciências, nomeadamente da Física, da Química e da Biologia, tendo nas TIC as ferramentas base dos trabalhos desenvolvidos. A troca de experiências entre alunos com culturas e hábitos distintos, permitiu uma aprendizagem mútua e expandiu amizades. Todas as atividades de preparação dos encontros e divulgação das atividades implicaram o envolvimento de toda a comunidade escolar e de um leque alargado de instituições locais e regionais. Toda a envolvência da atividade relacionada com a criação dos pintos permitiu valorizar o respeito pela vida animal e pelo ambiente, desenvolvendo a sensibilidade e consciência ética dos alunos.

O leque verdadeiramente alargado e diversificado de tarefas realizadas no âmbito do projeto potenciaram, sem dúvida, as minhas competências profissionais e sociais.

III. PERCURSO PROFISSIONAL E AÇÕES DE FORMAÇÃO

1. Formação inicial e percurso profissional

No âmbito da Licenciatura em Ensino de Física e Química da Universidade do Minho, realizei o estágio pedagógico no ano letivo 1998/1999 na Escola Secundária Alberto Sampaio, em Braga, como Professor Estagiário Contratado do 4º Grupo A. Depois de quatro anos de formação científica e pedagógica, este quinto ano da licenciatura trouxe o primeiro contacto com alunos na qualidade de professor, sendo, portanto, um ano preponderante para a finalização desta etapa da minha formação. O auxílio das orientadoras e de alguns dos professores mais experientes da escola foi enriquecedor e uma enorme ajuda na superação das dificuldades iniciais como docente e na preparação das atividades letivas. O facto de pertencer a um grupo de estágio unido e com grande entreaajuda foi também uma mais-valia do estágio. Além de toda a aprendizagem como docente saliento neste ano a realização de um trabalho de pesquisa sobre a reciclagem de papel, a qual possibilitou a realização de trabalhos práticos com alunos e a elaboração de um vídeo educativo sobre o tema. Enquanto núcleo de estágio organizamos, também, uma ação de formação intitulada: "Cor, Luz e Visão", ministrada pelo Professor Doutor João Ferreira do Departamento de Física da Universidade do Minho (anexo 16).

No decurso da minha vida profissional exerci funções em várias escolas da zona norte do país, nomeadamente na Escola Secundária de Felgueiras (99/00 e 02/03), na Escola Secundária de Vinhais (00/01), na Escola EB 2,3 de Caldas de Vizela (01/02), na Escola Secundária Francisco de Holanda (03/04), na Escola EB 2,3 João de Meira (04/05 a 08/09), na Escola Profissional Cenatex (em regime de acumulação de serviço em 09/10) e na Escola Secundária Martins Sarmiento (a partir de 09/10).

Nestes quinze anos de serviço docente já me foi atribuída a lecionação dos currículos da disciplina de Física e Química dos ensinos básico e secundário de todos os anos de escolaridade bem como alguns dos currículos do ensino recorrente e do ensino profissional. Também tive oportunidade de lecionar a disciplina de Técnicas Laboratoriais de Química e as áreas curriculares não disciplinares Estudo Acompanhado, Formação Cívica e Área Projeto.

A tarefa de corretor/classificador de provas nacionais de exame da disciplina de Física e de Física e Química A respetivamente do 12º e 11º ano de escolaridade, também já me competiu.

Ao longo destes anos de serviço procurei exercer diferentes cargos e/ ou funções o que se tem revelado profícuo no que concerne à realização profissional e pessoal.

Neste sentido desempenhei já os cargos de Diretor de Turma, preponderante na gestão das relações entre a escola e professores com os alunos e encarregados de educação; de Subcoordenador do grupo 510, responsável pela gestão das atividades do grupo e da sua ligação com as diversas estruturas da escola; de Diretor de Instalações do Grupo 510 (Física e Química), responsável pela gestão do material e dos laboratórios da escola.

Além destes cargos já exerci funções no Secretariado de Exames Nacionais, cuja missão é assegurar o correto funcionamento de todo o serviço de exames nacionais na escola e fiz parte do grupo responsável pela elaboração dos horários, função de grande responsabilidade pois gere toda a atividade letiva da escola ao longo do ano.

Em termos de componente não letiva exerci, ainda, os cargos de Coordenador do Projeto Comenius: “Energy and CO2 – A Common Challenge for Europe”, Coordenador do “Clube de Robótica” e Coordenador do Projeto Comenius: “Innovative European Schools in the 21st century”, cujas temáticas foram abordadas na parte dos projetos.

Fui, ainda, responsável de “Grupo Equipa de Xadrez do Desporto Escolar” e de “Grupo Equipa de BTT do Desporto Escolar da ERDAL – Escola de Referência Desportiva de Ar Livre” de Guimarães.

2. Ações de Formação

Se é verdade que a formação base me dotou de capacidade para desenvolver competências, para me auto instruir e fazer face aos vários desafios que vão surgindo ao longo da carreira docente, não é menos verdade que aprender e ou trocar experiências com quem já utilizou e estudou mais a fundo determinadas ferramentas ou conceitos torna o processo mais simples e eficaz. De acordo com o Estatuto da Carreira Docente (ECD), todos os docentes devem atualizar os seus conhecimentos através da frequência de ações de formação creditadas por entidades oficiais.

Neste sentido, ao longo dos anos, fui frequentando algumas ações de formação. Por terem contribuído para o meu crescimento pessoal e profissional e influenciado objetivamente a melhoria da minha prática docente destaco algumas formações frequentadas e salientando a frequência da estrutura curricular do Mestrado em Evolução e Origem da Vida.

Assim, no sentido de melhorar os meus conhecimentos nas áreas da Astronomia e Cosmologia e aumentar a minha formação académica, no ano letivo 2005/2006 frequentei, na Universidade do Minho, a parte curricular do referido Mestrado (anexo 17).

Também no âmbito da disciplina de Física e Química em 2003 frequentei o curso de formação: “Trabalho prático na perspetiva dos novos programas de Física e Química A – uma abordagem ao 10º ano” (anexo 18), em 2005 a oficina de formação: “Promover e renovar o ensino experimental da Física e da Química” (anexo 19), e no ano de 2012 a ação de formação: “Comunicação de informação a curtas e longas distâncias” (anexo 20).

Com um cariz mais transversal, em 2005, frequentei o curso de formação: “A abordagem do Xadrez em ambiente escolar”, na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (anexo 21).

No que às TIC diz respeito, em 2004 tive a oportunidade de frequentar o curso de formação: “O uso das calculadoras gráficas nas aulas de Física e Química” (anexo 22), nos anos de 2006 e 2007 a oficina de formação: “Processos multimédia na sala de aula: Combate ao abandono escolar” (anexo 23), e em 2011 a ação de formação: “Quadros interativos multimédia no ensino/aprendizagem das Ciências” (anexo 24).

No apêndice 3 a este relatório apresento uma reflexão detalhada sobre cada uma destas formações, indicando os motivos que conduziram à sua frequência, os conteúdos abordados e as principais competências adquiridas.

IV. CONCLUSÃO

A elaboração deste relatório fundamentou a realização de uma reflexão aprofundada sobre a experiência profissional vivenciada ao longo da minha carreira.

Permitiu constatar, por exemplo, que ao longo dos anos efetuei formações em diferentes áreas mas sempre associadas aos desafios que surgiam nessas alturas. Isto permitiu-me uma adaptação cientificamente fundamentada e mais fácil às novas situações emergentes.

Ao nível dos projetos também deu para perceber que cada novo projeto implementado se apresentava mais completo que o anterior e corrigia alguns dos aspetos menos conseguidos o que revela a realização de reflexão cuidada sobre as atividades e metodologias praticadas. Além disto, as atividades extracurriculares previstas ao nível dos projetos foram sucessivamente aumentando o grau de articulação com as atividades letivas o que me parece muito positivo e revela evolução/ maturação sobre estas práticas.

Nestes contactos com várias escolas europeias constatei que, de um modo geral, a organização do ensino básico e secundário não apresenta diferenças significativas, centrando-se estas pequenas diferenças principalmente na organização dos ciclos. O que me parece importante salientar é a relevância dada nessas escolas à componente técnica e prática, bastante mais significativa do que no ensino praticado no nosso país, não tendo existido um decréscimo no fomento do ensino profissional como sucedeu em Portugal durante muito anos.

Elaborar este relatório também foi uma mais-valia sob o ponto de vista científico uma vez que para abordar o tema “Trabalho e Calor” foi necessário realizar um trabalho de pesquisa e consulta bibliográfica alargado e a um nível mais aprofundado relativamente ao que normalmente efetuo para preparação das atividades letivas.

Pelo exposto creio poder referir que este relatório veio também potenciar este meu processo de atualização e aprendizagem ao longo da vida no sentido de melhorar continuamente as minhas práticas profissionais.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Isabel P. Martins; Helena Caldeira, et al., *Programa de Física e Química A 10^o ou 11^o anos*, Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, Portugal, 2001;
- [2] David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker, *Fundamentos de Física Volume 1: Mecânica*, 8.^a Edição, LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., Rio de Janeiro, Brasil, 2008, Capítulos 7 e 8;
- [3] Raymond A. Serway, *Física 1 para Cientistas e Engenheiros com Física Moderna*, 3.^a Edição, LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, Brasil, 1996, Capítulos 7, 8 e 14;
- [4] Marcelo Alonso, Edward J. Finn, *Física*, 1.^a Edição, Editora Addison-Wesley, Lisboa, Portugal, 1999, Capítulos 9, 15 e 16;
- [5] Paul A. Tipler, *Física, Volume 1: Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica*, 4.^a Edição, LTC – Livros Técnicos e Científicos S.A., Rio de Janeiro, Brasil, 2000, Capítulos 6, 7, 11, 18 a 21;
- [6] Benjamin Crowell, *Light and Matter*, Fullerton, California, 2013, Capítulos 10 a 13 e 16;
- [7] J. Lopes dos Santos, Manuel Joaquim Marques, *Projecto Faraday Texto do 10^o Ano*, Departamento de Física, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2003, Capítulos 2, 4 e 5;
- [8] Roger Muncaster, *Physics*, 4.^a Edição, Editora Nelson Thornes Ltd, Cheltenham, United Kingdom, 1993, Secções A e C;
- [9] Tom Duncan, Heather Kennett, *GCSE physics*, 4.^a Edição, Editora Hodder Education, London, United Kingdom, 2001, Temas 24, 33, 35 a 41;
- [10] Graça Ventura, et al., *10 F A, Física e Química A, Física, 10.^o Ano*, 1.^a Edição, Texto Editores LDA., Lisboa, Portugal, 2007;
- [11] M. Margarida Rodrigues, Fernando Morão Dias, *Física na Nossa Vida, Física e Química A, Física, 10.^o Ano*, 1.^a Edição, Porto Editora, Maia, Portugal, 2013;

- [12] David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker, *Fundamentos de Física, Volume 2: Gravitação, Ondas e Termodinâmica*, 8.^a Edição, LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., Rio de Janeiro, Brasil, 2009, Capítulos 13, 18 a 20;
- [13] Raymond A. Serway, *Física 2 para Cientistas e Engenheiros com Física Moderna*, 3.^a Edição, LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro, Brasil, 1996, Capítulos 19 a 22;
- [14] Jorge Dias de Deus, et al., *Introdução à Física*, 2.^a Edição, McGraw-Hill, Amadora, Portugal, 2000, Capítulo 6;
- [15] C. Gerthsen, Kneser, H. Vogel, *Física*, 2.^a Edição, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, Portugal, 1998, Capítulo 5;
- [16] Mark W. Zemansky, Richard H. Dittman, *Heat and Thermodynamics*, 7.^a Edição, Mc. Graw-Hill International Editions, Singapore, 1997, Capítulos 1 a 8;
- [17] Barry N. Taylor, Ambler Thompson, *The International System of Units (SI)*, National Institute of Standards and Technology Special Publication 330, WASHINGTON, 2008;
- [18] Manuel Filipe Costa, *Hands-on Science*, Associação Hands-on Science Network, Portugal, 2008, página 1;
- [19] A. Barreira, M. Moreira, *Pedagogia das competências. Da teoria à prática*, Edições Asa, Porto, Portugal, 2004, página 18;
- [20] G. Miranda, *As novas tecnologias e a inovação das práticas pedagógicas*, Contextos de Aprendizagem para uma Sociedade do Conhecimento, Associação Nacional de Professores: Secção de Castelo Branco, Portugal, 2006, páginas 77 a 93;
- [21] Ana Almeida, *Papel do trabalho experimental na Educação em Ciências*, Revista Comunicar Ciência, Ministério da Educação – Departamento do Ensino Secundário, Ano I, n01, outubro/dezembro, Portugal, 1998;
- [22] A. Nóvoa, *Os Professores e sua Formação*, Publicações Dom Quixote, Lisboa, Portugal, 1992, página 27;
- [23] Paulo Freire, *Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa*, 34.^a edição, Paz e Terra, São Paulo, Brasil, 2006, página 39;
- [24] Vasco Moreira, *Escola do futuro - Sedução ou inquietação?: as novas tecnologias e o reencantamento da escola*, Porto Editora, Porto, Portugal, 2001;

- [25] Luís Almeida, et al., *Mobile Robot Competitions: Fostering Advances In Research, Development And Education In Robotics*, Universidade de Aveiro, Portugal 2000;
- [26] J. Oliveira, *Robótica e educação: aproximações piagetianas numa tese de doutorado*, XI Seminário Internacional de Educação Tecnológica, Novo Hamburgo-RS, 2004;
- [27] Célia R. Ribeiro, Clara P. Coutinho, Manuel F. Costa, *Robowiki: Um Recurso Para A Robótica Educativa Em Língua Portuguesa*, VII Conferência Internacional de TIC na Educação, 2011, página 1499;
- [28] J. Teixeira, *Aplicações da Robótica no Ensino Secundário: o Sistema LEGO Mindstorms e a Física*, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, 2006;
- [29] A. Fernando Ribeiro, *New ways to learn science with enjoyment – Robotics as a challenge*, 6th International Conference on Hands-on Science, Science for All. Quest for Excellence, Índia, 2009, página 23;
- [30] Célia R. Ribeiro, Clara P. Coutinho, Manuel F. Costa, *Robotics in Child Storytelling*, 6th International Conference on Hands-on Science, Science for All. Quest for Excellence, Índia, 2009, página 199;
- [31] Rui Baptista, *Utilização de um sistema robótico em experiências de Física*, Dissertação de Mestrado, Departamento de Física, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2009, páginas 7 e 8;
- [32] João Silva, *Robótica no ensino da física*, Dissertação de Mestrado em Ensino da Física, Escola de Ciências, Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2007, página 61;
- [33] Manuel Filipe Costa, José Fernandes, *Growing up with Robots*, Selected Papers on Hands-on Science, Associação Hands-on Science Network, Portugal, 2008, página 93;
- [34] Mário Melo, *Robótica e Resolução de Problemas: Uma Experiência com o Sistema LEGO Mindstorms no 12ºano*, Dissertação de Mestrado, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2009, página 120;

- [35] Marian Petre, Blaine Price, *Using robotics to motivate “back door” learning*, Journal Education and Information Technologies, Volume 9 Issue 2, 6/2004, páginas 147-158;
- [36] Jorge Cardoso, Manuel Ferreira, Cristina Santos, *LEGOSC, Mindstorms NXT robotics programming for artists*, Institute for Systems and Technologies of Information, Control and Communication (INSTICC), 2008
- [37] *LEGO Mindstorms*, Wikipedia, the free encyclopedia:
http://en.wikipedia.org/wiki/LEGO_Mindstorms, acessado em 9/2013;
- [38] *LEGO® engineering, Robolab*:
<http://www.LEGOengineering.com/program/robolab/>, acessado em 9/2013;
- [39] *LEGO Education*:
<http://education.LEGO.com/en-us/products>, acessado em 9/2013;
- [40] *LEGO® engineering, NXT-G*:
<http://www.LEGOengineering.com/program/nxt-g/>, acessado em 9/2013;
- [41] *FLL, FIRST LEGO League*:
<http://www.firstLEGOleague.org/mission/support>, acessado em 8/2013;
- [42] Cecília Galvão, et al., *Ciências Físicas e Naturais, Orientações Curriculares, Ensino Básico 3º Ciclo*, Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica, Portugal, 2001;
- [43] Texas Instruments, *Graphing Calculators*:
<http://education.ti.com/en/us/products/calculators/graphing-calculators>, acessado em 8/2013;
- [44] Texas Instruments, *Data Collection*:
<http://education.ti.com/en/us/products/data-collection>, acessado em 8/2013.

Imagens

- (1) <http://adellelaudan.blogspot.pt/2012/02/work-in-progress.html> *
- (2) http://labvirtual.eq.uc.pt/siteJoomla/index.php?Itemid=371&id=206&option=com_content&task=view *
- (3) <http://www.educolorir.com/paginas-para-colorir-chaleira-eletrica-i19080.html> *
- (4) http://www.globosigns.com.br/det_produto.php?uld=812 *
- (5) http://www.notapositiva.com/pt/trbestbs/geologia/10_mobilismo_geologico_d.htm *
- (6) <http://www.artinaid.com/2013/04/influence-of-the-lithosphere-in-the-wind/> *
- (7) <http://www.fisica-interessante.com/aula-historia-e-epistemologia-da-ciencia-11-crise-da-fisica-1.html> *
- (8) <http://www.geocities.ws/saladefisica9/biografias/joule.html> *
- (9) <http://www.biancafernandesmtb.com.br/2010/12/pedal-pos-natal.html> *
- (10) <http://www.loicasdoarco.pt/index.php?pid=714> *
- (11) <http://blogdamarion.blogspot.pt/2010/05/hora-da-vacina.html> *
- (12) <http://quimicoweb.blogspot.pt/2009/12/experimento-volume-versus-temperatura.html> *
- (13) <http://www.panoramio.com/photo/36996281> *
- (14) <http://www.flickr.com/photos/veggiefrog/2145862702/> *
- (15) http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Aeolipile_illustration.JPG *
- (16) <http://edsolique.com/wp-content/uploads/2011/12/motor-4-tempo.jpg> *
- (17) http://www.ebah.com.br/content/ABAAABY_0AE/maquinas-termicas-fisico-quimica *
- (18) <http://www.navina.ch/workshop/rcx/rcx.html> *
- (19) <http://www.usfirst.org/roboticsprograms/ftc/nxt> *

* acedidas em 8/2013

APÊNDICES

Apêndice 1

Artigo sobre o projeto:

J. Fernandes, J. Santos, M. Costa, *Energy and CO₂ – A Common Challenge For Europe*, HSCI2009 – Proceedings of the 6th International Conference on Hands-on Science: Science for All: Quest for Excellence, Science City, Ahmedabad, Índia, 2009:

6th International Conference on Hands-on Science
Science for All. Quest for Excellence
© 2009 H Sci. ISBN 978-989-95095-5-9

Energy and CO₂ - A Common Challenge for Europe

J.F. Fernandes¹, J.P. Santos²
and M.F.M. Costa³

¹Escola EB João de Meira, Guimarães,
PORTUGAL

²Escola Secundária Martins Sarmiento,
Guimarães, PORTUGAL

³Universidade do Minho, Departamento de
Física 4710-057 Braga, PORTUGAL
mfcosta@fisica.uninho.pt

Abstract. In this communication we will present a Comenius school cooperation project "Energy and CO₂" - a common challenge for Europe". The aim of our project was to get 12 to 16 years' old pupils from various secondary schools in different countries to work together for a better future within the EU' Comenius framework. This project includes a cross curricular dimension since it will involve classes and teachers in many different subjects, such as physics, biology, information technology and English.

Each school will work about their own region and present and discuss their solutions for this major problem with the pupils of the other schools to get a Europe perspective on the subject. Pupils' work will all be reported in English enabling the exchange of information between participating schools.

Towards the end of each school year, several pupils from the different schools come together for discussing and exchanging of ideas and solutions from their research. Pupils will discuss the solutions found for other regions/countries and think on the possibility of use it in their own region.

We promoted new approaches in this research process with and extended use of the internet, computers, digital cameras and even building and using robotic models.

Saving resources and using alternative energies is the key to a positive view in the future!

An Experience on: How to Disseminate Scientific Knowledge to the Community

M. Martinho^{1,2}, S. Seixas¹
and R. Fonseca¹

¹ Associação Portuguesa de Ciclídeos,
Alameda da Guia, 219, 2750-371 Cascais,
PORTUGAL

² Universidade Aberta, Rua Escola
Politécnica, 147, 1269-001 Lisboa,
PORTUGAL

macmartinho@gmail.com, somia@univ-ab.pt,
r.a.f@sapo.pt

Abstract. In Portugal, aquariophilia is a popular hobby but fish frequently die in home aquariums because of lack of knowledge. It is frequent, even in some shops, to see species of different environments and requirements together or predators and preys being put together.

So it is necessary to teach people in how to properly set up an aquarium, taking care of it, choosing the correct species to put together, the water chemistry, and so on.

There is much literature on the subject in the market, but in foreign languages and sometimes using a scientific language not understood by the common hobbyist.

So it was decided to put forward an action in the biggest animal fair in Portugal. In order to accomplish this, another Portuguese association in the hobby was contacted, as well as a university and we had the support of the fair organization. A workshop was set forth during the two afternoons of the weekend of the fair.

Normally the public would come to the fair to see different species and to buy some animals and related products. To attract people a stand was established in the middle of the exhibition area with chairs, a projector and sound equipment and was surrounded by several aquariums with different environments in a total of 72 m². The public reaction was above our expectations, all chairs were occupied and there was public assisting standing up.

Because of the success of this workshop, included as an attraction event in the fair, the organization of the fair are interested in doing something similar this year and other local fairs

Apêndice 2

Protocolo para realização da atividade experimental “Satélite geoestacionário”:

Escola Secundária com 3º Ciclo do Ensino Básico Martins Sarmiento

School Year: 2011 / 2012

Comenius
“Innovative European Schools in the 21st century”



Geostationary Satellite

Problem

A geostationary satellite describes an approximately circular orbit at 35880 km height within a 24-hour period, independently of its mass. Confront this situation with that of a body attached, by means of an elastic spring, to a rotating platform with a constant angular velocity.

Goals

Characterise the uniform circular speed motion:

- Identify the characteristics of the resultant of the forces, responsible for the movement;
- Determine, from the time, the magnitude of the angular velocity;
- Relate the acceleration of motion with the angular velocity and the radius of the trajectory.
- Explain the reason why a satellite in a circular orbit around the Earth has an orbital velocity that is independent from its mass.

Material

Turntable and cart (assembled by using the LEGO MINDSTORMS NXT 2.0)

Dynamometer

Marked masses

Stopwatch

Graph paper

Marker

Procedure

Use the experimental setup with a trolley based on a turntable, connected to one of the extremities of a dynamometer centred on the board;

Set the plate in motion at a constant angular velocity (use the file "Satelite100" the NXT or make a new programming);

Measure the time of 10 laps. Determine the period of movement.

Measure the radius of the trajectory (put a piece of paper under the cart and a marker attached to the cart, in order to tick a mark on the paper).

Register the value marked on the dynamometer.

Repeat the previous procedures twice.

Vary the mass of the cart, keeping the speed of the rotating plate, and restart the process. (Make tests with three different masses)

Data recording:

Mass of the cart m (g)	Test	Time of 10 laps Δt (s)	Ray trajectory r (cm)	Intensity of the force F (N)
	1			
	2			
	3			
	1			
	2			
	3			
	1			
	2			
	3			

Apêndice 3

Análise das formações frequentadas:

A. Parte Curricular do Mestrado em Evolução e Origem da Vida

Analisando as orientações curriculares para o terceiro ciclo relativas a Ciências Físicas e Naturais constatamos que o primeiro tema a abordar é “Terra no espaço” que foca a localização do planeta Terra no Universo e sua inter-relação com este sistema mais amplo, bem como a compreensão de fenómenos relacionados com os movimentos da Terra sua influência na vida do planeta. Mais concretamente para a disciplina de Ciências Físico-Químicas esse tema está dividido nos subtemas “Universo, Sistema Solar e Planeta Terra. Com este tema pretende-se que os alunos sejam capazes de responder a três questões fundamentais: “O que conhecemos hoje acerca do Universo?” “Como se tornou possível o conhecimento do Universo?” “O que faz da Terra um planeta com vida?”

Passando ao ensino secundário a disciplina de Física e Química A tem na sua unidade um o tema “Das Estrelas ao Átomo” cujo primeiro ponto a abordar é a “Arquitetura do Universo”. Neste ponto, entre outras assuntos, é suposto apresentar-se uma breve história do Universo, da teoria do “Big-Bang” referindo as suas limitações, falar-se dos aglomerados de estrelas, nebulosas, poeiras interestelares, buracos negros e sistemas solares, analisar-se os processo de formação de alguns elementos químicos no Universo e a distribuição atual dos elementos no Universo.

Desta análise verifica-se que para uma abordagem conveniente destes temas é necessário algum conhecimento na área da cosmologia e astronomia associada á Física e á Química. A minha formação de base versou várias áreas da Física e da Química mas, como é natural, não teve um enfase particular na Astrofísica ou Cosmoquímica. Assim, e não obstante um estudo pessoal nestas áreas, na primeira vez que lecionei estes temas não sentia o “conforto” natural que gosto de sentir quando leciono um assunto. No sentido de contrariar esta situação e aumentar a minha formação académica, no ano letivo 2005/2006 frequentei a parte curricular do Mestrado em Evolução e Origem da Vida.

O facto de este curso englobar um leque diversificado de áreas disciplinares foi um dos fatores que me conduziu à sua escolha. Este possibilitar-me-ia uma visão global sobre o assunto em causa alargando o meu conhecimento e compreensão acerca tema, tornando-me mais apto para responder á diversidade e complexidade de questões que os alunos usualmente levantam sobre este assunto. Além disto, as

áreas da Física e Química e da Biologia e Geologia eram, sem dúvida, as que apresentavam uma maior componente letiva e, portanto, a abordagem da componente científica da minha área disciplinar e das disciplinas de caráter transversal na lecionação do tema nos ensinos básico e secundário estava assegurada.

Numa análise mais pormenorizada no curso foram ministradas oito disciplinas: “História das Ideias”, com uma duração de 10 horas; “Matemática”, com uma componente letiva de 25 horas; “Física”, com uma duração total de 43 horas, dividida em duas partes, uma primeira sobre “Astrofísica” envolvendo 30 horas e uma segunda sobre “Habitabilidade no Universo” compreendendo 13 horas; “Química”, com uma componente letiva total de 43 horas, também dividida em duas partes, uma primeira sobre “Cosmoquímica” envolvendo 20 horas e uma segunda sobre “Evolução Química” compreendendo 23 horas; “Ciências da Terra”, com uma duração total de 43 horas, dividida em duas partes, uma primeira sobre “Geologia” compreendendo 20 horas e uma segunda sobre “Geologia e Evolução” envolvendo 23 horas; “Biologia”, com uma componente letiva de 43 horas; “Filosofia das Ciências” com uma duração de 10 horas; e “Temas Interdisciplinares Integrados” com uma componente letiva total de 45 horas, neste caso dividida em três partes, uma primeira com 7 horas de duração sobre “Temas avulsos em História das Ciências.”, uma segunda sobre “O significado e o valor dos conceitos científicos. A Evolução e sua estrutura.”, compreendendo 20 horas e uma terceira de “Sessões periódicas de apresentação de trabalhos realizados pelos estudantes”, envolvendo 18 horas.

As modalidades de avaliação utilizadas neste curso foram variadas e ajustadas às particularidades de cada disciplina. Comum à generalidade das disciplinas foi a realização de uma monografia, com posterior apresentação e discussão perante a turma e professor(es) da disciplina. Também em quase todas as disciplinas existiu um exame de avaliação final. Além destas formas de avaliação algumas disciplinas ainda apresentavam problemas semanais ou quinzenais para resolução pelos alunos e, com periodicidade semelhante, em Filosofia das Ciências era solicitada uma reflexão escrita sobre os temas abordados nas aulas. A assiduidade foi também um fator tido em conta na avaliação. Para mim este foi o único aspeto desmotivante no curso, uma vez que, mesmo com estatuto de trabalhador estudante, fui penalizado em quase todas as disciplinas por não comparecer a parte das aulas em

virtude de, em simultâneo, ter aulas para lecionar na minha escola (não obstante alternar quase semanalmente as aulas na escola com a frequência do curso!).

Numa análise mais centrada nas monografias realizadas, em História das Ideias o trabalho sobre “O congresso de Karlsruhe: origens, objetivos, resultados e consequências.” mostrou-me uma perspetiva histórica da evolução científica e um conhecimento da realidade da química do século XIX. Em Química pesquisar sobre “O papel da espectroscopia de infravermelhos e de micro-ondas na investigação da Evolução e da Origem da Vida.” Não só me fez aprofundar o assunto como me deixou a questão “Será que os ingredientes para a vida se formaram com, na ou fora da Terra?”. Na Física, o estudo das “Futuras missões para procurar vida em Marte”, deu-me uma visão mais concreta sobre as missões espaciais. Com os trabalhos realizados em Ciências da Terra “As Extinções em Massa: Causas Geológicas” e em Biologia “O sucesso dos apêndices articulados” tive perceção da relação entre a evolução dos acontecimentos geológicos e a vida na Terra e justificação para longevidade de determinadas espécies. A visão da Matemática com trabalhos como “A constante de Feigenbaum”, “Diffusion Limited Aggregation” e “Fractais” mostrou que o acaso ou a convergência de fatores num dado momento da história pode implicar alterações radicais a um desenvolvimento aparentemente linear!

Verifica-se pela análise do elenco disciplinar e alguns tópicos programáticos que a frequência deste mestrado possibilitou a aquisição de saberes e competências para responder de modo adequado às questões e solicitações dos currículos a lecionar. Esta abordagem multidisciplinar do tema permitiu-me obter uma visão ampla do assunto tornando-me culturalmente mais habilitado para o tema. Além disto a multiplicidade de modalidades de avaliação existentes também me conduziu a uma reflexão sobre a diversificação da avaliação dos alunos e me tornou mais ciente da pertinência de cada aplicação. Paralelamente a realização das monografias sobre diversos temas e todo o estudo realizado para a resolução dos diversos problemas apresentados fez com que aprofundasse substancialmente conhecimentos relacionados com o tema. Também me permitiu desenvolver capacidades de resolução de problemas e desenvolveu competências para a elaboração de trabalhos de natureza científica. Por tudo isto considero que a frequência deste curso foi extremamente relevante para a minha formação profissional, sendo um complemento valioso à minha formação inicial.

B. Curso de Formação: “Trabalho prático na perspetiva dos novos programas de Física e Química – uma abordagem ao 10º ano”

A revisão curricular que conduziu ao atual programa de Física e Química A entre outros objetivos visava contribuir para “recuperar atrasos e contribuir para um nível de literacia e cultural mais elevado dos alunos ... levam a assumir como pressuposto para a concretização do programa, o carácter prático-laboratorial de um terço dos tempos letivos.” Assim, pretende-se que através desta disciplina os alunos possam “compreender o papel da experimentação na construção do conhecimento (científico) em Física e Química” e “desenvolver competências sobre processos e métodos da Ciência, incluindo a aquisição de competências práticas/laboratoriais/experimentais”.

No sentido de me preparar para abordar convenientemente o novo programa da disciplina de Física e Química A, cuja componente prática assume um papel preponderante, em setembro de 2003 frequentei o curso de formação: “Trabalho prático na perspetiva dos novos programas de Física e Química A – uma abordagem ao 10º ano”, com uma duração de 30 horas, organizado pelo Centro de Formação Martins Sarmiento.

A primeira parte da ação baseou-se essencialmente na abordagem e reflexão teórica de novas metodologias de ensino a utilizar na planificação e lecionação dos novos programas. A planificação da disciplina deve enquadrar-se num ensino Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), dando-se maior importância ao conhecimento em ação em detrimento do conhecimento disciplinar. Nesta sequência a resolução de exercícios de aplicação deve dar lugar à resolução de problemas por parte dos alunos tornando-os mais ativos e responsáveis pela sua aprendizagem. Os conhecimentos e as ideias pré concebidas pelos alunos devem estar presentes na nova perspetiva de ensino, construindo-se o conhecimento a partir das conceções alternativas dos alunos, de forma a criar uma aprendizagem significativa. A avaliação deve sofrer adaptações de forma a introduzir modalidades de avaliação condizentes com os novos métodos de ensino.

A segunda parte da ação centrou-se fundamentalmente nas atividades práticas da componente de Física do novo programa de Física e Química A, iniciando-se com distinção dos termos “prático”, “laboratorial e “experimental” que caracterizam as atividades a desenvolver na sala de aula de acordo com o programa. Sob o ponto de vista teórico foram apresentados e explorados os vários trabalhos práticos, salientando-se as estratégias que conduzem à obtenção de resultados previstos e

adequados tendo-se realizado, em alguns casos, a atividade experimental. Ficou evidente que a realização destas atividades laboratoriais se revestem de grande importância na perspectiva de ensino que se pretende seguir.

A frequência desta ação foi profícua para o meu exercício profissional, pois serviu de base para a preparação da lecionação do programa de Física e Química A do 10º Ano. No entanto, o cariz eminentemente teórico da mesma, contrário aos seus objetivos, não facilitou resultados ainda mais proveitosos da formação.

C. Oficina de Formação: “Promover e renovar o ensino experimental da Física e da Química”

No intuito de continuar a preparar a abordagem da componente prática do novo programa da disciplina de Física e Química A, nos meses de janeiro e fevereiro de 2005 frequentei a oficina de formação: “Promover e renovar o ensino experimental da Física e da Química”, com uma duração de 25 horas, organizada pelo Centro de Formação de Francisco de Holanda.

Esta ação apresentou-se como um complemento à formação referida no ponto anterior uma vez que abordou essencialmente os trabalhos experimentais do novo programa de Física e Química A do 11º Ano. Além da reflexão teórica sobre metodologias de ensino a utilizar na planificação e lecionação destas atividades, possibilitou a realização experimental de uma boa parte delas.

O que tornou ainda mais profícua a frequência da ação foi o fato de a avaliação da ação não se cingir à realização de um relatório da formação mas sim sobre uma planificação completa acerca de uma das atividades a desenvolver. Isto possibilitou não só um maior aprofundamento de um tema, no meu caso: “Neutralização: Uma reação Ácido-Base” mas também uma troca de experiências e debate de ideias através da apresentação e discussão em grupo de cada um dos trabalhos desenvolvidos.

D. Ação de Formação: “Comunicação de informação a curtas e longas distâncias”

O valor da componente experimental no programa de Física e Química A é, sem dúvida, muito significativo. No entanto, uma correta abordagem das atividades experimentais só é possível com uma adequada preparação e abordagem da componente teórica subjacente. Tal como se refere no programa A segunda Unidade, “Comunicações, trata de um tema da maior atualidade, cuja evolução e importância têm na Física a principal raiz e protagonismo”. No sentido de me manter

atualizado e melhor compreender este tema no último trimestre de 2012 frequentei a ação de formação: “Comunicação de informação a curtas e longas distâncias”, com uma duração de 25 horas, organizada pelo Centro de Formação da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

Nesta ação, além da abordagem teórica dos conceitos associados ao tema, como o de campo, de indução magnética, de onda ou de modulação, entre muitos outros, possibilitou a realização de diversas atividades experimentais, nomeadamente: i) Trabalhos com o osciloscópio e eletrónica básica; ii) Indução magnética e demonstração da lei de Lenz; iii) Descrição de sinais harmónicos simples, análise espectral de um sinal complexo, análise da voz humana; iv) Propagação em meios limitados: reflexão, refração e reflexão total, Interferência e difração; Utilização de micro-ondas e do laser; Absorção; v) Modulação AM e FM; vi) Experiências de ótica. Para esta ação elaborei, também, um trabalho sobre a atividade iv) com a respetiva apresentação e discussão perante a turma e professores do curso.

O conjunto de atividades realizados na ação com supervisão e apoio de professores universitários, tornou-me mais apto para a lecionação deste tema contribuindo, portanto, para a melhoria da minha atividade profissional.

E. Curso de Formação: “A abordagem do xadrez em ambiente escolar”

Sabendo que muitas escolas possuem grupos de xadrez e, tendo consciência que o xadrez pode potenciar as capacidades dos alunos, senti necessidade de aprofundar um pouco esse assunto. Assim, em outubro de 2005, frequentei o curso de formação: “A abordagem do Xadrez em ambiente escolar”, com a duração de 25 horas, organizado pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Nesta ação tive oportunidade de verificar a existência de diversos programas/estudos sobre a influência do xadrez nas capacidades dos alunos e a pertinência da inclusão do xadrez no currículo escolar. Constatei, por exemplo, que na antiga União Soviética, após um estudo de Diakov, Petrovsky e Rudik de 1926, cujas conclusões referem que o xadrez ajuda a desenvolver competências intelectuais, motivação e disciplina, a inclusão do xadrez no ensino passou a prática corrente. Até aos nossos dias outros programas têm sido realizados apontando sempre o xadrez como uma mais-valia para o desenvolvimento intelectual dos alunos. A própria FIDE - World Chess Federation, num relatório de 1984 referia que de acordo com as conclusões de alguns programas o estudo do xadrez conduz a um aumento do quociente de inteligência (Q.I.) dos alunos.

Atendendo às características deste jogo, a atenção, a concentração, a criatividade, a imaginação, a memorização e o raciocínio são fundamentais para um bom desempenho e evolução como jogador. O desenvolvimento destas capacidades potencia, a capacidade de resolução de problemas, o pensamento crítico, o raciocínio lógico-matemático. Tratando-se de competências relevantes no processo de aprendizagem dos alunos, é fácil compreender que esta modalidade seja encarada como uma mais-valia nas escolas.

Constatai que, de um modo geral, nos países de leste atividades relacionadas com o xadrez, e não só ao nível escolar, são bastante mais valorizadas do que na restante Europa. O nosso país em particular é um dos países onde o estímulo à prática do xadrez nas escolas não é significativo.

A frequência da ação levou-me a concluir que o xadrez pode ser um complemento curricular preponderante para o incremento do sucesso escolar dos alunos. No sentido de contribuir para o fomento da modalidade nas escolas o trabalho realizado para a formação foi precisamente a elaboração de um plano para a criação de um clube de xadrez numa escola.

F. Curso de Formação: “O uso das calculadoras gráficas nas aulas de Física e Química”

Há cerca de uma década os novos currículos de Física e Química A advogavam “o uso de calculadoras gráficas”. Referiam a necessidade de “retirar peso à memorização e à resolução repetitiva de exercícios, privilegiando-se estratégias de compreensão, técnicas de abordagem e de resolução de problemas”. Estes factos e as aparentes potencialidades destas máquinas conduziram-me à necessidade de adquirir uma destas máquinas. A aparente facilidade de utilização nas aulas para análise de dados e de gráficos apresentava-se desde logo como uma mais-valia na resolução de problemas e tratamento dos dados experimentais, normalmente realizados com recurso à folha de cálculo “Excel”.

No sentido de me inteirar mais facilmente das suas potencialidades e aplicações nas aulas e, também, para poder auxiliar os meu alunos na sua utilização, nos meses de março e abril de 2004 tive a oportunidade de frequentar o curso de formação: “O uso das calculadoras gráficas nas aulas de Física e Química”, com uma duração de 38 horas, organizado pelo Centro de Formação de Francisco de Holanda.

A ação apresentou um cariz eminentemente prático, utilizando os modelos de calculadoras “TI-83 Plus” e “TI-84 Plus” da Texas Instruments [43], sendo possível

por em prática e testar, sempre que necessário, os fundamentos teóricos apresentados nas sessões. Além de se abordar funções da máquina com grande utilidade para a disciplina, como as associadas à análise de gráficos de funções, muito útil no estudo das leis do movimento, ou a realização de regressão linear, também útil na análise de resultados experimentais, foi a utilização de acessórios destas máquinas, nomeadamente o sensor de movimento CBR, que permite a aquisição de dados para a análise de movimentos como a distancia, velocidade ou aceleração e o interface CBL que possibilita a aquisição de dados através da ligação a vários sensores como o de temperatura, luz, som, pH, etc... [44], que evidenciou sobremaneira as capacidades destas ferramentas que não se confinam às máquinas em si potenciando ainda mais a sua utilização.

Em suma, a frequência desta ação possibilitou-me a aquisição dos conhecimentos essenciais no que respeita à utilização e às potencialidades destas máquinas no contexto de sala de aula, motivando-me ainda mais para a sua utilização, tornando-se evidente que tal como refere o programa da disciplina de Física e Química A “o uso de calculadoras gráficas nas atividades de sala de aula, nomeadamente no traçado e interpretação de gráficos permite mudar a ênfase do ensino dos processos de resolução de exercícios para o significado e análise crítica dos resultados”.

G. Oficina de Formação: “Processos Multimédia na sala de aula: combate ao abandono escolar”

Motivar os alunos, que vivem rodeados de infindáveis e atrativas solicitações exteriores ao ambiente escolar, para as atividades escolares e, de algum modo, combater o abandono escolar é um desafio constante para um professor. O próprio programa de Física e Química A indica que com esta disciplina se pretende “melhorar as capacidades de comunicação escrita e oral, utilizando suportes diversos, nomeadamente as TIC” e desenvolver competências utilizando “formatos diversos para aceder e apresentar informação, nomeadamente as TIC”. Neste sentido, de novembro de 2006 a junho de 2007 frequentei a oficina de formação: “Processos multimédia na sala de aula: Combate ao abandono escolar”, com a duração de 50 horas (25 h presenciais), organizada pelo Centro de Formação Martins Sarmiento.

Na ação foram explorados os programas “Picasa”, para manipulação de imagens, “Windows MovieMaker”, para a criação de filmes, “Audacity”, para a gravação, tratamento e reprodução de sons, e o “BenetonMovie”, para a construção de

animações de imagens. Também a utilização da plataforma “moodle” como base da apresentação da ação se mostrou bastante prática quer para a obtenção dos suportes informáticos necessários ao acompanhamento das sessões quer pela facilitação do contacto entre formandos e formadores além do horário da formação.

Nesta oficina pretendia-se que os formandos elaborassem e apresentassem vários trabalhos nomeadamente: “Criar um Poster”, “Criar uma colagem”, “Construir uma animação” e “Criar um filme com som”. Dando resposta à solicitação da ação criei uma colagem das formas das galáxias para exploração com os alunos nas respetivas aulas; um poster sobre a tabela periódica que, sendo um instrumento fundamental em Química, será sempre interessante a sua colocação em grandes dimensões numa parede do laboratório. Quanto às animações foram elaboradas duas, uma que abordava a questão da pressão e outra reveladora do campo magnético criado por um íman. No que respeita aos vídeos, foram realizados dois, uma dobragem de som em que se utilizou um vídeo existente sobre o Universo falado em inglês, e um segundo sobre as fases da lua e os eclipses.

Frequentemente surgem novos programas informáticos cujas características possibilitam uma utilização em ambiente de sala de aula, servindo para ajuda na preparação das aulas ou para auxiliar aos alunos na elaboração e apresentação dos seus trabalhos. No entanto não é fácil despende sempre do tempo necessário para aprender a lidar com essa diversidade de ferramentas. Assim, aproveitando a troca de experiências com os formadores e outros formandos esta ação permitiu-me adquirir competências de trabalho em várias ferramentas que a título particular seria mais difícil e moroso.

H. Ação de Formação: “Quadros interativos multimédia no ensino/aprendizagem das Ciências”

Com vista à diversificação dos suportes a utilizar na sala de aula e utilização das TIC em setembro de 2011 também frequentei a ação de formação: “Quadros interativos multimédia no ensino/aprendizagem das Ciências”, com uma duração de 15 horas, organizado pelo Centro de Formação Martins Sarmiento.

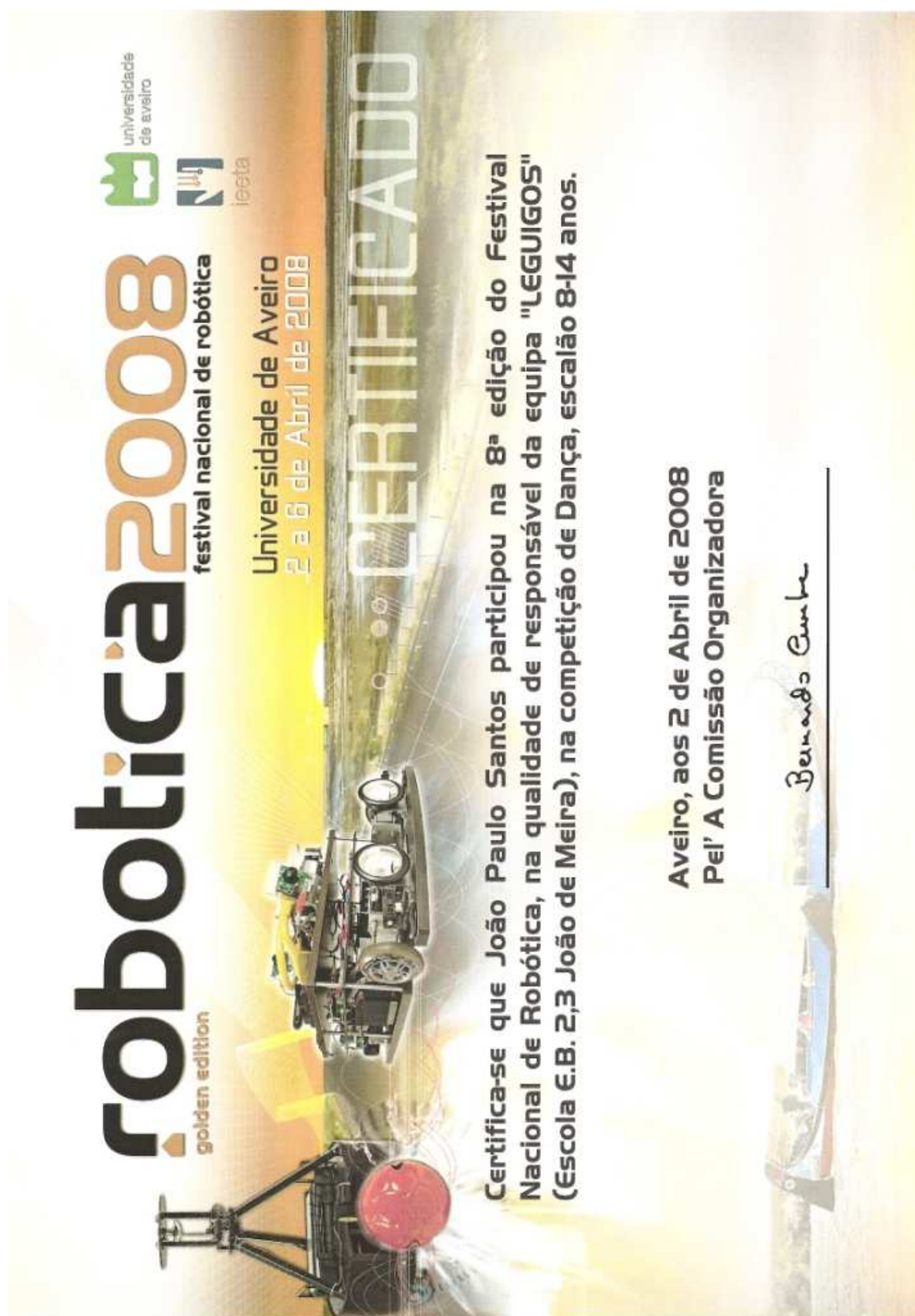
Numa primeira fase da ação foi apresentado e analisado o funcionamento programa “ActivInspire” e posteriormente realizado trabalho nesta ferramenta para possível utilização em sala de aula. No meu caso preparei uma aula sobre o “Lançamento horizontal” tentando utilizar o máximo de funcionalidades do programa tentando diversificar, de modo coerente, as atividades da aula.

Os quadros interativos poderão ter um papel relevante na diversificação de atividades letivas pois funcionarão como impulsionadores e facilitadores destas práticas permitindo aglutinar num instrumento de utilização simples e rápida uma infindável variedade de recursos tornando o ensino/aprendizagem controlado. O professor intervém, decide e seleciona o modo de apresentação da informação, sempre com uma participação ativa dos alunos. A frequência desta ação permitiu aprofundar conhecimentos para a utilização deste instrumento didático e fomentou a vontade de reforçar o uso deste recurso nas minhas práticas letivas de modo a tentar ir mais de encontro aos anseios e interesses dos alunos.

ANEXOS

Anexo 1

Certificado de presença no “Robótica 2008”:



Anexo 2

Certificado de presença no “Robótica 2009”:



C E R T I F I C A D O

Certifica-se que João Paulo Santos participou como responsável no
9º Festival Nacional de Robótica, na prova de Dança Escalão 8-14 anos
organizado pelo Instituto Politécnico de Castelo Branco.



Instituto Politécnico
de Castelo Branco



(Prof. Paulo Gonçalves/ Prof. Carlos Alves)

Anexo 3

Certificado de presença no “Robótica 2010”:



Anexo 4

Certificado de participação na 8ª Edição 2009/10 do Concurso de Ideias do Prémio Fundação Ilídio Pinho “Ciência na Escola”, subordinado ao tema “Artes da Física”:



Anexo 5

Certificado de presença no encontro de alunos no Euro Space Center de Redu na Bélgica, entre os dias 27 e 31 de maio de 2005:



Anexo 6

Artigo sobre o projeto:

M. Costa, J. Fernandes, *Robots at School. The Eurobotice project*, HSci2005 – 2nd International Conference, Hands-on Science: Science in a changing Education, The University of Crete campus at Rethymno, Grécia, 2005:

Robots at School. The Eurobotice project

Manuel F. M. Costa *, José F. Fernandes **

*Universidade do Minho, Departamento de Física 4710-057 Braga, Portugal
mfcosta@fisica.uminho.pt

**Escola EB 2,3 João de Meira, Guimarães, Portugal
filipeflemos@hotmail.com

Abstract. *The pedagogical usefulness of robotics in Science and Technology education is being proved in different contexts and approaches.*

In this communication we will present a Comenius I school education project named Eurobotice where it is intended to combine the study of the basics of robotics and of its applications with space science and space exploration.

The Eurobotice project involves around 300 students, ages 12 to 14 on average, from 10 schools of eight EU' countries.

Teams of school students are established and work cooperatively in order to solve a number of challenges under the theme of space exploration. The space topic will be researched discussed and explored and several robots or robotic' artefacts are build and programmed in order to fulfil a number of task in a final robotic competition at the facilities of the European Space Agency in Holland.

Keywords. Robotics, Science Education, School, Hands-on experiments, Comenius I projects.

1. Introduction

Hands-on experimental activities have long time proved to be one of the most effective ways to drive the students to a successful learning of science and technology [1,2].

Robotics is a topic rather challenging and appealing to our young students.

On the other hand robotics and automation is also very and ever increasingly important in science and technology, in a vast number of industries and even in our every day life. Robotics will certainly have a major role in the current and future development of our economies and society.

2. Eurobotice - Mission Mars

At the 1st International Conference on "Hands on Science, Teaching and Learning Science in the XXI Century" we introduced the topic of the learning and use of robotics in school education [3]. This time we are going to report on a European cooperation project centred in this in-school' robotics topic.

The Eurobotice project is Socrates/Comenius School project involving 10 schools from 8 European countries (France, Portugal, Austria, Belgium, Denmark, Norway, Sweden and UK) and promoted within the frames of the Hands-on Science European network.

The main objective of the project is to promote the learning and the dissemination of new technologies, with special focus in robotics, motivating and involving all the school members, as well as the whole community they are inserted in. In particular Eurobotice aims to improve the teaching of science and technology through the use of robotics and space research dealing with both subjects in an integrated and interdisciplinary way. Students from all countries find the challenges of space exploration stimulating. The project wishes also to encourage an exchange of ideas between members of the European Union and to promote the study of science, engineering and technology.

The activities of students teachers and schools will be driven towards the preparation of a final major activity. It is a robotics competition or festival on the theme of Robotics and the European Space Exploration research. In particular the main topic will be the exploration of Mars, a topic of great actuality. Students will design build and program a robot or a set of robots built to perform a series of different but interrelated tasks. The robot teams will than, at the festival, be exhibited and run against other robot' team from other schools and countries.

For this competition there are two main preparatory activities that will take almost a full

school year: the Robot Game and the Research Assignment.



Figure 1. The students present their work to the other teams the jury and visitors the results of their research work on space exploration.

During the development of their Research Assignment the students will understand more fully the significance to the real work of the scientific and technological research being conducted by scientists around the world in this specific science and technology subject. In the context of Eurobotice the subject is space exploration. In particular the students must to, by them selves, learn more about space, space exploration constraints and missions. They are asked to learn about the industries and research activities in their own country.

Reports shall be produced namely in the form of multimedia presentations and webpages or sites.

After this preparation phase (that in fact takes place throughout the all duration of the project' activities) the students enter the Robot Game phase. Here the students must design develop build and program a robot to solve a series of missions on a playing field. Specific rules are associated with each one of the different tasks presented. The different missions will take place in a specially designed playing field (figure 3,) that intends to simulate a Mars' ground. The eight chosen missions are named: Exit the Tetrahedron base; Launch the sample canister; Clear the solar panel; Connect the 180° and 90° habitation modules; Free the rover; Move ice cores to base; Move boulders into the launch circle; All terrain vehicle test.

The ensemble of missions intends to reproduce actual activities that need to be fulfilled in a space exploration program.

Furthermore each activity focus on tackling the learning of a specific competency (programming, building,...) or knowledge (kinematics and dynamics, friction, mass and volume, resolution and accuracy,...).



Figure 2. The winning robot?... result of several months of intense highly motivated work.

The project was integrated into the normal curricular activities of different and diverse disciplines: foreign languages – used to assist in the exchange of information between participating European countries- namely english and french; ICT, of great importance in the processes of learning how to program the robots but also on how to exchange information between the different teams and schools from the different European countries involved, through email and internet; physics, in all that relates to mechanics but also optics and electricity for instance as support to the understanding selection and use of the different robotic sensors; technology – on the construction of the robot's propulsion and manipulation systems; art and design – in what concerns the "look" of the built robots, and to enhance the presentation of the pupils' research reports to an international audience.

During the project students have to locate sources of information, select appropriate materials and organize it in a logical efficient and appealing way.

With these activities we will achieve to develop an awareness of the organisation of Europe's space industry and research, to encourage students to consider a science or technology based career and increase the awareness of the links between theory and practice. The project was also used to facilitate and induce exchanges between students and teachers from diverse

European countries increasing the sense of European citizenship.

Teachers learn how to work with colleges of schools from other European countries sharing experiences and best practices.

Individual schools learn how to benefit from European fellowships by developing links with other European schools and institutions

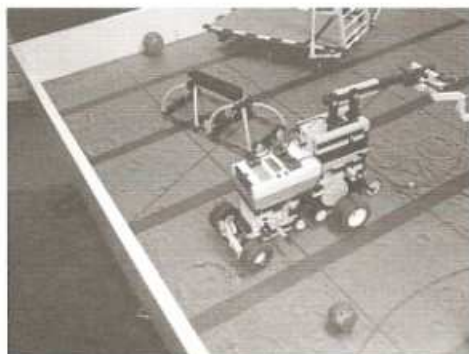


Figure 3. The Mission Mars' playing field.

At the end of the project the students are capable of:

- perform tasks methodically individually and in teams;
- to put in practice their theoretical knowledge concerning the programming of their robots;
- use the theoretical knowledge obtained in the solution of practical problems;
- increase their aptitudes and competencies of use of the technologies of information and Internet, elaboration of critical and logical reasoning, the ability to validate and to use all the obtained information towards a goal.

At the end of the project the students' teams and the schools will produce and exchange a DVD with the conclusions of their work, their multimedia presentations, films and pictures of the accomplished work and the participation in the competitions. These products will be used in demonstrations to motivate other students to the study of robotics and other areas considered traditionally difficult as physics and mathematics.

More information concerning these projects can be found in the websites created by the project students: <http://robos.no.sapo.pt> and www.eb23-joaomeira.rcts.pt/indexeurobotice.htm.

3. Conclusion

In-class hands-on experimental activities have a very positive impact in the large majority of the students involved.

Space exploration and robotics are appealing and challenging topics that students from early ages work with in an enthusiastic and committed but very responsible way.

The students, their teachers and schools gain a series of new competencies and knowledge invaluable in their educational development. The most important outcome of this type of projects is the self-confidence and responsibility our students developed and well as an excellent posture towards science and technology.

4. Acknowledgements

The authors and in name of the Hands-on Science network would like to acknowledge the support of all schools members of the Eurobotice project and of all National Socrates Agencies of the countries involved in the project.

5. References

- [1] D. A. Kolb, "Experimental learning: Experience as source of learning and development", Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J. 1984).
- [2] Manuel F.M. Costa, "The importance of experimentation on teaching the basics of optics at elementary and high schools", Proc. Soc. Photo-Opt. Instrum. Eng., vol. 3190, p. 228-232 (1997).
- [3] Manuel F. M. Costa, José Fernandes; "Growing up with robots", proceedings of the 1st International Conference on Hands on Science, Teaching and Learning Science in the XXI Century", Ljubljana, Slovenia July 2004, Sasa Divjak ed., pp. 177-181 (2004).
- [4] www.eb23-joaomeira.rcts.pt/indexeurobotice.htm

Anexo 7

Certificado de participação no encontro de professores realizado entre os dias 13 e 16 de novembro de 2008, na escola polaca Gimnazjum nr 38 Integracyjne, Zespól Szkół Nr 19, de Bydgoszcz:



ZESPÓŁ SZKÓŁ NR 19
Gimnazjum nr 38 Integracyjne
ul. A. Ciszynally-Siedleckiego 11
51-563 Bydgoszcz, tel. 371-13-50

Certificate of Attendance

This is to certify that

Mr João Paulo Santos

attended the Comenius Project Meeting

“Energy and CO2 – A Common Challenge For Europe”

held at

Gimnazjum nr 38 Integracyjne, Zespól Szkół Nr 19

Bydgoszcz – Poland

between 13th and 16th November 2008

Bydgoszcz, 15.11.2008

DYREKTOR SZKÓŁY
Beata Mendry
mgr Beata Mendry

Anexo 8

Certificado de participação no encontro de professores realizado entre os dias 16 e 19 de novembro de 2011, na escola polaca Gimnazjum nr 38 Integracyjne, Zespół Szkół Nr 19, de Bydgoszcz:



Certificate of Attendance

This is to certify that

Mr João Paulo Santos

attended the Comenius Project Meeting

„Innovative European Schools in the 21-st century”

held at

Gimnazjum nr 38 Integracyjne, Zespół Szkół nr 19

Bydgoszcz – Poland

between 16th and 20th November 2011

ZESPÓŁ SZKÓŁ NR 19
Gimnazjum nr 38 Integracyjne
ul. A. Grzymały-Siedleckiego 11
85-863 Bydgoszcz, tel. 371-13-26

Bydgoszcz, 19.11.2011

DYREKTOR SZKOŁY
Beata Mendry
mgr Beata Mendry

Anexo 9

Certificado de participação no encontro de professores que decorreu entre os dias 13 e 17 de novembro de 2012, na escola Plein College Sint - Joris, de Eindhoven, da Holanda:



Anexo 10

Exemplo de uma notícia sobre o logótipo do projeto num jornal local:

Correio do Minho TEXTO NORMAL

LIMITE DE VAGAS POR TURMA 23

ALUNOS DE SAÚDE

CONSTITUIÇÃO CIVIL

HORÓSCOPOS | OPINAÇÃO | ARTES & LERZER | MULTIMÉDIA | CLASSIFICAÇÕES

BRAGA | CÁVADO | VALE DO AVE | ALTO MINHO | AS NOSSAS ESCOLAS | DESPORTO | NACIONAL

«Onde se encontra?» > Início > Notícias > Escola Secundária Martins Sarmento ganha concurso europeu

>> Venha descobrir 



Escola Secundária Martins Sarmento ganha concurso europeu

AS NOSSAS ESCOLAS

2012-01-02 |  Yahoo (951) |  Compartilhe (0)

autor
Redacção

 Compartilhe (0/0)

Carmo Correia, 16 anos, aluna da escola secundária Martins Sarmento, de Guimarães, venceu o concurso europeu para a criação da imagem institucional do Comenius - 'Innovative European Schools in the 21st century'.

Trata-se de uma iniciativa de âmbito europeu que visa o intercâmbio de saberes entre escolas da União Europeia. Este projeto inclui parcerias entre alunos e professores das escolas participantes através da realização de trabalhos, projetos dos alunos e visitas de estudo ao país parsofio. Para além desta escola, fazem parte a EB 2,3 João de Meira e outras da Polónia, Turquia, Holanda, Grécia e Áustria.

Fiquei surpreendida com o resultado e, ao mesmo tempo, muito orgulhosa por ter ganho e representado Portugal num evento onde participam diversas escolas estrangeiras', afirmou Carmo Correia, aluna do Curso Profissional de Técnica de Multimédia. A aluna confessa-se uma apaixonada pelas multimédia, em especial a fotografia e reconhece que nunca pensou que a sua proposta viesse a ser escolhida pelo júri.

Os professores que orientaram os alunos neste concurso, lembraram que o curso já obteve outras distinções internacionais, como foi o caso do prémio recebido pela criação da Imagem do Parlamento Jovem Europeu.

A imagem será adoptada na edição deste ano do projeto Comenius nas escolas de cada um dos países participantes.



Junta tampas amarelas e ganha 1 viagem por dia. Descobre o que 'tás a perder em frize.pt

Anexo 11

Certificado de participação no encontro de alunos realizado entre os dias 6 e 11 de março de 2012, na escola Polytechnische Schule Schwaz, de Schwaz, na Áustria:



CERTIFICATE OF PARTICIPATION

We confirm that the Portuguese team I, consisting of

1	João Paulo Oliveira Santos
2	Maria de Lurdes Pereira Araújo
3	Filipe Norberto Dias Rodrigues de Freitas

1	Catarina Isabel Ribeiro Ferreira
2	Cáudia Rafaela Lemos Ferreira
3	José Filipe Salgado da Cunha
4	Maria Isabel Mendes Oliveira
5	Bernardo Oliveira de Sá Lopes
6	André Francisco Soares Carvalho Alves Teixeira
7	Andreia Filipa da Costa Oliveira
8	Luís Alberto Oliveira Rocha Esquivel Costa
9	Maria Ana de Quadros Flores e Santos
10	Joana Silva Rocha
11	Ana Raquel Silva Faria
12	Isabel Filipa de Sousa Lopes
13	Jéssica Sofia Lobo Xavier
14	Leonor da Silva Sousa
15	Vanessa Filipa Faria Ribeiro
16	Catarina Daniela Almeida Lopes
17	Catarina Lopes Cardoso



attended the Comenius meeting "Innovative schools in the 21st century" which took place from 06th March until 10th March 2012 at the Polytechnische Schule Schwaz/Austria.

Schwaz, 10th March 2012

DI(FH) Dir. Heiko Kromp
Headmaster of PTS Schwaz



Dipl. Päd. Thomas Gutmann
Project coordinator

Anexo 12

Exemplo de uma notícia sobre o encontro em Guimarães no âmbito do projeto num jornal local:

Quarta-feira, 17 de Abril de 2013
ACTUALIDADE

MobiPag apresentado na Universidade do Minho

Projecto desenvolve pagamentos com telemóvel

Elisabete Pinto
pinto@guimaraesdigital.com

Reduzir a utilização do dinheiro, substituindo as notas e moedas e facilitando as transacções electrónicas. É este o objectivo do MobiPag, um projecto que foi apresentado na passada quarta-feira à tarde, no campus de Azurém, da Universidade do Minho.

A MobiPag - Iniciativa Nacional para Pagamentos Móveis é um projecto de investigação e Desenvolvimento Tecnológico e reúne o consórcio entre várias empresas e entidades científicas que se reuniram para criar uma plataforma

refeição, compra e validação de títulos de transporte e obtenção e utilização de cupões de oferta. Helena Leite, da CardMobili que lidera o consórcio, explicou que a desmaterialização do dinheiro traz múltiplas vantagens, como uma melhor comodidade no transporte e uma gestão mais fácil das transacções. "Pretende-se criar tecnologia inovadora,

do campus de Azurém, da Universidade do Minho, foi possível compreender a função de cada uma das entidades que integram o consórcio que desenvolve o projecto e de que fazem parte a CardMobili, Creativesystems, Multicert, PT Inovação e Wintouch, bem como a Universidade do Minho, Instituto Superior Técnico

resulta. Tem de ser aperfeiçoado para ser comercializável", assinalou, fazendo questão de frisar que a ideia surgiu no âmbito do Centro para a Desmaterialização de Transacções, uma associação sem fins lucrativos que congrega várias empresas na área da tecnologia que tem uma série de projectos e iniciativas de desmaterializar muitos dos elementos do nosso dia-a-dia e quando pensou no dinheiro, reuniu um conjunto de empresas com competências para fazer este projecto e daí nasceu um consórcio para dar corpo ao projecto. O orçamento é de cerca de dois milhões de euros, suportado em parte por incentivos à investigação e também pelas empresas que participarão.

A finalidade do projecto é criar como solução

As Escolas Secundária Martins Sarmento e EB 2, 3 João de Meira são anfitriãs, até sábado, de alunos oriundos de cinco países europeus: Áustria, Holanda, Polónia, Grécia e Turquia, no âmbito da adesão, desde 2011, ao projecto Comenius: Innovative European Schools in the 21st century.

Coordenado pela Escola Polytechnische Schule Schwaz, de Áustria, o projecto pretende promover o contacto entre alunos e professores de diversos países da União Europeia, com vista à realização de um trabalho conjunto entre os participantes das várias escolas envolvidas.

Neste âmbito, realizou-se em Guimarães esta semana um encontro de elementos das diversas escolas envolvidas no projecto, com a participação de mais de uma centena de pessoas, 78 das quais vindas dos referidos países. Além do salutar convívio e troca de experiências, os alunos vimaranenses envolvidos apresentarão aos discentes e docentes dos outros países os projectos inovadores desenvolvidos nos seus países, através de workshops e aulas preparadas para o efeito, bem como a avaliação dessas actividades.

Projecto Comenius
Alunos europeus em Guimarães

O Comércio de Guimarães . 17



Anexo 13

Certificado de participação no encontro de professores realizado entre os dias 15 e 19 de maio de 2012, na escola “Özel Akdeniz Başarı İlköğretim Okulu”, de Manavgat, da Turquia:



Anexo 14

Exemplo de notícias sobre o projeto no jornal da escola:

Notícias

plenameio, nos anos letivos de 2011/2012 e 2012/2013. Esse projeto teve como objetivo principal a formação de professores de diferentes países da União Europeia, com vista à concretização de um objetivo comum: a realização de um encontro comum que observava competências sociais e intelectuais de todos os envolvidos.

O primeiro encontro realizou-se entre os dias 16 e 17 de Novembro de 2011, no espaço Comenius da Universidade Zespół Szkół w Białymostku, na Polónia. A nossa escola foi-se representar pelo professor João Paulo Santos (Coordenador) e pelo professor Helena Fletes, responsáveis pela candidatura e implementação do projeto na nossa Escola.

Com o tempo e o contacto, no encontro definiram-se as atividades e desenharam-se relativamente ao período até ao final de Janeiro de 2012, no espaço Comenius da Universidade Zespół Szkół w Białymostku, na Polónia. Nesse encontro, os alunos e professores de diferentes países, se juntaram para trabalhar em conjunto e desenvolver projetos de trabalho nos seus países, através de workshops, reuniões para debater, em Moodle, está disponível em separado o relatório de professores na escola. O relatório foi enviado aos professores da cidade de Białymostk, na Turquia, onde se prevê a realização de uma reunião presencial, com vista à elaboração de um relatório intermédio a enviar às respetivas agências nacionais, responsáveis por estes projetos. As próximas reuniões de trabalho acontecerão, que começam com a participação de alunos em Białymostk, decorrido ao final do mês de Janeiro.

Até ao encontro de alunos, os professores envolvidos desenvolveram e estão a trabalhar nos seus países para desenvolverem os seus projetos de trabalho, com vista à realização de um encontro presencial, que decorrerá no espaço Comenius da nossa escola, em Maio de 2012.

Cada escola terá, também, de enviar relatórios para os alunos e professores participantes no encontro na Austria. Os alunos envolvidos deverão de ser inscritos na plataforma do projeto e estabelecer contacto com, pelo menos, três alunos dos diferentes países envolvidos.

Para apoio ao desenvolvimento deste empreendimento existe uma plataforma de trabalho online, de responsabilidade da escola "Austria", coordenada por Alison, responsável pelo projeto, a quem se pode dirigir para obter informações e desenvolver os projetos de trabalho. Cada Português envolvido é responsável por desenvolver os projetos de trabalho.



Prof. João Paulo Santos e Prof. Helena Fletes

O primeiro encontro realizou-se entre os dias 16 e 17 de Novembro de 2011, no espaço Comenius da Universidade Zespół Szkół w Białymostku, na Polónia. A nossa escola foi-se representar pelo professor João Paulo Santos (Coordenador) e pelo professor Helena Fletes, responsáveis pela candidatura e implementação do projeto na nossa Escola.

JORNAL 'O PREGÃO' ONLINE EM
[HTTP://ISSUU.COM/OPREGAO](http://ISSUU.COM/OPREGAO)

Notícias


Comenius "Innovative European Schools in the 21st century"
Vitória no concurso europeu de criação da imagem

Carro Correlia venceu o concurso de criação da imagem para a criação de imagens institucionais do Comenius - "Innovative European Schools in the 21st century".

Trata-se de uma iniciativa de âmbito europeu que visa a troca de ideias e experiências entre escolas da União Europeia. Este projeto inclui parcerias entre alunos e professores das escolas participantes através da realização de trabalhos/projetos nos países e sessões de estudo on-line. No dia 23 de Junho de 2011, a escola organizadora do projeto, a escola Comenius Zespół Szkół w Białymostku, na Polónia, escolheu o Carro Correlia da Turquia, a escola "Jean Calot" da França, a escola "Lycée International de Fion" - Albi, da França, e a escola "Comenius" de Białymostk, na Polónia, como vencedoras do projeto. Posteriormente, o "Papel" apresentado com o resultado de trabalho foi enviado para a cidade de Białymostk, na Polónia, onde se prevê a realização de uma reunião presencial, com vista à elaboração de um relatório intermédio a enviar às respetivas agências nacionais, responsáveis por estes projetos. As próximas reuniões de trabalho acontecerão, que começam com a participação de alunos em Białymostk, decorrido ao final do mês de Janeiro.


Até ao encontro de alunos, os professores envolvidos desenvolveram e estão a trabalhar nos seus países para desenvolverem os seus projetos de trabalho, com vista à realização de um encontro presencial, que decorrerá no espaço Comenius da nossa escola, em Maio de 2012.

Cada escola terá, também, de enviar relatórios para os alunos e professores participantes no encontro na Austria. Os alunos envolvidos deverão de ser inscritos na plataforma do projeto e estabelecer contacto com, pelo menos, três alunos dos diferentes países envolvidos.



Carro Correlia venceu o concurso

O resultado vencedor surgiu de uma competição interna dinamizada nos disciplinas de Técnicas de Multimédia e de Design, Comunicação e Audiovisuais do 1º ano do Curso Profissional de Técnico de Multimédia.



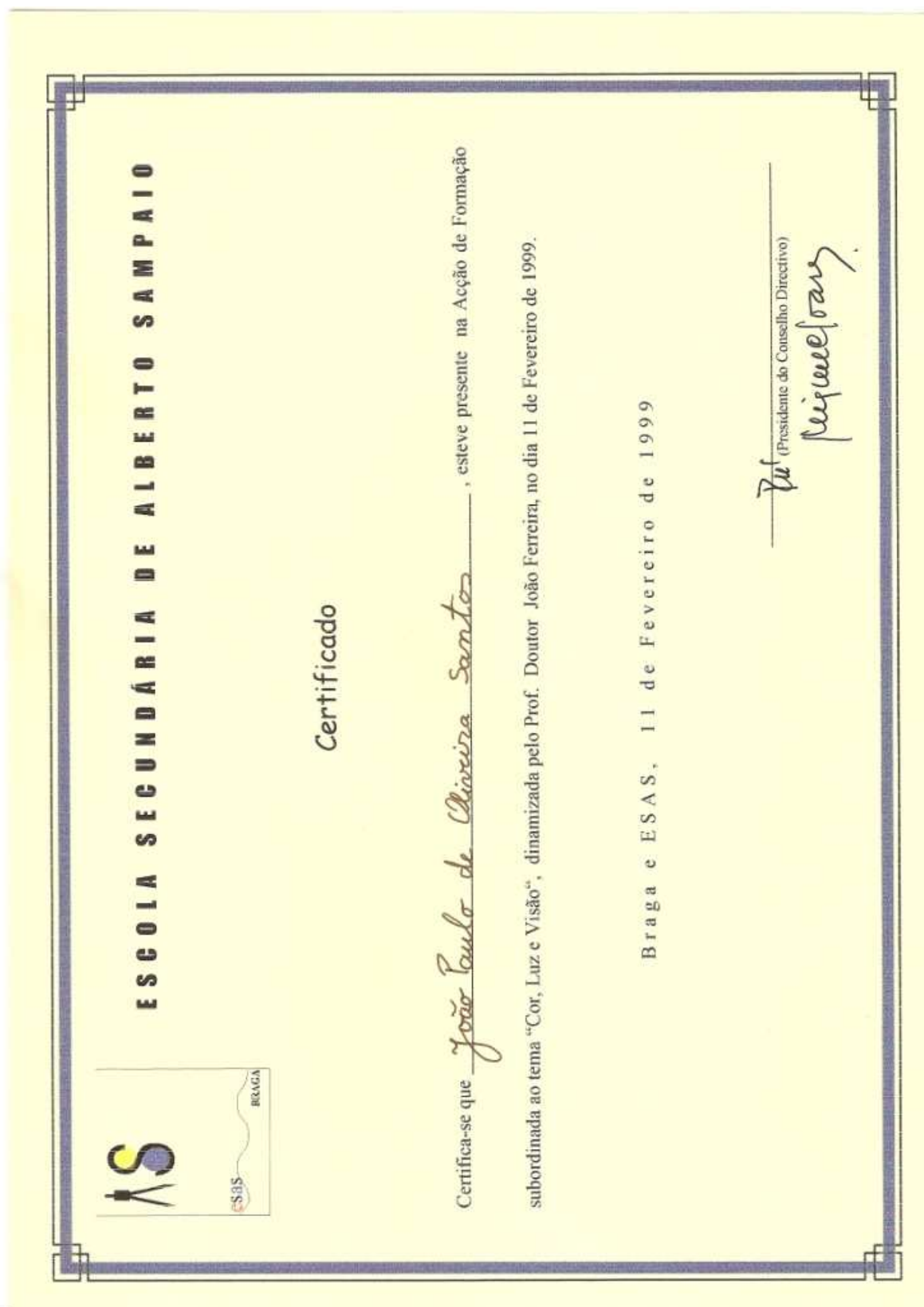
Anexo 15

Certificado de participação no encontro de professores que decorreu entre os dias 9 e 13 de maio de 2013, na escola 3rd General Lyceum of Ilion, de Ilion – Atenas, da Grécia:



Anexo 16

Certificado de presença na ação de formação intitulada: "Cor, Luz e Visão", em outubro de 2005:



Anexo 17

Certificado de frequência da estrutura curricular do Mestrado em Evolução e Origem da Vida no na letivo 2005/2006:



MARIA JOSÉ CARNEIRO TORRES FERREIRA DE OLIVEIRA, chefe da Divisão de Pós-Graduação dos Serviços Académicos da Universidade do Minho, certifica em face dos elementos constantes no arquivo que, **João Paulo de Oliveira Santos**, natural da freguesia de Azurém, concelho de Guimarães, distrito de Braga, filho de Carlos Guilherme de Lemos Santos e de Maria Francelina Fernandes de Oliveira Santos, obteve aproveitamento nas seguintes disciplinas que constituem a estrutura curricular do **MESTRADO EM EVOLUÇÃO E ORIGEM DA VIDA**: _____

_____ Seminário - 18 (dezoito) valores; Filosofia das Ciências - 18 (dezoito) valores; Ciências da Terra - 14 (catorze) valores; Biologia - 16 (dezasseis) valores; Química - 18 (dezoito) valores; Física - 18 (dezoito) valores; História das Ideias - 15 (quinze) valores; Matemática - 17 (dezassete) valores. _____

_____ Mais se certifica que as referidas disciplinas foram efectuadas no ano lectivo de 2005/2006. _____

_____ A presente certidão vai firmada com o selo a branco desta Universidade. _____

_____ Divisão de Pós-Graduação dos Serviços Académicos da Universidade do Minho, em Braga, aos dezasseis dias do mês de Abril de dois mil e sete. _____

A Chefe de Divisão,
Maria de Fátima Gouveias da Costa

Anexo 18

Certificado de frequência do curso de formação: “Trabalho prático na perspectiva dos novos programas de Física e Química A – uma abordagem ao 10º ano”, em setembro de 2003:

CERTIFICADO

O CENTRO DE FORMAÇÃO MARTINS SARMENTO, nos termos do art.º 13.º do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores, certifica que o Senhor Professor do 3.º Ciclo/Secundário / Grupo - 15, **JOÃO PAULO OLIVEIRA SANTOS**, portador do Bilhete de Identidade N.º 10741129, a exercer funções na Escola Secundária Francisco de Holanda, frequentou e obteve aproveitamento na acção de formação “**TRABALHO PRÁTICO NA PERSPECTIVA DOS NOVOS PROGRAMAS DE FÍSICA E QUÍMICA – UMA ABORDAGEM AO 10º ANO**” (107/CFMS), ministrada por este Centro de Formação, no âmbito do programa PRODEP III (Co-financiado pelo Estado Português e Fundo Social Europeu), na modalidade de Curso de Formação.

Mais certifica que a referida acção teve uma duração total de 30 horas, decorreu entre 08-09-2003 e 12-09-2003, foi orientada pela Dra. Palmira Oliveira da Costa Penas e pelo Dr. Luis Lehmann Araújo, e nos termos e para os efeitos previstos no art.º 14.º do mesmo Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores concedeu **1,2 (um, dois) créditos** ao referido Senhor Professor.

Guimarães, 8 de Outubro de 2003

O Director do Centro de Formação

(Manuel Francisco Lopes Pinto)

Anexo 19

Certificado de frequência da oficina de formação: “Promover e renovar o ensino experimental da Física e da Química”, nos meses de janeiro e fevereiro de 2005:



Anexo 20

Certificado de frequência da ação de formação: “Comunicação de informação a curtas e longas distâncias”, no último trimestre de 2012:



CERTIFICADO DE FORMAÇÃO CONTÍNUA

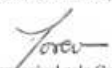
Certifica-se que **João Paulo Oliveira Santos**
portador do C.C. nº. 10741129 6ZZ4,
concluiu o Curso de Formação Contínua de Professores **Comunicação de informação a curtas e longas distâncias**,
realizado no Departamento de Física e Astronomia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto,
com a duração de 25 horas totais, acreditado pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua
com 1 crédito, correspondendo-lhe o registo CCPFC/ACC-55212/09, conforme o certificado datado de 21 de
Janeiro de 2009,
que decorreu de 20 de outubro a 1 de dezembro de 2012,
tendo obtido a classificação final de **10 valores**
numa escala numérica de 0 a 10.

Para efeitos de aplicação do n.º 3 do artigo 14.º do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores, o presente curso releva para a progressão na carreira de Professores do Grupo 510.

O curso foi leccionado pelos Formadores: Prof. Dr. Joaquim Agostinho Gomes Moreira (registo CCPFC/RFO-09799/99), Prof. Dr. Manuel Joaquim Bastos Marques (registo CCPFC/RFO-02464/97) e Prof. Dr. Abílio de Jesus Monteiro Almeida (registo CCPFC/RFO-25060/09).

Porto, 10 de dezembro de 2012

O Director da FCUP
António Fernando Sousa da Silva 
(Professor Catedrático)


O Responsável pelo Curso de Formação
Joaquim Agostinho Gomes Moreira
(Professor Auxiliar)

Anexo 21

Certificado de frequência do curso de formação: “A abordagem do Xadrez em ambiente escolar”, em outubro de 2005:



CERTIFICADO

Certifica-se que **João Paulo de Oliveira Santos** nascido no Concelho de Guimarães em 06 de Setembro de 1976, B.I. n.º 10741129 emitido pelo Arquivo de Identificação de Lisboa em 07 de Julho de 2005, concluiu com assiduidade e aproveitamento o Curso de **A Abordagem do Xadrez em Ambiente Escolar**, com a duração de 25 horas, organizado pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, que decorreu entre 06 e 14 de Outubro de 2005, tendo obtido a classificação final de **Bom** (numa escala de Insuficiente a Muito Bom). Esta acção encontra-se acreditada pelo Conselho Científico-Pedagógico para a Formação Contínua sob registo de acreditação CCPFC/ACC-34641/04 e releva para efeitos de progressão na carreira de Professores do Ensino Básico e Secundário com um total de 1,0 créditos.

Porto, 18 de Novembro de 2005
O Director da FEUP

Prof. Doutor Carlos Albino Veiga da Costa

Certificado n.º 189/2005

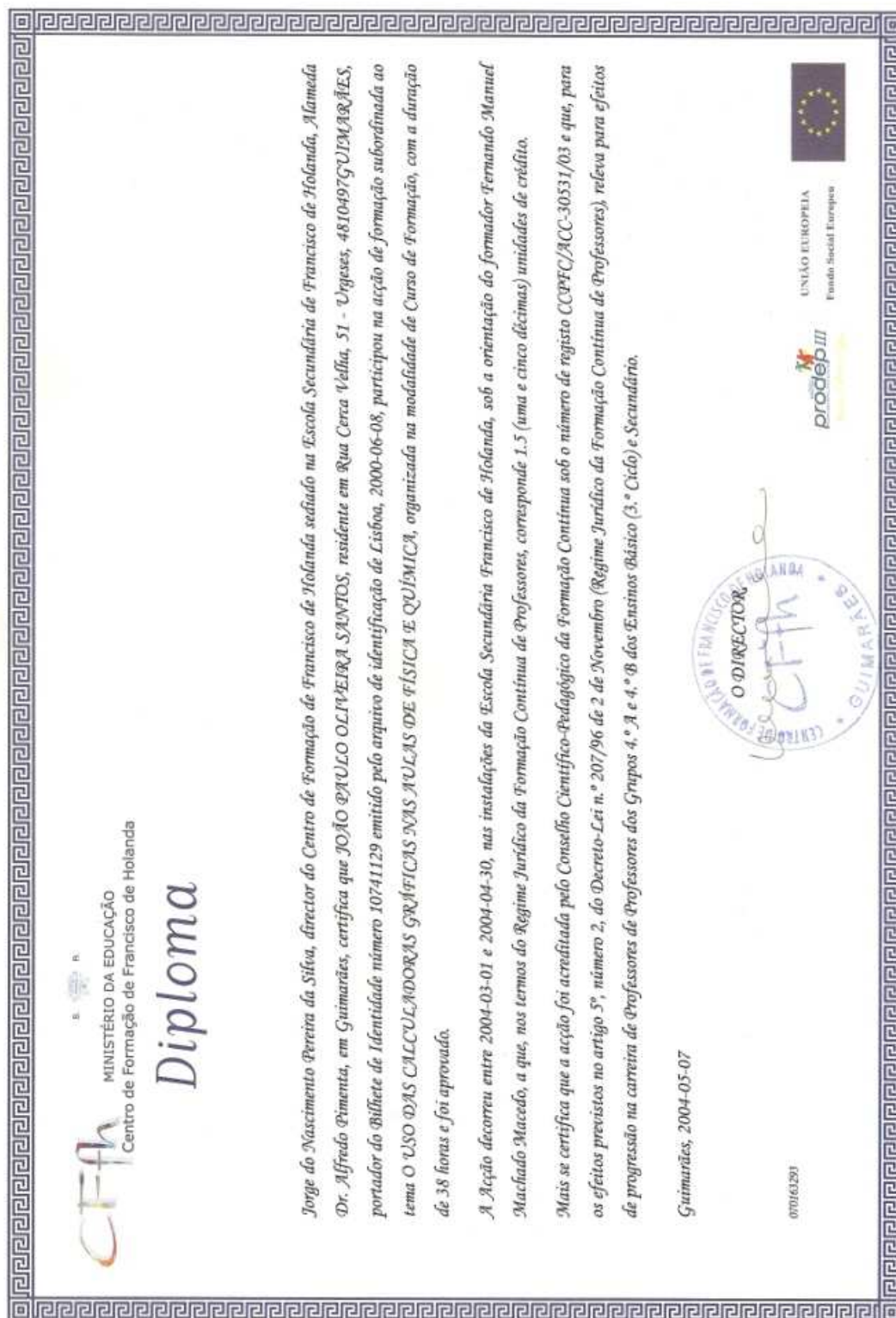
FEUP
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Rua Dr. Roberto Frias 4200 465 Porto
NIPC: 600 027 716

pródep

UNião Europeia
Porto 2005

Anexo 22

Certificado de frequência do curso de formação: “O uso das calculadoras gráficas nas aulas de Física e Química”, nos meses de março e abril de 2004:




Anexo 23

Certificado de frequência da oficina de formação: “Processos multimédia na sala de aula: Combate ao abandono escolar”, novembro de 2006 a junho de 2007:




Anexo 24

Certificado de frequência da ação de formação: “Quadros interativos multimédia no ensino/aprendizagem das Ciências”, em setembro de 2011:



plano tecnológico
educação



competências
tic


Entidade Formadora: CFAE MARTINS SARMENTO
Registo de Acreditação: CCPFC/ENT-AE-1038/08
Validade da Acreditação: 2011-12-15

CERTIFICADO

Certifica-se que **JOÃO PAULO OLIVEIRA SANTOS**, docente do grupo de recrutamento **510**, de **ESCOLA SECUNDÁRIA MARTINS SARMENTO**, frequentou com aproveitamento, com a classificação de **EXCELENTE (9,7** Valores), a ação de formação contínua, **QUADROS INTERACTIVOS MULTIMÉDIA NO ENSINO/APRENDIZAGEM DAS CIÊNCIAS EXPERIMENTAIS**, com o registo de acreditação nº **CCPFC/ACC-60163/09**, na modalidade de curso de formação, com a duração de 15 horas, relevando para efeitos de progressão em carreira dos grupos de recrutamento **230, 510, 520, 530, 540, 550 E 560** de acordo com o artº 5º e com o artº 14 do Regime Jurídico da Formação Contínua, com 0,6 créditos realizada entre **2 de SETEMBRO de 2010** e **7 de SETEMBRO de 2010**, com o(s) formador(es) **DOMINGOS RIBEIRO COSTA**.

A ação inclui-se na formação prevista no artº 5º da Portaria 731/2009, de 7 de Julho, formação em competências pedagógicas e profissionais com TIC e corresponde a um curso de **Nível 2, Opcional**.

Data: 15 de Novembro de 2010



**centro de formação
martins sarmento**
(Director)