



# UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR

Covilhã | Portugal

O ensino e a aprendizagem da Química e da Bioquímica  
no Ensino Superior apoiado nas novas Tecnologias da  
Informação e da Comunicação

João Luís de Morais de Oliveira Belo

Covilhã, 2010



João Luís de Morais de Oliveira Belo

O ensino e a aprendizagem da Química e da Bioquímica no Ensino  
Superior apoiado nas novas Tecnologias da Informação e da  
Comunicação

Professora Doutora Maria Isabel Guerreiro Costa Ismael

Professora Doutora Maria de Fátima de Jesus Simões

Covilhã – PORTUGAL

2010



Dedicada à Elsa Margarida, ao João  
Francisco e ao João Bernardo.



Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos necessários à obtenção do Doutorado em Química pelo Departamento de Química da Universidade da Beira Interior.



Dissertação realizada sob a orientação da Professora Doutora Maria Isabel Guerreiro Costa Ismael, Professora Auxiliar do Departamento de Química da Universidade da Beira Interior, e sob a orientação da Professora Doutora Maria de Fátima de Jesus Simões, Professora Associada com Agregação do Departamento de Psicologia e Educação da Universidade da Beira Interior.



## AGRADECIMENTOS

À Professora Doutora Maria Isabel Guerreiro Costa Ismael e à Professora Doutora Maria de Fátima de Jesus Simões, desejo exprimir a minha sincera gratidão pelo apoio que sempre manifestaram, bem como pela orientação ao longo do trabalho, com valiosas discussões para a interpretação dos resultados.

A realização deste trabalho foi possível devido ao excelente acolhimento, tanto por parte do Departamento de Química da Universidade da Beira Interior (UBI), como do Instituto Politécnico de Castelo Branco (IPCB), em especial à Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias (ESALD), por ter permitido o desenvolvimento da parte empírica deste trabalho. Sem o apoio destas instituições e em especial dos seus Presidentes e Directores não teria sido possível realizar este desafio. A todos eles o meu agradecimento.

A todos meus alunos os meus agradecimentos, pois foi com eles e por eles que muito do trabalho experimental foi realizado.

Gostaria de agradecer de igual forma à empresa TELEFORMAR, em especial ao Eng.º Leonardo Opitz por ter acolhido as minhas ideias, tendo sido possível realizá-las conjuntamente.

A todos os meus amigos desejo agradecer o apoio e amizade sempre demonstrados e com que pude sempre contar. Em especial a todos com os quais pude ir discutindo ideias sempre enriquecedoras para a evolução desta dissertação.

Um agradecimento muito especial à Elsa Margarida, ao João Francisco e ao João Bernardo que me deram forças para continuar. Foi também por eles que realizei este trabalho, consciente que muitas vezes foi a sua insistência que me fez avançar quando o cansaço já se acumulava. Foi nos momentos em que surgiram as dificuldades ao longo do caminho, que uma palavra e um sorriso de encorajamento me encheram de forças e me permitiram concluir este trabalho árduo, mas compensador.



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Nesta breve listagem apenas serão incluídas as siglas e abreviaturas utilizadas ao longo do texto, havendo no Anexo 1 um Glossário específico sobre terminologia relacionada com o ensino através de meios computacionais, com uma listagem mais completa de termos e respectiva explicação.

ACD – Advanced Chemistry Development

AICC - Airline Industry CBT Committee

AVI - Audio Video Interleave

B-learning – Blended-learning

CD-ROM - Compact Disc Read-Only Memory

DVD - Digital Video Disc ou Digital Versatile Disc

ECTN – European Chemistry Thematic Network

ESCALATE – Education Subject Centre Advancing Learning and Teaching in Education.

E-learning – Electronic-learning

FLV - Flash Video

GIF - Graphics Interchange Format

HEA - Higher Education Academy

HTML - HyperText Markup Language, linguagem de programação para criação de páginas na internet.

ICT – Information and Communication Technology

IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers

IMS - Instructional Management Systems

JCE – Journal of Chemical Education

JOLT - Journal of Online Learning and Teaching

JPEG - Joint Photographic Experts Group

LCMS - Learning Content Management System

LMS – Learning Management Systems

MERLOT - Multimedia Educational Resources for Learning and Online Teaching

M-learning – Mobile-learning

MPEG - Moving Picture Experts Group

WMV - Windows Media Video

OCR – Reconhecimento óptico de caracteres (Optical character recognition)

PC - Personal computers

PDF - Portable Document Format

QBI – Quadros Brancos Interactivos

SCORM - Sharable Content Object Reference Model

SMS – Short Message Service

SWF - Small Web Format ou Shockwave Flash

SPQ - Sociedade Portuguesa de Química

SPSS – Statistical Pacage for Social Scientists

TIC – Tecnologias da Informação e da Comunicação.

TIF ou TIFF - Tagged Image File Format

VHF - Video Home System

VLE – Virtual Learning Environment

XHTML - Extensible Hypertext Markup Language

## RESUMO

Actualmente com o desenvolvimento das novas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) abriram-se novos caminhos para o ensino das Ciências, permitindo desenvolver novas técnicas de ensino bem como melhorar as antigas.

Com vista a permitir um melhor ensino e aprendizagem da Química e da Bioquímica, pretende-se recorrer às novas TIC como suporte às aulas “tradicionais”. Com este trabalho pretende-se conseguir uma melhor transmissão de conhecimentos, bem como uma melhor avaliação dos mesmos, apoiando-nos nas tecnologias e aplicações emergente, tais como os “Campus Virtuais”, os programas de ensino e avaliação on-line (*E-learning*), os quadros interactivos, cuja utilização não fica restrita à sala de aula nem ao horário da unidade curricular.

São apresentados e analisados alguns trabalhos realizados dentro desta temática, tentando-se no geral realizar um estudo globalizador desta realidade, envolvendo diferentes conhecimentos. Neste sentido, foram descritos os trabalhos, focando todas as etapas desde a concepção à execução de conteúdos multimédia para apoio à docência até à sua implementação dentro e fora da sala de aula por intermédio dos quadros interactivos e das plataformas de *e-learning*. No desenvolvimento destes recursos, foram utilizados diversos programas informáticos, desde programas de visualização de moléculas a programas que geram testes de avaliação e monitorizam a evolução dos alunos seguindo-se a inclusão destes conteúdos numa plataforma electrónica de ensino ou a sua utilização em sala de aula através dos quadros interactivos, criando ferramentas bastante completas para o ensino da Química e da Bioquímica.

Ao longo deste trabalho foi-se adquirido a experiência necessária para a elaboração das ferramentas mais adequadas a este tipo de ensino, tendo sido recolhida informação suficiente para poder avaliar, através de testes estatísticos, que houve uma contribuição significativa das novas TIC no ensino destas unidades curriculares, de cariz extremamente prático.



## ABSTRACT

Nowadays with the development of the new Technologies of Information and Communication (TIC), new ways for the education of Sciences were explored, allowing developing new techniques of education as well as improving the old ones.

Wanting to improve the teaching and learning of Chemistry and Biochemistry, we intended to use the new TIC as a support to the “traditional” lessons. With this work, we intended to obtain a better transmission and evaluation of knowledge, using the emergent technologies and applications, such as the “Virtual Campus”, *software* for on-line education and evaluation (*E-learning*), Interactive boards, whose use is not restricted to the classroom or to the schedule of disciplines.

It will be presented and analysed the projects developed under this thematic trying to carry through a globalizing study of this reality, involving different knowledge. The projects will be described since the stage of planning to the execution of multimedia contents as support to teaching inside and outside the classroom with the *e-learning* platforms and the Interactive boards. In the development of this resources, we used different kinds of *software*, like programs to visualize molecules until programs that generate evaluation tests and monitories the student’s progression, followed by the inclusion of these functionalities in an *e-learning* platform of education or used in the classroom with the Interactive boards, creating a very complete tool for teaching Chemistry or Biochemistry

Along this work it was acquired the necessary experience for the elaboration of contents more adjusted to this type of teaching, being able to obtain enough information to evaluate trough statistical tests the contribution of the new ICT in the education of these disciplines, with a extremely practical nature.



# ÍNDICE GERAL

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. AS NOVAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E DA COMUNICAÇÃO .....</b>	<b>9</b>
2.1.... INTRODUÇÃO.....	9
2.2.... ESTÍMULO AO USO DAS TIC NO ENSINO DA QUÍMICA .....	13
2.3.... METODOLOGIAS DE ENSINO ENVOLVENDO AS TIC .....	19
2.3.1. <i>O processo de aprendizagem</i> .....	19
2.3.2. <i>As instituições de ensino</i> .....	25
2.3.3. <i>O docente</i> .....	26
2.3.4. <i>O aluno</i> .....	28
2.4.... CRIAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE CONTEÚDOS COM AS NOVAS TIC .....	29
2.4.1. <i>Tipos de conteúdos</i> .....	29
2.4.2. <i>Criação de conteúdos pelo docente</i> .....	38
<b>3. PROCEDIMENTOS.....</b>	<b>43</b>
3.1.... METODOLOGIA .....	43
3.2.... AULAS MULTIMÉDIA CRIADAS PELO DOCENTE .....	49
3.2.1. <i>Introdução</i> .....	49
3.2.2. <i>Aula sobre a ciclização das aldoses</i> .....	50
3.2.3. <i>Aula sobre a catálise da enzima</i> .....	56
3.2.4. <i>Aplicabilidade das aulas</i> .....	61
3.3.... AULAS MULTIMÉDIA CRIADAS COM APOIO INFORMÁTICO ESPECIALIZADO.....	64
3.3.1. <i>Introdução</i> .....	64
3.3.2. <i>Projecto PC-Chem</i> .....	65
3.3.3. <i>Aula sobre o comportamento dos gases</i> .....	72
3.3.4. <i>Material multimédia disponível</i> .....	82
3.3.5. <i>Quadros Brancos Interactivos</i> .....	94
3.3.6. <i>Aplicabilidade das aulas criadas com apoio informático</i> .....	102
3.4.... PROGRAMAS INFORMÁTICOS GERADORES DE TESTES DE AVALIAÇÃO.....	103
3.4.1. <i>Introdução</i> .....	103
3.4.2. <i>Diploma</i> .....	105
3.4.3. <i>Respondus</i> .....	112
3.4.4. <i>HotPotatoes</i> .....	116
3.4.5. <i>Aplicabilidade dos programas geradores de testes de avaliação</i> .....	122
3.5.... PLATAFORMA DE E-LEARNING – TELEFORMAR .....	126
3.5.1. <i>Introdução</i> .....	126
3.5.2. <i>Função da plataforma no IPCB</i> .....	128

3.5.3. Utilizadores da plataforma no IPCB- ESALD .....	129
3.5.4. Coordenação da Plataforma .....	130
3.5.5. Sala de aulas virtual.....	130
3.5.6. Aplicabilidade da LMS da TELEFORMAR .....	133
<b>4. PRINCIPAIS RESULTADOS .....</b>	<b>137</b>
4.1. .. ANÁLISE DAS AULAS POR PARTE DOS ALUNOS E DO DOCENTE.....	137
4.2. .. ANÁLISE COMPARATIVA DAS AULAS .....	142
4.3. .. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS AVALIATIVOS DE BIOQUÍMICA ENTRE 2004 E 2005.....	149
4.4. .. ANÁLISE ESTATÍSTICA, DOS RESULTADOS AVALIATIVOS DE BIOQUÍMICA, EM 2009.....	156
<b>5. NOTAS FINAIS .....</b>	<b>163</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>171</b>
<b>ANEXO 1 - GLOSSÁRIO DE E-LEARNING .....</b>	<b>185</b>
<b>ANEXO 2 - CONCEITOS DE LMS E LCMS.....</b>	<b>193</b>
<b>ANEXO 3 – ALGUNS ASPECTOS DOS DIREITOS DE AUTOR.....</b>	<b>195</b>
<b>ANEXO 4 – ENDEREÇOS ELECTRÓNICOS DE INTERESSE NO ENSINO DA QUÍMICA E DA BIOQUÍMICA COM AS TIC .....</b>	<b>199</b>
<b>ANEXO 5 – PARTE DA AULA DE BIOQUIMICA SOBRE AS OSES .....</b>	<b>201</b>
<b>ANEXO 6 – AUTORIZAÇÃO PARA USO DE DADOS DOS ALUNOS DA ESALD-IPCB .....</b>	<b>203</b>
<b>ANEXO 7 – TESTE AUTODIAGNÓSTICO E RESOLUÇÃO.....</b>	<b>205</b>
<b>ANEXO 8 – QUESTIONÁRIO 1 .....</b>	<b>207</b>
<b>ANEXO 9 – VERSÃO EM PAPEL DO QUESTIONÁRIO 2.....</b>	<b>209</b>
<b>ANEXO 10 – VERSÃO ONLINE NO GOOGLE DO QUESTIONÁRIO 2 .....</b>	<b>211</b>

## ÍNDICE DE IMAGENS

Imagem 1:1 – Esquema ilustrativo dos processos de ensino/aprendizagem, tradicionais e conjugando novas tecnologias .....	2
Imagem 1:2- Relação entre a implementação das TIC e a sua avaliação no processo ensino/aprendizagem.....	3
Imagem 1:3- Esquema ilustrativo das etapas desenvolvidas ao longo deste trabalho. ....	4
Imagem 2:1 - Interligação entre alguns constituintes das TIC .....	11
Imagem 2:2 – Projecto Science Boxes desenvolvido pelo The Higher Education Academy através do Physical Sciences Center .....	16
Imagem 2:3 - sítio da <i>internet</i> do Mocho acedido a 05 de Novembro de 2008 pelo endereço <a href="http://www.mocho.pt">http://www.mocho.pt</a> .....	18
Imagem 2:4 - Sites da <i>internet</i> da Tabela Periódica e do Molecularium acedido a 05 de Novembro de 2008 pelos endereços <a href="http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5">http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5</a> e <a href="http://nautilus.fis.uc.pt/molecularium">http://nautilus.fis.uc.pt/molecularium</a> .....	19
Imagem 2:5-Diferentes "papéis " dos intervenientes no processo de ensino/aprendizagem com as TIC.....	24
Imagem 2:6- Diferentes conhecimentos envolvidos na criação de conteúdos multimédia....	29
Imagem 2:7 - Ciclo de criação e desenvolvimento de conteúdos.....	30
Imagem 2:8 - Imagens no início dos programas de <i>software</i> <i>Power Point</i> ®, <i>Movie Maker</i> ® e <i>Producer</i> para <i>Power Point</i> ®.....	35
Imagem 2:9- Imagem ilustrativa do processo de catálise enzimática (Chang, 2005).....	36
Imagem 2:10 – Imagens de uma molécula de $\alpha$ -D-Glucopiranosose usando os programas informáticos da ACD – ChemSketch (canto superior esquerdo) e 3D Viewer (lado inferior direito) com os respectivos dados identificativos .....	37
Imagem 3:1 – Imagem representativa do processo de ciclização da D-glucose, desde a sua representação linear segundo Fisher (à esquerda) para uma forma cíclica representada segundo Tollens (à direita).....	52
Imagem 3:2 - Imagem representativa da D-glucose na sua forma cíclica, segundo as representações de Tollens (à esquerda) e de Haworth (à direita) .....	52
Imagem 3:3 - Parte inicial da aula multimédia sobre a ciclização das aldoses, contendo imagem, texto e a voz do docente a explicar as alterações.....	54
Imagem 3:4 - Parte intermédia da aula multimédia sobre a ciclização das aldoses. ....	55
Imagem 3:5 – Menção inicial ao aceder ao material disponibilizado pelo Prof. Wagner Fontes, indicando as condições de utilização do referido material. ....	56
Imagem 3:6 – Imagem representativa da Enzima DHL, evidenciando a sua estrutura quaternária, o seu centro activo e as reacções que catalisa .....	57
Imagem 3:7 – Estrutura da coenzima NAD(P) (1) e a modificação na coenzima para passar à forma de NAD(P)H (2).....	58
Imagem 3:8 – Representação esquemática da transformação que ocorre no centro activo da enzima DHL, na catálise de ácido láctico em ácido pirúvico ou a reacção inversa. ....	59

Imagem 3:9 – Imagem inicial da aula multimédia sobre catálise enzimática da enzima DHL, elaborada com o <i>Microsoft Producer</i> ® .....	60
Imagem 3:10 – Momentos iniciais e intermédio da aula multimédia sobre a DHL .....	61
Imagem 3:11 -- Janela para permitir ao utilizador escrever apontamentos .....	68
Imagem 3:12 - Página inicial do <i>CD-ROM</i> do <i>PC-Chem</i> .....	68
Imagem 3:13 - Representação da estrutura de dois compostos químicos distintos utilizando diferentes representações .....	69
Imagem 3:14 - Página inicial do sítio da <i>internet</i> do <i>PC-Chem</i> .....	70
Imagem 3:15 – Imagem da visualização de uma molécula de propano usando o <i>software</i> da ACDLabs <sup>201</sup> .....	74
Imagem 3:16 - Imagens parciais de uma simulação computacional do processo da mistura espontânea de dois gases distintos, retiradas da aula multimédia criada sobre o comportamento dos gases. ....	76
Imagem 3:17 - Representação da Lei de Boyle – Mariotte, sobre o comportamento dos gases reais.....	78
Imagem 3:18 – Resolução de um exercício propostos.....	79
Imagem 3:19 – Imagem representativa da simulação computacional para uma análise global do comportamento dos gases ideais. ....	80
Imagem 3:20 - Parte das páginas do sítio da <i>internet</i> da MERLOT, nas áreas específicas de Biologia e de Química (acedido a 16 de Setembro de 2008 através de <a href="http://chemistry.merlot.org">http://chemistry.merlot.org</a> ).....	91
Imagem 3:21 - sítio da <i>internet</i> da ChemCollective (acedido a 16 de Setembro de 2008 através de <a href="http://www.chemcollective.org/vlab/vlab.php?lang=br">http://www.chemcollective.org/vlab/vlab.php?lang=br</a> ).....	92
Imagem 3:22 – Diapositivos da apresentação em <i>Power Point</i> sobre a ciclização das oses	99
Imagem 3:23 – Momento de uma aula de Bioquímica sobre a ciclização dos glúcidos, recorrendo ao QBI.....	100
Imagem 3:24 – Primeira página dos conteúdos escritos no QBI sobre a ciclização dos glúcidos.....	100
Imagem 3:25 – Caixa de diálogo do programa informático que gere o QBI e que permite guardar toda a aula em diferentes formatos. ....	101
Imagem 3:26 – Início do programa de <i>software</i> com todas as suas aplicações: Diploma, Exam e Gradebook. ....	106
Imagem 3:27 – Imagem da base de questões elaborada pelos autores do livro Biochemistry da WH Freeman, com a respectiva identificação.....	107
Imagem 3:28 – Janela interactiva que surge ao criar uma nova questão dentro de um capítulo de um banco de questões.....	108
Imagem 3:29 - Janela interactiva que surge ao realizar a importação de questões sob diferentes formatos .....	108
Imagem 3:30 – Resultado da importação de uma frequência realizada com os alunos de Bioquímica da ESALD-IPCB .....	109
Imagem 3:31 – Janela de diálogo que aparece ao iniciar o processo de exportação de questões do programa informático Diploma. ....	110
Imagem 3:32 – Imagem indicativa do procedimento para realizar a ligação ao centro dos testes. ....	111

Imagem 3:33 – Caixas de diálogo do programa Respondus LE que permitem abrirem uma base de questões (canto superior) ou criar uma base de questões (canto inferior) ....	113
Imagem 3:34 - Imagem inicial do programa Respondus LE para editar as questões. ....	114
Imagem 3:35 - Imagem do Respondus LE para criar um teste e imprimi-lo. ....	115
Imagem 3:36 – Imagem que surge ao criar uma questão do tipo Jquiz. ....	118
Imagem 3:37 – Exemplo de uma questão de escolha múltipla criada com o Jquiz, retirada dos exemplos que o HotPotatoes apresenta. ....	118
Imagem 3:38 - Exemplo de uma questão de preencher os espaços, criada com o JCloze, retirada dos exemplos que o HotPotatoes apresenta. ....	120
Imagem 3:39 - Imagem que surge ao criar uma questão do tipo JCross e um exemplo de uma questão criada retirada dos exemplos que o HotPotatoes apresenta. ....	120
Imagem 3:40 - Imagem que surge ao criar uma questão do tipo JMix com dois exemplos de questões de colocar na ordem correcta retiradas dos exemplos que o HotPotatoes apresenta. ....	121
Imagem 3:41 - Imagem que surge ao criar uma questão do tipo JMatch, e dois exemplos de questões retiradas dos exemplos que o HotPotatoes apresenta. ....	121
Imagem 3:42 – Base de questões de Bioquímica I. ....	123
Imagem 3:43 – Questões seleccionadas para criar o teste autodiagnóstico. ....	124
Imagem 3:44 – Caixa de diálogo do programa DIPLOMA para exportar o teste criado para o formato compatível com o <i>Microsoft Word</i> . ....	124
Imagem 3:45 - Página inicial da LMS adquirida pelo IPCB à empresa TELEFORMAR. ....	127
Imagem 3:46 – Sala de aula virtual para uma determinada unidade curricular, à qual o aluno acede após ter autenticado o seu acesso à plataforma e seleccionado a unidade curricular desejada. ....	131
Imagem 3:47 – Controle da estatística de acesso à plataforma LMS pelo coordenador ....	135
Imagem 4:1 – Classificações do teste de autodiagnóstico, por grupo e por tipo de questão. ....	159
Imagem 4:2 – Classificações médias do teste de autodiagnóstico de Bioquímica, por grupo em 2009/2010. ....	159



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Dados dos alunos inscritos, na ESALD desde 2005, às disciplinas de Química e Bioquímica. ....	45
Tabela 2- Alguns dos programas informáticos utilizados na execução dos trabalhos descritos nesta dissertação. ....	46
Tabela 3 – Estatística descritiva de algumas questões do inquérito 1, aplicado aos alunos de Bioquímica em 2009, obtida através do programa informático SPSS.....	138
Tabela 4 – Estatística descritiva de algumas questões do Inquérito 2, aplicado aos alunos de Bioquímica em 2009. ....	143
Tabela 5 – Estatística descritiva das classificações, do primeiro mini teste de Bioquímica em 2004 e 2005.....	150
Tabela 6 – Estatística descritiva das classificações por curso e por ano, do primeiro mini teste de Bioquímica em 2004 e 2005. ....	151
Tabela 7 – Teste de Hipóteses para comprovar a normalidade das classificações por ano, do primeiro mini teste de Bioquímica em 2004 e 2005.....	151
Tabela 8 – Teste de Hipóteses de Levene para comprovar a homogeneidade da variância das classificações, do primeiro mini teste de Bioquímica em 2004 e 2005.....	152
Tabela 9 – Teste de Hipóteses (ANOVA) para comparar a igualdade médias das classificações, do primeiro mini teste de Bioquímica, no ano lectivo de 2005/2006....	152
Tabela 10 – Comparações múltiplas com uma Teste de Hipóteses (SCHEFFE) para comparar a igualdade da média das classificações, do primeiro mini teste de Bioquímica, no ano lectivo de 2005/2006.....	153
Tabela 11 – Teste de Hipóteses (ANOVA) para comparar a igualdade média das classificações, do primeiro mini teste de Bioquímica, no ano lectivo de 2004/2005....	153
Tabela 12 – Comparações múltiplas com um Teste de Hipóteses (SCHEFFE) para comparar a as classificações, do primeiro mini teste de Bioquímica, no ano lectivo de 2004/2005 .....	154
Tabela 13 – Teste de Hipótese ( <i>t-STUDENT</i> ) para amostras independentes, para comparar a igualdade das médias das classificações, do primeiro mini teste de Bioquímica, entre os anos lectivos de 2004/2005 e de 2005/2006 .....	155
Tabela 14 – Estatística descritiva das classificações por grupo, do teste de autodiagnóstico de Bioquímica em 2009/2010.....	158
Tabela 15 – Teste de Hipóteses para comprovar a normalidade das classificações por grupo, do teste de autodiagnóstico de Bioquímica em 2009/2010.....	160
Tabela 16 – Testes de Hipóteses ( <i>Mann-Whitney</i> ) para comprovar a igualdade das classificações por grupo e por tipo de questão, do teste de autodiagnóstico de Bioquímica em 2009/2010.....	161







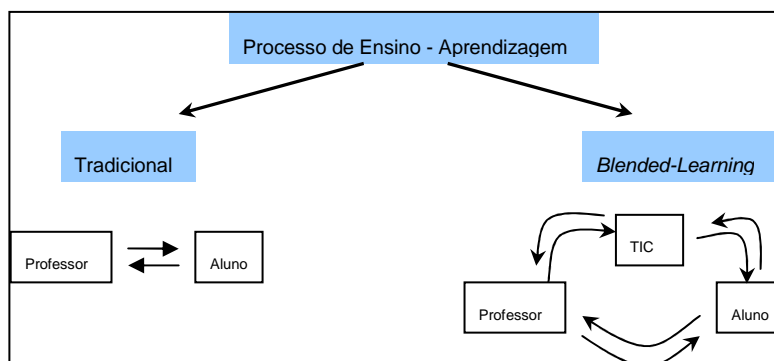
# 1. Introdução

A transmissão e aquisição de conhecimentos, configurados no processo habitualmente designado por ensino/aprendizagem, foram ao longo dos tempos sofrendo grandes alterações. À medida que foram sendo criadas novas metodologias e processos, verificou-se o aperfeiçoamento ou adaptação de outros, embora muitos tenham caído no esquecimento. Alguns destes foram sendo recuperados e actualizados, muitas vezes não pela sua ineficácia, mas sim por razões históricas, sociais, económicas, etc. <sup>1-13</sup>.

Hoje em dia deparamo-nos com um dos momentos da História Universal onde se propicia uma profunda alteração nos processos de ensino e de aprendizagem, motivada pelo exponencial crescimento das novas Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC), permitindo centrar o processo no aluno de uma forma mais intensa do que nunca. Como qualquer mudança, esta acarreta um tremendo esforço para todas as partes envolvidas. O recurso às TIC em Portugal tem vindo a ser desenvolvido desde a década de 90, mas a sua implementação tem sofrido sucessivos atrasos. Contudo, recentemente, com o desenvolvimento das plataformas de ensino designadas por LMS – *Learning Management Systems* ou VLE – *Virtual Learning Environment*, poderemos esperar que o recurso às TIC no ensino cresça rapidamente <sup>14-26</sup>.

No caso específico do ensino superior em Portugal, uma alteração profunda dos métodos de ensino exigirá aos alunos um esforço para se adaptarem a um novo processo depois de passados 12 anos, desde o seu ensino básico ao final do secundário, a serem “formatados” segundo um processo mais tradicional. Quanto aos docentes do ensino superior, a maior dificuldade prende-se com a necessidade de assumirem o papel de alunos de modo a aprenderem e poderem desenvolver estas novas metodologias <sup>27-30</sup>.

A imagem 1:1 mostra como a intervenção das TIC no processo de ensino/aprendizagem pode cooperar para uma maior dinâmica num ensino de índole mais tradicional. Desenvolveu-se uma metodologia de ensino designada de *Blended-Learning (B-learning)*, com a qual o docente consegue complementar as aulas presenciais, uma vez que a relação entre o aluno e o docente pode ocorrer directamente ou por intermédio das TIC. O docente pode enriquecer as suas aulas recorrendo às TIC, no que se refere à componente presencial e/ou à componente de auto-aprendizagem, permitindo ao aluno sentir-se mais acompanhado no seu processo de aprendizagem.



**Imagem 1:1 – Esquema ilustrativo dos processos de ensino/aprendizagem, tradicionais e conjugando novas tecnologias**

Actualmente, são muitos os recursos usados pelos docentes no ensino superior no âmbito do ensino/aprendizagem da Química. No entanto, trata-se maioritariamente de experiências pontuais, apenas abrangendo um determinado aspecto ou capítulo da matéria. A maioria dos docentes disponibiliza os seus apontamentos, programas informáticos e apresentações em *Power Point*®, mas este tipo de informação não permite habitualmente uma autonomia do aluno face à sua aprendizagem, sendo necessário o docente completar e contextualizar os materiais fornecidos<sup>31-34</sup>.

A tendência que se começa a perceber, em especial nos países mais preocupados com estas questões, é a elaboração de ferramentas (plataformas) de trabalhos que englobem várias vertentes, como testes *online*, vídeos, animações, avaliações, etc. que potenciam o processo de aprendizagem, servindo como um complemento extremamente importante à metodologia de ensino actualmente seguida<sup>18, 24, 35</sup>. O futuro da educação, nas várias vertentes, passa cada vez mais pelo recurso às novas TIC. Isto implica uma actualização dos processos de docência bem como uma adaptação dos docentes para criarem novas formas de transmissão dos conteúdos recorrendo às TIC, de modo a não induzir inadvertidamente o aluno em erros<sup>36</sup>.

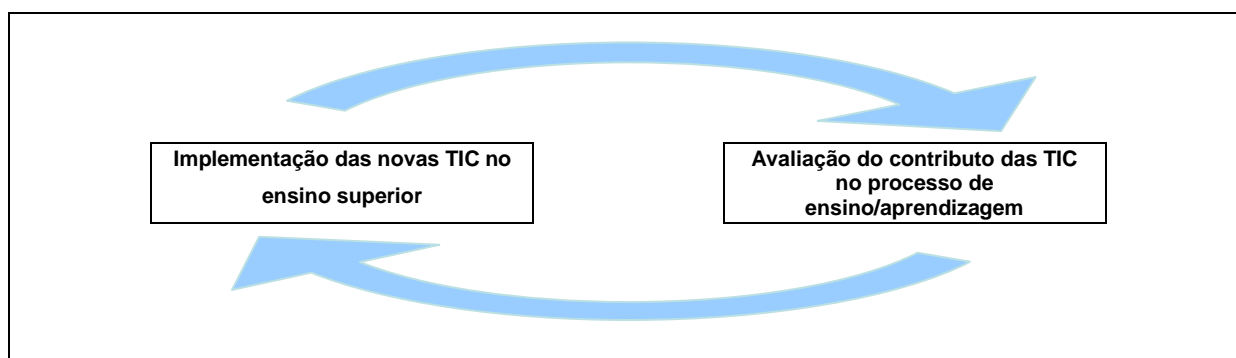
O ensino e a aprendizagem da Química e da Bioquímica no Ensino Superior, em especial nas aulas designadas teóricas e teórico-práticas, baseados nos métodos de ensino mais tradicionais, sempre foram um pouco limitativos<sup>27</sup>. Nas aulas magistrais, aulas tutoriais e seminários, havia uma componente que era exigida ao aluno que realizasse sozinho, a visualização mental dos processos, dado que não se podem ver directamente a maior parte das reacções químicas estudadas nestas unidades curriculares<sup>36-39</sup>. O docente poderia recorrer a algumas analogias, comparações, diagramas e esquemas de modo a facilitar essa percepção do caso em estudo, sendo a eloquência do professor e a sua capacidade de se adaptar às questões dos alunos fundamentais para uma boa aprendizagem.

Actualmente podemos dar um passo em frente tornando todos os diagramas, esquemas etc., mais dinâmicos e acessíveis usando para tal as novas TIC. O que antigamente não passava de um esquema desenhado num quadro de ardósia, hoje, com a ajuda de *software* adequado, ganha outra importância, podendo alterar-se no tempo e no espaço, permitindo rapidamente ao professor transmitir o seu conhecimento e ao aluno apreendê-lo. É também possível tornar viável que o aluno possa estudar de acordo com as suas disponibilidades horárias e ao seu ritmo, permitindo-lhe o acesso à informação em qualquer sítio e em qualquer instante<sup>15, 40-47</sup>.

Os docentes que tentam apresentar os conteúdos programáticos de uma forma mais compreensível para os alunos, recorrendo às novas TIC, deparam-se com enormes dificuldades: número reduzido de equipamentos e materiais existentes nas instituições, deficiente formação tecnológica e científica neste campo, necessidade de muito tempo de preparação e fraca aceitação dos alunos para novas metodologias.

Neste contexto, este trabalho tem como objectivo geral apresentar algumas propostas de resolução dos problemas enunciados anteriormente através de alguns estudos desenvolvidos para as diferentes etapas do processo de ensino/aprendizagem. Pretende-se verificar a aplicabilidade das TIC no Ensino Superior, em especial no caso da Química e da Bioquímica, dando alguns exemplos das potencialidades e dos requisitos indispensáveis a todos os intervenientes, docentes, alunos e instituições de ensino.

As imagens 1:2 e 1:3 pretendem ilustrar as etapas desenvolvidas ao longo deste trabalho, focando os objectivos que se pretendem atingir. Desta forma, poderemos ver que o diagrama se divide em duas grandes partes: a implementação das novas TIC no ensino superior; a avaliação do contributo das novas TIC no processo de ensino/aprendizagem.



**Imagem 1:2- Relação entre a implementação das TIC e a sua avaliação no processo ensino/aprendizagem**

Este trabalho foi iniciado com a implementação das novas TIC acompanhadas sempre por um processo avaliativo, inicialmente sob a forma de entrevista e posteriormente

com inquéritos aos alunos. Este processo assume um carácter dinâmico e cíclico, dado que a informação recolhida numa etapa condiciona a seguinte gerando um *feed-back*, tal como se apresenta na imagem 1:2.

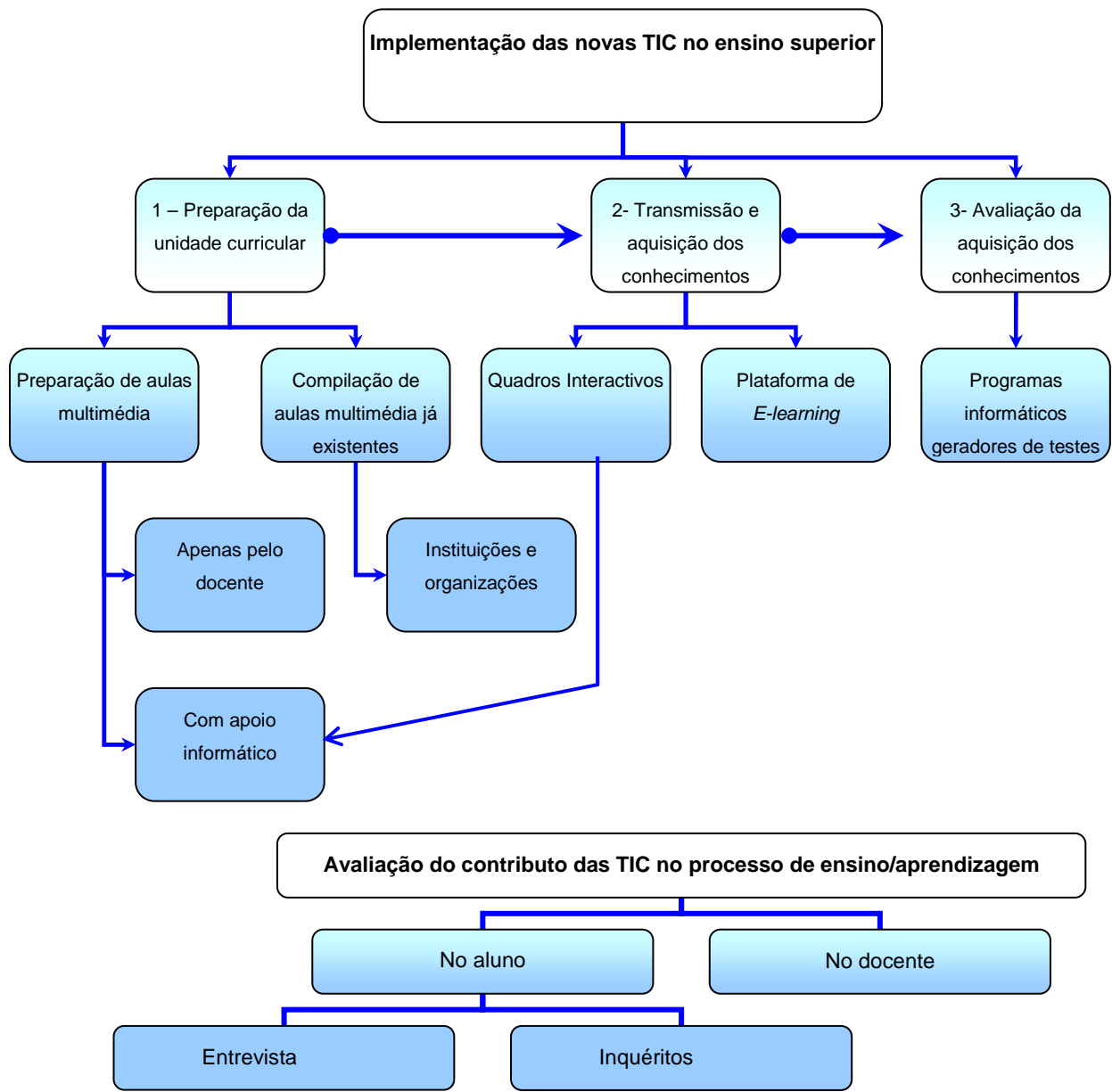


Imagem 1:3- Esquema ilustrativo das etapas desenvolvidas ao longo deste trabalho.

---

A implementação das TIC no ensino superior foi efectuada, estudando e desenvolvendo projectos em três etapas do processo de ensino/aprendizagem (imagem 1:3):

- 1ª- Preparação da unidade curricular;
- 2ª- Transmissão e aquisição dos conhecimentos;
- 3ª- Avaliação da aquisição dos conhecimentos.

Ocorrendo estas etapas de forma sequencial, e repetindo-se semestralmente, foi possível realizar uma avaliação do contributo das TIC em cada uma das referidas etapas, permitindo reequacionar a sua aplicação em novos moldes, pelos docentes e alunos.

Os estudos de avaliação do impacto das ferramentas digitais no ensino devem ser entendidos como “estudos piloto”, sem veleidades de generalização. São no entanto importantes, tendo em conta a reflexão pessoal para a melhoria dos conteúdos e das metodologias, quer as empreendidas no decurso desta investigação quer de outras a ter em conta no futuro.

É perceptível, no esquema da imagem 1:3, que durante o processo de preparação da unidade curricular, o uso das novas TIC pode ajudar de duas formas distintas: (1) na recolha de conteúdos multimédia já existentes e disponíveis para o ensino; (2) na criação de aulas multimédia, podendo estas ser diferenciadas entre as que são criadas exclusivamente pelo docente e as que são criadas com o apoio informático. Assim, neste trabalho de cariz extremamente prático, a sua parte mais significativa é a componente de produção digital. Para uma melhor compreensão da dinâmica das aulas multimédia elaboradas, estas estão disponíveis no CD-ROM anexo à tese, bem como no sítio da *internet*, no endereço [www.joaobelo.net](http://www.joaobelo.net).

Na imagem 1:3, é ainda possível observar que as aulas multimédia, criadas ou compiladas, são leccionadas através da plataforma de *e-learning* e/ou dos quadros interactivos, no processo de transmissão dos conhecimentos. No entanto, os quadros interactivos também podem ser incluídos na elaboração de aulas multimédia, uma vez que permitem guardar em formato digital tudo o que é visualizado em sala de aula para posteriormente criar aulas multimédia. Para finalizar qualquer processo de ensino/aprendizagem é necessário avaliar, nos alunos, a aquisição dos conhecimentos transmitidos, tarefa para a qual o recurso a programas geradores de testes de avaliação se revelou uma excelente ferramenta de trabalho.

Quanto à avaliação do contributo das TIC no processo de ensino/aprendizagem, esta realizou-se ao mesmo tempo que iam sendo desenvolvidos e implementados os conteúdos

digitais. Inicialmente os alunos eram inquiridos através de entrevistas e posteriormente recorreu-se a questionários, enquanto que a análise do docente resulta de um processo introspectivo. Desta forma, foi possível otimizar as aulas multimédia criadas em função dos resultados da avaliação.

Por conseguinte poderemos falar num modelo de investigação com alguma heterodoxia metodológica, não se tendo obedecido rigidamente a um modelo. No entanto, quanto ao propósito, esta pode ser entendida como uma Investigação e Desenvolvimento (I&D), ainda que o trabalho desenvolvido apresente aspectos característicos de um desenho de Investigação-Ação, porquanto o investigador, que é ele próprio actor da investigação, vai interagindo com a realidade e modificando as ferramentas e desenho de implementação empreendidos<sup>6, 48, 49</sup>.

Neste trabalho pretende-se abordar a temática do uso das novas TIC no ensino superior, em particular no ensino da Química e da Bioquímica. Inicialmente, no capítulo 1, são apresentados aspectos gerais, bem como a parte da fundamentação teórica, o estado da arte e outros aspectos mais teóricos, reservando os restantes capítulos para os vários trabalhos realizados assim como algumas notas finais. Por fim incluem-se alguns anexos importantes para uma boa percepção dos conceitos estudados.

No capítulo dois é abordada a situação actual da utilização e promoção das TIC no ensino superior, quer em termos nacionais, quer internacionais, dando especial atenção ao projecto *NAUTILUS* em Portugal e à rede *ECTN (European Chemistry Thematic Network)* em termos europeus<sup>50</sup>. Seguidamente, efectua-se uma descrição de algumas metodologias de ensino, e como se coadunam com as novas tecnologias para permitir um processo de ensino/aprendizagem mais eficaz. Fundamenta-se, em termos das teorias cognitivas, a utilização das novas TIC no ensino, em especial em áreas como a Química, onde as componentes de visualização dos processos e interligação de conteúdos associadas a uma forte componente lógico-dedutiva são essenciais à compreensão dos conceitos transmitidos<sup>37-39, 51, 52</sup>. Abordam-se ainda especificamente os diferentes tipos de materiais multimédia existentes e as tecnologias envolvidas na concepção e criação das aulas multimédia.

No quarto capítulo são apresentados os procedimentos, com os casos práticos estudados ao longo deste trabalho, ilustrativos de como as TIC podem ser utilizadas para melhorar o ensino da Química e da Bioquímica no Ensino Superior, seguidos de uma análise avaliativa do contributo desta metodologia no processo de ensino/aprendizagem. Desta forma, serão apresentados alguns dos estudos mais representativos como: a criação de aulas com conteúdos multimédia; a utilização de programas informáticos específicos

---

desde a visualização de moléculas à avaliação de conhecimentos; a utilização dos quadros brancos interactivos; e a implementação de uma plataforma de LMS para coordenar as várias vertentes desenvolvidas <sup>53-61</sup>. Apresentam-se os materiais multimédia que foram criados ou adaptados sobre Química e Bioquímica, diferenciando-os entre os que foram criados exclusivamente pelo docente e os que necessitaram de apoio informático especializado. É também abordado o caso dos Quadros Brancos Interactivos (QBI) que se enquadra simultaneamente na transmissão do conhecimento bem como na criação de materiais multimédia, tal como se ilustra na Imagem 1:3. Aborda-se a questão da avaliação recorrendo a programas específicos para armazenar questões e em seguida fazer testes de avaliação, podendo criar um registo da evolução de cada aluno. No subcapítulo 3.5. é abordado o caso das plataformas de *e-learning* que conjugam desde a transmissão do conhecimento até à avaliação.

No capítulo cinco são apresentados os principais resultados da aplicação das aulas multimédia de Química e de Bioquímica criadas. É feita uma análise inicialmente realizada através de entrevistas entre o docente e os alunos que utilizavam estas ferramentas. Destas entrevistas foi possível ir aperfeiçoando estas ferramentas que, pelo carácter dinâmico, foram evoluindo na sua forma e composição. Tendo-se aperfeiçoado estas ferramentas, posteriormente a sua análise passou a ser realizada através de inquéritos (Anexo 9) que pretendem avaliar a sua contribuição na aprendizagem dos conceitos e fazer comparações entre elas de forma a optimizá-las. Para demonstrar a aplicabilidade e mais-valia deste tipo de conteúdos, foi realizado um estudo estatístico com base nos resultados dos testes de avaliação de dois grupos distintos, com e sem acesso a estes recursos.



## 2. As novas tecnologias da informação e da comunicação

### 2.1. Introdução

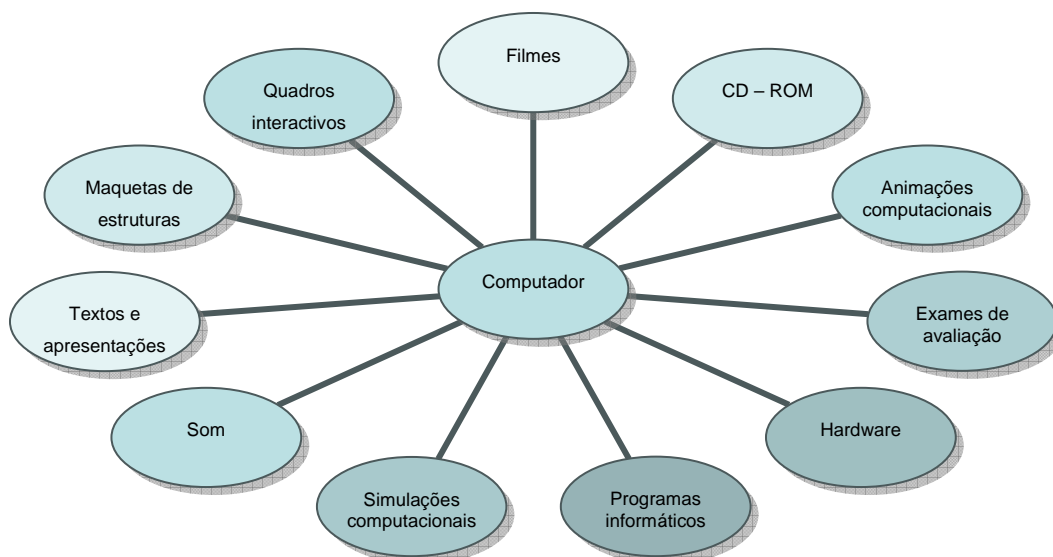
O termo TIC, abreviatura de Tecnologias da Informação e Comunicação, abrange uma série de funcionalidades que podem ser muito distintas entre si, tendo apenas em comum a função de potenciar a comunicação entre pelos menos duas entidades e a disseminação de informação. Deste modo, neste conceito pode-se incluir:

- Os computadores pessoais (*PC, personal computers*)
  - A impressão por impressoras domésticas
  - As câmaras de vídeo e foto para computador ou *webcams*
  - A gravação doméstica de CD e DVD
  - Os diversos suportes para guardar e transportar dados como disquetes, discos rígidos, cartões de memória, *pendrives, zipdrives* e similares.
  - Programas de *software*
  - Componentes de *hardware* para computadores
  - Simulações e animações computacionais
- Os telemóveis
- As tecnologias de acesso remoto (sem fio ou *wireless*) tais como o *Wi-Fi* e o *Bluetooth*
- A TV por assinatura, quer por cabo quer por antena parabólica
- A *internet*
  - A *Word Wide Web* (principal interface gráfica da *internet*), em especial os *websites, home pages* e os quadros de discussão (*message boards*)
  - O *streaming* (fluxo contínuo de áudio e vídeo via *internet*)
  - O *podcasting* (transmissão sob demanda de áudio e vídeo via *internet*)

- A wikipedia, bem como todos os wiki
- O correio electrónico (*e-mail*) em especial as listas de discussão (*mailing lists*)
- As tecnologias digitais de captação e tratamento de imagens e sons
  - A captura electrónica ou digitalização de imagens (*scanners*)
  - A fotografia digital
  - O vídeo digital
  - O cinema digital (da captação à exibição)
  - O som digital
  - A TV digital e a rádio digital

Actualmente algo que caracteriza as novas TIC é o facto de haver uma permanente interligação entre elas, em parte devido ao uso dos computadores, os quais permitem conjugar os resultados de diferentes tecnologias e agrupá-las numa única ferramenta. A Imagem 2:1 pretende mostrar como o que até há pouco tempo eram ferramentas isoladas, ao recorrer a meios computacionais, tornaram-se parte de um todo em constante evolução. A evolução destas tecnologias é incrivelmente rápida, estando algumas delas desactualizadas em menos de um ano. Tal como a Imagem 2:1 pretende ilustrar, que o desenvolvimento ou melhoria de uma tecnologia implica o melhoramento de outras já existentes, sob pena de ficarem obsoletas e não serem utilizáveis de tal forma que se entra num ciclo vicioso <sup>7, 8, 11, 62-64</sup>.

Este crescimento do número de novas TIC, bem como a crescente complexidade das já existentes têm um elevado preço. Por parte das empresas criadoras tem de haver uma enorme investigação e aposta em pessoal e meios económicos e é um requisito que os utilizadores estejam em constante formação, actualizando os seus conhecimentos <sup>65-69</sup>.



**Imagem 2:1 - Interligação entre alguns constituintes das TIC**

Os principais utilizadores das novas TIC no ensino <sup>2</sup> são os docentes e os alunos. Para colmatar um pouco a necessidade de uma constante actualização dos conhecimentos sobre determinada TIC, as empresas criadoras destes produtos tentam criar sempre soluções amigas do utilizador (*user friendly*) de uso muito intuitivo. Desta forma, quer os docentes quer os alunos não têm de estar muito dependentes dos conhecimentos das tecnologias usadas <sup>66, 70-72</sup>. Curiosamente, com a implementação das novas TIC, estão a transmitir-se conhecimentos e experiências transversais a todas as áreas do conhecimento, como por exemplo, o saber relacionado com os novos meios de comunicação o que, ao longo da vida pessoal e profissional de qualquer licenciado, será de elevada importância. Mais do que o conteúdo que é transmitido, é também desenvolvido o saber lidar com meios computacionais que estão presentes em todas as profissões e locais <sup>73-79</sup>.

Este tipo de instrumentos didácticos torna-se cada vez mais importante permitindo aos alunos uma interactividade com conteúdos pré-seleccionados e organizados, tendo em vista algumas realidades do ensino actual, tais como:

- O emergir do ensino à distância;
- As diferentes formações de base dos alunos;
- A maior complexidade e quantidade de matéria a ser leccionada nas aulas;
- A existência de cursos e Universidades virtuais;
- O apoio a trabalhadores estudantes;
- A reciclagem do conhecimento de antigos alunos;
- A formação contínua ao longo da vida <sup>80</sup>

Desde a antiguidade foram surgindo de novas tecnologias de informação e comunicação (TIC), tais como o pregão divulgado oralmente, a linguagem escrita, o papel, a impressão de Gutenberg, a fotocopiadora, os documentos digitais, etc. Contudo, em toda a História Universal nunca se tinha verificado o surgir de um tão elevado número de TIC num tão breve intervalo de tempo, em especial com uma nova característica, a possibilidade de ocorrer uma interligação entre as várias tecnologias, tal como foi referido anteriormente.

Como consequência da associação entre diferentes tecnologias, entrou-se num ciclo crescente, isto é, as novas criações impulsionam o desenvolvimento de outras tecnologias cada vez mais elaboradas e eficazes na transmissão de informações. Vejamos o exemplo de um simples filme, captado em película fotográfica, desde os irmãos Lumière com a invenção do cinematógrafo, cuja patente foi registada em 1895, passando pelo formato de 8 mm até ao formato de VHS na década de 70. Decorreram quase 100 anos em que os filmes eram tratados de forma semelhante, sobre um suporte físico.

Contudo, com a conjugação dos filmes com os computadores verificou-se o aparecimento de diferentes formas de filmes em formato digital, tendo, em menos de 20 anos, ocorrido uma evolução incomparável nesse campo. O exemplo anterior serve para ilustrar apenas uma pequena parte desta transformação, apenas focando a interligação entre duas tecnologias, o filme e o computador. Será de fácil percepção que ao serem associadas diferentes tecnologias entre si, aparecem novas tecnologias, cada vez mais complexas e a um ritmo estonteante. Na opinião de diferentes pesquisadores, estas serão algumas das razões pelas quais as novas TIC têm um papel cada vez mais profundo na nossa sociedade em especial quando aplicadas ao ensino <sup>73</sup>.

As TIC e o ensino sempre estiveram de mãos dadas numa relação de colaboração e entrelaçada mútua, em que ambos beneficiavam <sup>2</sup>. O desafio que se coloca hoje em dia é o do ensino conseguir acompanhar as rápidas evoluções nas TIC. Ao ritmo a que surgem e se vão modificando, obrigam os docentes e alunos a um constante processo de formação contínua, de modo a estarem minimamente aptos a usufruir das suas potencialidades. Claro que a penetração das novas TIC no ensino não depende apenas dos dois agentes envolvidos mais directamente, os alunos e os docentes, mas também das instituições onde estes estão, as instituições de ensino, do Poder Político <sup>6</sup> e Social. É desta forma que se pode justificar a discrepância na utilização destas tecnologias em função dos países e das instituições. Assim, temos casos de países onde as TIC são amplamente utilizadas na maioria das instituições de ensino, acção motivada pelo investimento governamental e institucional quer em termos financeiros quer em termos de pessoal, enquanto em outros países ainda se estão a dar os primeiros passos.

## 2.2. **Estímulo ao uso das TIC no ensino da Química**

As novas TIC já demonstraram largamente a sua maior valia quando aplicadas ao ensino, em todas as suas vertentes e situações desde o ensino básico ao ensino superior. Desta forma, são utilizadas desde os anos 80 em alguns países com maiores preocupações neste campo, podendo destacar-se o caso da Austrália<sup>81</sup> onde a sua implementação se deveu ao facto de possuírem uma população bastante disseminada e haver necessidade de um ensino não presencial. Por proximidade cultural, os EUA e alguns países da *Commonwealth* (principalmente Reino Unido e Canadá) seguidos por países do norte da Europa<sup>73, 82-86</sup> foram desenvolvendo as suas metodologias de ensino apoiadas nas novas TIC<sup>32, 33, 41, 44, 46, 87-93</sup>.

Em alguns países, o recurso às TIC no ensino está tão generalizado que começaram a aparecer estruturas organizadas de cariz internacional vocacionadas para a partilha de conteúdos e para a formação de redes de cooperação entre os diferentes intervenientes e os locais. Neste momento, já não é apenas a continuação isolada de alguns interessados, como ocorria no início, pois já se deu um enorme salto quantitativo e qualitativo, estando criadas redes e associações inteiramente dedicadas a esta temática sendo mesmo algumas delas específicas da área da Química. Neste sentido, serão apresentados dois casos: o primeiro é referente à ECTN (*European Chemistry Thematic Network*) que é uma associação europeia sobre a química, envolvida em diferentes projectos maioritariamente assentes nas novas TIC; o segundo caso apresentado exemplifica como foram criados centros de pesquisa e desenvolvimento, muitas vezes associados com Universidades como *The Higher Education Academy*, com as suas secções, envolvidas no ensino da Química e da Física.

Para além dos casos que irão ser descritos seguidamente existem muitos outros com actuações muitas vezes mais centradas em determinados assuntos ou novas TIC desenvolvidas por determinadas comunidades, não sendo possível sequer fazer uma compilação das mesmas pois estão constantemente a surgir novos casos ou a sofrerem sérias modificações. Neste contexto, serão apresentados no subcapítulo 3.3.4.c) outros casos onde foi possível recolherem-se conteúdos para servirem de base à elaboração de aulas multimédia.

A ECTN – *European Chemistry Thematic Network* é uma rede de mais de 130 departamentos de Química dos estados membros da União Europeia, Noruega, Islândia, Suíça, Bulgária e Roménia, fundada em 1996 pela Comissão Europeia como parte do programa SOCRATES/ERASMUS. O programa inicial teve grande sucesso, indo

actualmente na quarta edição com financiamento até 2009. Podendo aceder-se à ECTN através do seu sítio na *internet* através do endereço <http://ectn-assoc.cpe.fr>.

Os objectivos iniciais da associação foram baseados nas recomendações e conclusões do Congresso ERASMUS "Chemistry in Europe" que decorreu em Lyon, em Março de 1995. Contudo, com cada novo programa operacional os objectivos eram redefinidos em virtude do que era atingido e das novas preocupações emergentes, mas a preocupação pelos processos de ensino, pelas práticas de ensino/aprendizagem e consequentemente a aplicação das novas TIC no ensino/aprendizagem da Química estiveram sempre presentes.

Qualquer instituição de Ensino Superior que leccione Química como curso ou qualquer docente de Química pode associar-se à rede e/ou à associação de modo a poder beneficiar de tudo o que foi desenvolvido bem como aportar a sua contribuição em termos do que considera importante para o futuro da Química.

De entre as actividades desenvolvidas pela ECTN podem-se destacar:

- Realização e divulgação de congressos e conferências.
- Organização de Curso de Verão (*Summer Schools*)<sup>31, 90, 94-105</sup>
- Criação, divulgação e implementação dos *Eurolabels* (*Euromaster® Label* e *Eurobachelor® Label*). Desenvolve também o *Eurodoctorate Label*, graus académicos em Química, aceites e normalizados segundo as regras dos membros da rede e segundo as regras de Bolonha para o Ensino Superior<sup>106</sup>.
- Criação, divulgação e implementação dos *EChemTest* como uma forma de poder avaliar os conhecimentos de diferentes formandos de diferentes instituições e países de uma forma padronizada<sup>106</sup>.

Alguns dos aspectos mencionados anteriormente estão directamente relacionados com uso das TIC no ensino da Química, tal como é o caso dos *EChemTest*. No entanto, não se pode tentar limitar a contribuição desta associação para o uso das TIC no ensino da Química a algumas das suas iniciativas, uma vez que tudo o que está actualmente a ser debatido em termos do futuro do ensino da Química está indubitavelmente ligado ao seu ensino e consequentemente às novas TIC. Por exemplo os *EUROLABELS*, estão a ser fundamentados nos currículos segundo as orientações do tratado de Bolonha, para a reestruturação e uniformização do ensino superior.

A *HEA - Higher Education Academy* é uma instituição do Reino Unido cujo objectivo central é o de facultar aos alunos do Ensino Superior do Reino Unido, as melhores experiências de aprendizagem em todo o Mundo. Esta instituição encontra-se dividida por secções, das quais poderemos destacar, pela directa relação com este trabalho, a secção das Biociências, a de Ciências Físico-Químicas e a secção sobre Educação (ESCALATE), todas elas acessíveis pelas suas páginas na *internet* (<http://www.heacademy.ac.uk>)

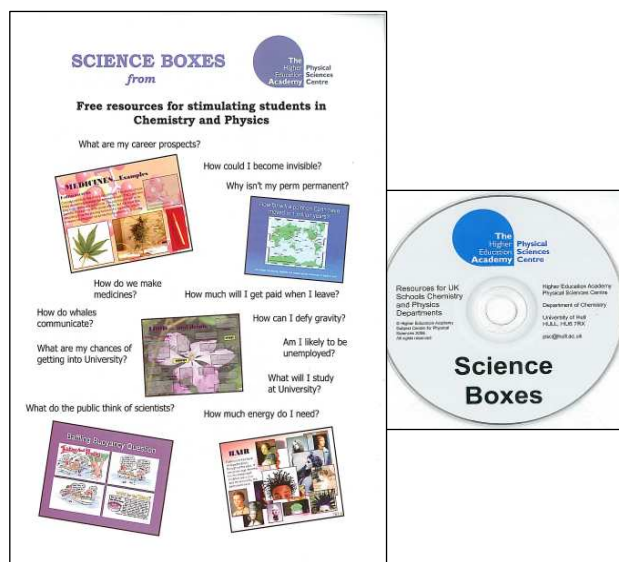
Esta instituição, ainda que direccionada para o Ensino Superior no Reino Unido, permite que qualquer docente se lhe associe, podendo contribuir de diferentes formas e em diferentes projectos usufruindo assim simultaneamente dos conteúdos e actividades desenvolvidas pelas secções da HEA, tais como:

- Congressos, encontros de discussão e conferências.
- *Workshops*.
- Projectos de investigação e desenvolvimento <sup>93, 107</sup>.
- Desenvolvimento de conteúdos de apoio à docência, apoiados nas novas tecnologias.
- Desenvolvimento de aplicação e de *software* destinados ao ensino.

Como exemplo de uma das actividades desenvolvida pela HEA, é de referir a *Science Boxes* (caixas de ciência) desenvolvidas pela secção de Físico-Química como material de apoio ao docente e cujo intuito é de estimular os alunos de Química e de Física, áreas para as quais os alunos tradicionalmente não estão muito vocacionados. Este é mesmo um dos grandes problemas com que se deparam as Universidades com cursos de Química, a diminuição de candidatos a esses cursos, por ser um curso pouco apelativo. Muitos são os responsáveis da área da Química que já revelam sérias preocupações com o número cada vez menor de alunos a formarem-se em Química, comprometendo de alguma forma toda a investigação, pesquisa e continuação das descobertas nessa área.

O recurso às novas TIC tem sido utilizado nos últimos anos não só para modificar os métodos de ensino centrando-os mais nos alunos, mas também para de alguma forma tornar mais cativantes os cursos como o de Química que têm vindo a perder candidatos e que já foi razão para o encerramento de Departamentos de Química com uma vasta história com valiosas descobertas e com professores, investigadores e colaboradores de renome internacional.

Na Imagem 2:2 podemos ver alguns dos conteúdos disponibilizados, pela secção de Físico-Química da HEA, aos docentes contendo diferente material desde alguns folhetos até material multimédia cedido através de um *CD-ROM*.



**Imagem 2:2 – Projecto Science Boxes desenvolvido pelo The Higher Education Academy através do Physical Sciences Center**

As novas TIC começaram a ter alguma utilização nos sistemas de ensino em Portugal na década de 90. Até então, eram situações pontuais e não coordenadas. Foi nessa década que se verificou um ligeiro aumento das situações e dos casos de aplicação, ainda que em pequeno número, embora já envolvessem diferentes docentes em diferentes instituições e frequentemente com trabalhos conjuntos <sup>108</sup>. É neste ambiente que surgem em Portugal as primeiras dissertações de Doutoramento e de Mestrado a partir de estudos sobre a aplicação de algumas novas tecnologias no ensino da Química, muitas vezes baseada em processos computacionais, como o caso da Dissertação de Doutoramento do Professor Doutor João Carlos de Matos Paiva <sup>40</sup> havendo também outras dissertações na mesma área, maioritariamente associadas a trabalhos realizados no âmbito das Ciências da Educação <sup>74, 109, 110</sup>.

No caso específico do Ensino Superior da Química em Portugal, a partir de 2000 há uma forte consciencialização de que o recurso às TIC pode ajudar na compreensão de matérias mais complexas como a Mecânica Quântica <sup>14, 111</sup> e também se começou a ver que os docentes não estavam preparados para esta nova realidade, devendo haver ajustes nos currículos, apostando na formação <sup>112</sup> aquando da licenciatura ou mesmo criar licenciaturas ou pós graduações tal como a Químio-Informática <sup>113</sup>.

No caso do Ensino Superior, a aplicação das TIC tem tido um crescimento muito lento, em muito devido à falta de investimento por parte de todas as entidades envolvidas, Governo, instituições de ensino e docentes, investimento quer de ordem financeira quer de tempo e esforço humano <sup>108</sup>. Conscientes de como se processa o financiamento das

Universidades e dos Institutos Politécnicos e de que, nos últimos anos, algumas instituições têm tido dificuldades em pagar aos seus funcionários sem se endividarem excessivamente, investimentos em novas metodologias de ensino ficam naturalmente relegados a menos prioritários. De igual forma, quando aos docentes lhes é pedido qualquer acréscimo de trabalho, este é muitas vezes inoportuno, em especial quando se trata de metodologias de ensino baseadas nas novas tecnologias, dado que o docente necessita de aprender a utilizá-las <sup>28</sup> e depois dispende bastante tempo para criar conteúdos adaptados a estas metodologias.

No que se refere ao Ensino Básico e Ensino Secundário, o governo tem investido fortemente em programas para equipar algumas escolas e fornecer equipamentos informáticos aos alunos e docentes em condições muito vantajosas <sup>62, 63</sup>. Assim, e em especial no Ensino Secundário, tem-se verificado nos últimos anos um forte crescimento do uso das novas TIC. Escolas bem equipadas com computadores, quadros interactivos, projectores vídeo, redes *wireless*, plataformas de LMS (maioritariamente o MOODLE <sup>24</sup>), bem como os alunos e docentes com computadores portáteis adquiridos ao abrigo do programa E-escola, em condições bastante vantajosas, e as inúmeras acções de formação para docentes no campo da aplicação das TIC são as ferramentas necessárias para que surjam cada vez mais casos de aplicação das TIC no ensino <sup>3-5, 7, 12, 28, 109, 114-117</sup>.

Foi referido anteriormente que um dos grandes passos dados foi o início de projectos onde se conjugavam diferentes conhecimentos, envolvendo diferentes instituições, frequentemente com algum financiamento ou do Estado Português ou da União Europeia, através dos seus programas para estimular a produção científica. Neste âmbito, destaca-se o projecto SOFTCIÊNCIAS, na área do ensino das ciências com trabalhos como o da tabela periódica em formato informático. No caso deste projecto é de frisar o importante contributo da Sociedade Portuguesa de Química que é um bom exemplo de uma entidade que luta pela divulgação da Química, em especial no que toca ao seu ensino, tendo mesmo uma divisão organizacional nesta temática que disponibiliza conteúdos baseados nas novas TIC para o ensino.

O projecto SOFTCIÊNCIAS insere-se no âmbito do ensino da Química através das novas TIC uma vez que visa a criação de programas de *software* para auxiliar os docentes das ciências básicas, em especial até ao 12º ano. Contudo, com percepção que os conhecimentos em Ciência se vão acumulando e desenvolvendo com base nos conhecimentos adquiridos, no Ensino Superior tais ferramentas são de extrema importância de forma a dar aos alunos as bases para poderem desenvolver os seus conhecimentos. Deste modo a repercussão deste projecto ultrapassou largamente o seu intuito inicial.

Este projecto iniciou-se em 1991 através de uma acção conjunta das Sociedades Portuguesas de Química, Física e Matemática (SPQ, SPF e SPM) apoiada pelo Ministério da Educação e, mais tarde, pelo Ministério da Ciência e da Tecnologia, através dos programas Nónio Século XXI e Ciência Viva, respectivamente.

Desde 1991 até 1996 foram criadas cerca de duas dezenas de programas informáticos cujo principal objectivo era o de estimular a aprendizagem das Ciências Naturais, em especial, no ensino até ao 12º ano. A partir de 1997 com o apoio do programa Ciência Viva e com a colaboração do Centro de Física Computacional da Universidade de Coimbra e do Centro de Computação Gráfica foi criado o projecto OMNICIÊNCIA onde estão disponíveis, de forma actualizada, os materiais desenvolvidos no âmbito do SoftCiências, bem como os conteúdos dos sites READCiências (Recursos para o Ensino, Aprendizagem e Divulgação das Ciências) e Nonius, podendo ser acedido através do seu sítio da *internet* pelo endereço <http://nautilus.fis.uc.pt/softc>

A parceria entre as entidades envolvidas neste projecto cessou em 2000 com enormes repercussões no ensino das Ciências até ao 12º ano. No entanto, seguindo a ideia inicial do projecto criou-se em 2001 o portal do “Mocho” – Portal de Ensino das Ciências e Cultura Científica, como é possível ver na Imagem 2:3, com o objectivo de desenvolver a ciência e a cultura científica junto de toda a população, tendo em especial atenção os mais novos. Neste portal reuniram-se todos os projectos elaborados no âmbito do SoftCiências bem como todos os conteúdos que foram surgindo.



Imagem 2:3 - sítio da *internet* do Mocho acedido a 05 de Novembro de 2008 pelo endereço <http://www.mocho.pt>

Como exemplos dos materiais criados pelos projectos e actualmente alojados nos sites da *internet* à disposição de todos os interessados de uma forma gratuita, apresenta-se, no caso da Química, a Tabela Periódica onde estão compiladas todas as informações referentes aos elementos bem como à sua disposição ao longo da Tabela. No programa Molecularium é possível visualizar simulações computacionais no âmbito da Química – Física (ver Imagem 2:4)

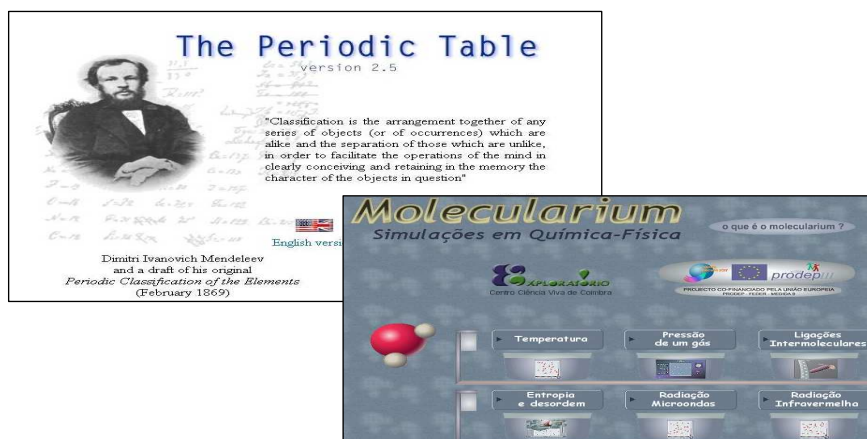


Imagem 2:4 - Sites da *internet* da Tabela Periódica e do Molecularium acessido a 05 de Novembro de 2008 pelos endereços <http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5> e <http://nautilus.fis.uc.pt/molecularium>

## 2.3. Metodologias de ensino envolvendo as TIC

### 2.3.1. O processo de aprendizagem

Uma das áreas mais propícias à aplicação das novas TIC é a educação<sup>2</sup>, podendo antecipar-se um conjunto de possibilidades, algumas das quais serão abordadas nos capítulos seguintes, em especial nos capítulos onde se descrevem os casos práticos.

Apesar do aparente investimento nesta área, deparamo-nos com uma escassa aplicação destas tecnologias na educação, muito devido ao esforço que requer a sua implementação<sup>95, 118-121</sup>, em especial em termos do tempo necessário para reflectir quanto aos pontos fundamentais desta mudança na educação e de que forma se poderá realizar. Sem esta reflexão, o mais natural será o aparecimento de projectos avulsos, sem consistência pedagógica e sem resultados efectivos no processo de ensino/aprendizagem. Assim, é necessário abordar algumas das concepções do processo de ensino/aprendizagem, para poder planear de uma forma consciente, a evolução para um modelo integrando as novas TIC na educação<sup>3, 10, 74, 109, 110, 116, 122-125</sup>.

Existem países, mais avançados neste campo, que mais do que estimular a reflexão sobre a aplicação das novas TIC à educação, criaram autênticos laboratórios onde foram testando e melhorando a aplicação destas tecnologias. Será pelo seu exemplo que nos deveremos guiar, não copiando os seus resultados e procedimentos mas adaptando-os à nossa realidade social e cultural. Seria desastroso tentar implementar directamente técnicas

desenvolvidas, por exemplo nos EUA, aos alunos do Ensino Superior Português dada a diferença de mentalidades, comportamentos e conhecimentos anteriores dos alunos dos dois países. Será sim útil ver o que se atingiu noutros países, quer de aspectos positivos, quer de aspectos a evitar e de uma forma sensata e ponderada tentar adaptá-lo à nossa realidade.

Até ao momento, na maioria das instituições de ensino, a utilização das TIC tem ocorrido de uma forma desconexa e compartimentada em algumas unidades curriculares temáticas, sendo utilizado algum *software* educativo só em determinado conteúdo, na maioria dos casos perpetuando o ensino tradicional, o qual é basicamente, um tipo de ensino demasiado expositivo, sem grande interactividade entre o docente e o aluno, privilegiando a memorização à capacidade de interpretação dos fenómenos ocorridos<sup>27</sup>. É urgente implementar metodologias verdadeiramente baseadas nas novas TIC estimulando alunos e docentes a expandirem os seus conhecimentos bem como a usarem as ferramentas tecnológicas que moldaram o nosso futuro<sup>8, 10, 18, 74, 85, 109, 116, 126, 127</sup>.

A adopção de recursos tecnológicos deve estar enquadrada na forma como entendemos o processo de ensino/aprendizagem, sendo assim possível criar algo que venha melhorar o processo e não criar atritos à sua implementação. Desta forma é necessário conhecer as actuais concepções do processo de ensino/aprendizagem que, segundo alguns autores, se poderá dividir em 3 grandes grupos<sup>119, 121, 123, 128</sup>:

- Concepção empirista
- Concepção racionalista
- Concepção construtivista.

De acordo com a concepção empirista o processo de ensino-aprendizagem caracteriza-se pela acção do docente em seleccionar determinados estímulos que transmitirá aos alunos. Desta forma, o aluno é considerado um elemento passivo neste processo, limitando-se a absorver o que lhe é transmitido não havendo um verdadeiro relacionamento entre o aluno, o docente e o conhecimento.

A utilização das TIC neste contexto apenas é encarada como uma realocação dos conteúdos do docente para o suporte tecnológico com a vantagem de permitir ao aluno aceder a esses conteúdos segundo o seu ritmo individual de aquisição do conhecimento. Na implementação das TIC são utilizados maioritariamente recursos multimédia simples como textos, sons, animações e vídeos de forma a fornecerem os conteúdos de uma forma mais apelativa. Comparando com as restantes concepções, esta é a que, no momento de recorrer às TIC, quase não implica uma mudança paradigmática no ensino, não havendo um

estímulo acrescido ao desenvolvimento humano. No entanto pode estimular e facilitar a busca autónoma pelo conhecimento em alguns alunos com um espírito mais inquisitivo.

Segundo a concepção racionalista o processo de aprendizagem é regulado pelo amadurecimento orgânico das estruturas racionais, pré-formadas no aluno. O processo de aprendizagem é autónomo não necessitando de mediação. Os objectos da aprendizagem vão adquirindo o seu significado ao longo do processo de amadurecimento das estruturas que permitem ao aluno entender os processos e fenómenos no meio social. De acordo com esta concepção, o recurso às TIC é meramente acessório, sendo que as actividades de construção do conhecimento dependem exclusivamente do potencial cognitivo do aluno.

A concepção construtivista surgiu como forma de superar as dicotomias originadas pelos antagonismos entre as concepções empirista e racionalista, sendo fortemente influenciada pelas teorias de interacção e sociais. A construção de novo conhecimento e maneiras de pensar realiza-se através da exploração e manipulação activa de objectos e ideias, sendo a aprendizagem resultante das trocas entre o indivíduo e o meio. Podem salientar-se aqui os trabalhos de Jean Piaget (1896-1980) e de Lev Semenovitch Vygotsky (1896-1934) como os de maior influência na área da concepção construtivista, aos quais se seguiram inúmeros estudiosos, cada um deles expandindo o conceito e desenvolvendo novas abordagens, algumas delas bastante díspares entre si. Esta concepção é a que tem gerado mais benefícios no processo de ensino-aprendizagem e a que mais beneficia com o recurso às novas tecnologias, por privilegiar a interacção entre o aluno e o meio que o rodeia e com o qual interage <sup>110, 124, 128-130</sup>.

Alguns autores, baseados na concepção construtivista, fundaram as bases de algumas teorias da concepção do processo de ensino/aprendizagem <sup>131</sup>, como é o caso da **aprendizagem colaborativa** e da **aprendizagem significativa** iniciada por David Paul Ausubel (1918, Nova Iorque). Este autor publicou os seus primeiros estudos sobre a teoria da aprendizagem significativa em 1963 (*The Psychology of Meaningful Verbal Learning*) e desenvolveu-a durante as décadas de 1960 e 1970, defendendo que a aprendizagem ocorre quando uma informação nova é adquirida mediante um esforço deliberado, por parte do aprendiz, em relacionar essa nova informação com conceitos ou proposições que já possua na sua estrutura cognitiva. Segundo esta concepção, deve-se primeiro determinar quanto é que o aluno já sabe para depois ensiná-lo de acordo com esse conhecimento prévio.

Segundo a concepção construtivista e todas as que dela resultaram, seria de esperar que o processo ensino-aprendizagem fosse bem sucedido quando complementado com o recurso às novas TIC. No entanto, os ambientes de educação tradicionais habitualmente

não estão organizados para esta actividade de ensino e as novas ferramentas tecnológicas disponíveis também não estão vocacionadas para que os docentes criem este ambiente construtivista de aprendizagem<sup>110, 124, 128-130</sup>. Assim, é necessária alguma atenção sobre as tecnologias a serem utilizadas, de entre a enorme variedade existente, e a forma como é feita a sua utilização.

O uso da tecnologia, só por si, não é garantia de uma melhor aprendizagem. Mesmo numa concepção construtivista, muitas vezes, passado o ímpeto inicial, a nova tecnologia deixa de ser tão apelativa e cai no esquecimento. Uma vez que qualquer tecnologia tem um largo espectro de utilização, é necessário direccioná-la convenientemente para o aspecto educacional, para que esteja inserida num processo devidamente estruturado de aprendizagem<sup>132</sup>.

De entre as tecnologias escolhidas, deve-se privilegiar aquelas que permitam ao aluno e ao docente trabalharem livremente sem grandes restrições e que potenciem um intercâmbio e reformulação de ideias, num processo cognitivo de interacção e social<sup>38, 125, 126, 133-138</sup>. Dentre estas ferramentas podem-se destacar:

- Os sistemas de autoria em multimédia – integração de dois ou mais meios de informação (Média) por intermédio de um computador, tais como textos, imagens, vídeos, animações, etc;
- Os sistemas de autoria em hipermédia – baseiam-se na multimédia mas associados com hipertexto, permitindo uma navegação não linear, sendo o utilizador que decide em que direcção pretende seguir e explorar;
- A *internet* – com todas as suas vantagens em termos de expandir o processo educativo, em especial aspectos como os emails, listas de discussão, salas de conversação online (chats), ambiente de realidade virtual, comunidades virtuais e os *webquests*;
- Os ambientes de simulação e realidade virtual.

Entende-se que o papel do docente<sup>139, 140</sup>, face às novas TIC, é o de rentabilizar todos esses recursos no processo de ensino, em especial segundo uma metodologia construtivista, devendo estruturar o seu ensino de uma forma coordenada entre as suas várias componentes e sempre que possível através de situações interdisciplinares com temas transversais<sup>141-143</sup>. Neste campo, o docente não pode actuar sozinho mas sim em consonância com os alunos e com a instituição onde está inserido, com o intuito de atingir os objectivos definidos. Todo o trabalho deve ter um cariz contínuo assente numa série de acções que devem decorrer regularmente ao longo de tempo, tais como:

- Apresentar e estimular o acesso aos recursos e tecnologias disponíveis;
- Desenvolver projectos com as ferramentas tecnológicas que visem desenvolver especificamente as competências e habilidades que se pretende que o aluno adquira;
- Transformar os seus conteúdos tradicionais atribuindo-lhes novos significados, nomeadamente através de temáticas transversais;
- Reunir com colegas para que conjuntamente possam identificar possíveis situações de aplicação das tecnologias no espaço lectivo;
- Manter um espírito crítico quanto às aulas concebidas nestas metodologias, de forma a avaliar os objectivos pedagógicos de curto, médio e longo prazo;
- Manter um espírito crítico quanto ao uso de uma determinada tecnologia para atingir um objectivo, face a novas propostas igualmente eficazes para atingir igual propósito.

Os recursos tecnológicos devem ser geridos por uma equipa constituída pelos docentes que os utilizam e por pessoal técnico especializado, os quais têm como função serem os facilitadores do acesso e mediadores de dinâmica, devendo reger-se por bom senso e sensibilidade pedagógica, procurando constantemente novas formas de aplicação, induzindo as mudanças de uma forma gradual, pois não seria bem sucedida uma mudança súbita na estrutura escolar tradicional. Caberá a esta equipa, bem como a todos os restantes envolvidos, instituições, alunos e pais, irem-se apropriando dos meios tecnológicos que permitam esta mudança gradual, usando o mote da tecnologia para começar um processo de reflexão sobre as estruturas do processo tradicional de ensino <sup>120, 136, 142, 144-146</sup>.

Como foi referido na introdução deste trabalho, as novas TIC estão completamente associadas aos meios computacionais existentes, pois estes permitem uma conjugação e interligação entre diferentes componentes <sup>2, 8, 125, 126, 147</sup>. Desta forma é possível aplicá-las ao ensino, em especial em áreas como a Química e a Bioquímica, implicando profundas modificações em todos os intervenientes, nas instituições de ensino, nos docentes e nos alunos <sup>148</sup>.

Uma mudança no ensino da Química e Bioquímica, apoiada nas novas TIC, pressupõe um esforço conjunto das 3 entidades envolvidas, correndo-se o risco de fracassar por não haver o empenho suficiente de alguma delas. Esta alteração na natureza do ensino, de uma metodologia mais tradicional para um processo mais assente em processos

computacionais, pode ser feita de um modo progressivo uma vez que podemos ir conjugando o ensino mais tradicional com algumas componentes apoiadas nas TIC. Desta forma a transição é mais paulatina permitindo a adaptação de todos os intervenientes <sup>15, 85, 88</sup>.

No diagrama da Imagem 2:5 podem ver-se algumas alterações relacionadas com a implementação das novas TIC no ensino.

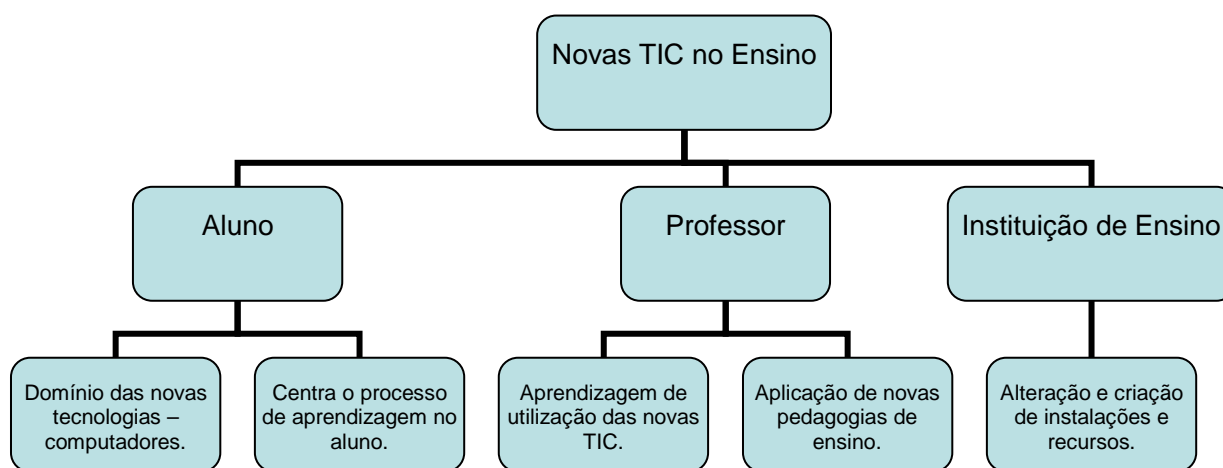


Imagem 2:5-Diferentes "papéis " dos intervenientes no processo de ensino/aprendizagem com as TIC

O ensino através de meios computacionais está associado muitas vezes com a expressão inglesa *E-learning* abreviatura de *Electronic learning*, sendo empregue este termo por diferentes pesquisadores da área e com diferentes perspectivas. O conceito mais generalista é o de se tratar de ensino/aprendizagem que inclui um vasto número de aplicações e processos tais como: *web-based learning*, *computer-based learning*, salas de aula virtuais e colaboração digital, e inclui o fornecimento de conteúdos via *internet*, Intranet, cassetes áudio e vídeo, ipods, transmissão via satélite, TV interactiva, *CD-ROM*, etc. Em resumo, considere-se **E-learning** todo o processo de ensino/aprendizagem baseado em processos electrónicos <sup>149</sup>. Contudo outros autores sentem a necessidade de diferenciar as situações em que o processo ensino/aprendizagem é exclusivamente baseado em processos electrónicos (**E-learning**) <sup>7, 10, 15, 85, 108, 119, 144, 150</sup> daqueles em que existe uma complementaridade entre os processos electrónicos e outros processos, sendo neste caso definido como **B-learning - Blended Learning** <sup>23, 151-156</sup>.

Quanto à forma como os conteúdos electrónicos são disponibilizados, existe também a necessidade de os classificar. Assim, por exemplo tem-se:

- Mobile learning (*M-learning*) - quando os conteúdos são disponibilizados através de um telemóvel (do Inglês *MobilePhone*);
- Web-based learning - quando os conteúdos são disponibilizados através da *internet*, independentemente da forma como se aceda a esta;
- Computer-based learning – quando os conteúdos estão geralmente localizados num computador e se acede directamente a ele.

Qualquer que seja a forma ou tipo de ensino baseado nas novas TIC, estas tem diferentes repercussões nos intervenientes de forma a serem criadas condições para o desenvolvimento deste tipo de ensino, dadas as suas vantagens e aplicabilidade. Desta forma de seguida vai ser indicado sucintamente cada um dos intervenientes realçando o seu papel nesta mudança no ensino e a forma como podem influenciar e serem influenciados.

### 2.3.2. As instituições de ensino

Cabe às instituições de ensino, neste caso Institutos Politécnicos e Universidades, disponibilizar meios materiais, económicos e humanos para se poderem implementar estratégias de ensino que passem pela utilização das novas TIC. Dado que estas instituições obtêm a maioria das suas verbas através do Orçamento de Estado para o Ensino Superior, em função do número de alunos admitidos, está-se cada vez mais num ciclo vicioso que impede grandes investimentos nestas metodologias de ensino <sup>157</sup>.

Para a implementação destas metodologias tornam-se necessárias alterações nas instituições, sendo algumas fundamentais e sem as quais nem se pode iniciar este processo, enquanto que as restantes contribuem para uma boa evolução do processo, o qual poderá parar por completo caso não tenha forma de evoluir. De entre os investimentos iniciais que devem ser realizados destaca-se:

- Aquisição de meios informáticos (computadores e servidores) para uso em sala de aula e colocar os conteúdos que forem sendo criados;
- Equipamento de projecção (vídeo projectores, retroprojectores, vídeos VHS, telas de projecção, monitores, etc.);
- Programas informáticos para a criação de conteúdos para as aulas multimédia;

- Formação especializada aos docentes e funcionários quanto ao manuseamento do equipamento anteriormente descritos;
- Destacar funcionários com funções de apoio aos equipamentos e aos docentes neste campo.

A intervenção das instituições não deve cessar nas medidas anteriormente mencionadas sob pena do processo esmorecer e, por não ter a evolução natural, cair em desuso por falta de motivação dos docentes. Desta forma também são necessários outros investimentos de uma forma continuada, dos quais se destacam:

- Criação de salas de aula informatizadas;
- Desenvolvimento de redes *wireless*;
- Equipamentos tais como os quadros interactivos que permitem a conjugação de diferentes funcionalidades simultaneamente;
- Desenvolvimento e manutenção de plataformas LMS para que o ensino se processe de uma forma uniformizada e coordenada;
- Programas de formação contínua aos docentes e funcionários;
- Fomentar a aquisição e uso de computadores portáteis por parte dos alunos;
- Aquisição de programas informáticos mais completos e versáteis;
- Criação de equipas multidisciplinares encarregues de dar apoio aos docentes e alunos em especial na criação de novos conteúdos.

Cabe também às instituições, após dar os meios, exigir a sua rentabilização, através de uma real utilização dos meios como também promover a sua imagem pública para cativar mais alunos, anunciando os meios de que dispõe nesta área e de que forma têm melhorado a formação académica.

### 2.3.3. O docente

Ao docente cabe um dos papéis mais difíceis, pois será em seu redor que todos os conteúdos têm de ser desenvolvidos e é sob a sua responsabilidade que são posteriormente disseminados<sup>158</sup>. É uma tarefa extremamente exigente e que requer muita dedicação e esforço em várias áreas, em especial quando se trata de docentes já muito habituados a um

sistema de ensino mais tradicional, onde prevalece o método expositivo e para o qual têm os seus conteúdos preparados e otimizados.

O docente para poder começar a utilizar as novas TIC no ensino em geral passa por um processo de formação, maioritariamente nas duas áreas, a formação pedagógica inerente a estas metodologias e a formação profissional relativa às ferramentas informáticas necessárias para a criação, desenvolvimento e implementação dos conteúdos próprios destas metodologias. O docente ficará simultaneamente no papel de pedagogo e de aluno e quanto melhor for a sua aprendizagem melhor desempenhará o seu papel como pedagogo<sup>112</sup>. Assim, é de extrema importância o papel das instituições na implementação dos planos de formação contínua dos docentes, para que estejam adequados às necessidades e à disponibilidade dos docentes. Um docente motivado para estas tecnologias por um bom plano de formação estará muito mais empenhado aquando da sua aplicação<sup>159</sup>.

Infelizmente o que se observa, em algumas instituições de ensino Superior em Portugal, é que os planos de formação, na área das novas TIC são escassos e muitas vezes não cativam os docentes para esta temática, inviabilizando desde o início a sua implementação. Desta forma, a pretensão de algumas instituições de ensino em implementar novas TIC nas metodologias de ensino, tal como o recurso às LMS, está condenada à partida. Nestas situações, os docentes são instigados a colocar os seus conteúdos nas plataformas, que não passam de meros documentos avulsos, sem qualquer contributo para o processo de ensino/aprendizagem e inviabilizando também qualquer estudo avaliativo do contributo destas metodologias no processo educativo.

Quando o docente não esmorece, é ele próprio que procura onde realizar a sua formação, quer de uma forma autodidacta quer recorrendo a cursos organizados, muitas vezes suportando todas as despesas inerentes ao processo. Estes docentes, ainda que vejam alguns dos seus intentos frustrados, por limitações impostas pelas instituições, tentam levar avante a sua ideia de implementar estas metodologias dentro e fora de sala de aula. São estes casos que muitas vezes estimulam os restantes colegas a iniciarem-se nestes caminhos ao mostrar-lhes como pode ser muito aliciante não só para os alunos como também para o docente.

Qualquer docente sente-se realizado quando se apercebe que os seus alunos assimilaram devidamente os conteúdos que lhes transmitiu e ainda foram mais além procurando por sua conta satisfazer um espírito ávido de conhecimento. Ao estimular os alunos, o docente está a ganhar alento para continuar esta tarefa tão exigente que é o ensino.

### 2.3.4. O aluno

Tudo o que foi descrito anteriormente de nada valeria sem o elemento em função do qual tudo isto é feito, o aluno. É para ele que todo este esforço é realizado, com o único intuito de lhe permitir uma melhor aprendizagem cimentando os conhecimentos que lhe são transmitidos e ao mesmo tempo aguçar-lhe a sua sede de saber.

Este tipo de ensino é geralmente mais apelativo para os alunos, em especial em áreas como a Química e a Bioquímica, em que é exigida ao aluno a capacidade de visualizar mentalmente todos os processos e situações descritas. O intuito não é o de lhe retirar essa necessidade mas o de desenvolver nos alunos aptidões extremamente úteis, como a capacidade de abstracção. O que se pretende é dar-lhe no início uma possível visão através das tecnologias disponíveis, permitindo-lhe que nas seguintes situações possa lidar muito melhor com esse mesmo conceito.

Para os alunos, o recurso a este tipo de metodologia significa mais alguma ajuda em ultrapassar as suas dificuldades, pois o processo de aprendizagem é muito complexo, envolvendo simultaneamente o desenvolvimento de outras aptidões como domínio das novas Tecnologias, o que de alguma forma os está a preparar para enfrentarem o seu futuro profissional com uma experiência enriquecedora.

No caso do domínio das novas TIC, os alunos vão adquirindo imensos conhecimentos, que apesar de não serem avaliados ficarão para sempre com eles e os ajudarão na sua vida em sociedade. Um bom exemplo é a facilidade com que os alunos, habituados a lidar com estas tecnologias, começam a lidar com programas de *software*, equipamentos informáticos, etc., em virtude de estarem familiarizados com todo aquele ambiente.

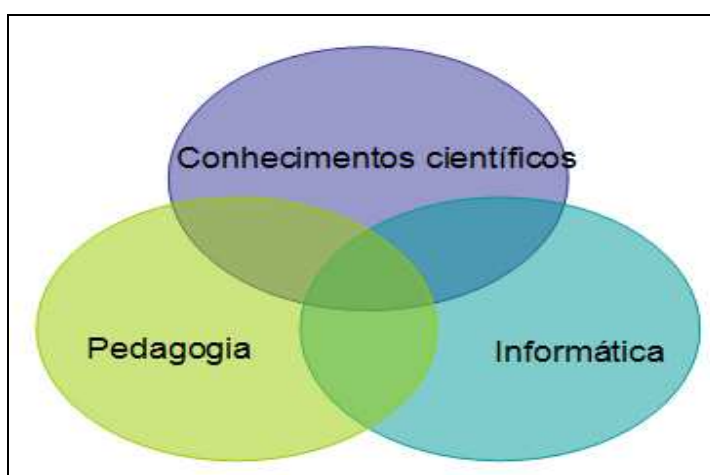
Neste tipo de ensino, o aluno pode dispor dos conteúdos quando e onde deseje permitindo-lhe fazer o seu estudo de acordo com as suas necessidades e capacidades. Está, assim a centrar-se o processo de aprendizagem no aluno, dando-lhe cada vez mais responsabilidade quanto à sua evolução académica. Ele irá até onde se propuser, dado que tem ao seu dispor uma grande variedade de ferramentas, não só as desenvolvidas pelo docente bem como todas as que lhes estão associadas e as que ele próprio vai descobrindo. Este aspecto é especialmente observado no caso em que se dispõe de uma LMS e através da qual o docente pode ir interagindo mais com os alunos, muitas vezes prolongando as aulas presenciais nestas plataformas virtuais e dando uma ajuda à evolução do aluno, dando-lhe os meios para ele próprio ir compreendendo determinadas matérias.

## 2.4. Criação e desenvolvimento de conteúdos com as novas TIC

### 2.4.1. Tipos de conteúdos

A elaboração de conteúdos para serem utilizados segundo uma metodologia de *Blended Learning*, conjugando a parte presencial com a plataforma de ensino *E-learning*<sup>23, 67, 68, 151, 155, 156</sup>, pressupõe o conjugar de diferentes conhecimentos, podendo definir-se um triângulo de cooperação como ilustrado na Imagem 2:6. com os seguintes intervenientes<sup>160</sup>:

- Especialista nos conteúdos (saber);
- Especialista na tecnologia (informático);
- Especialista em educação multimédia (guionista e pedagogo).



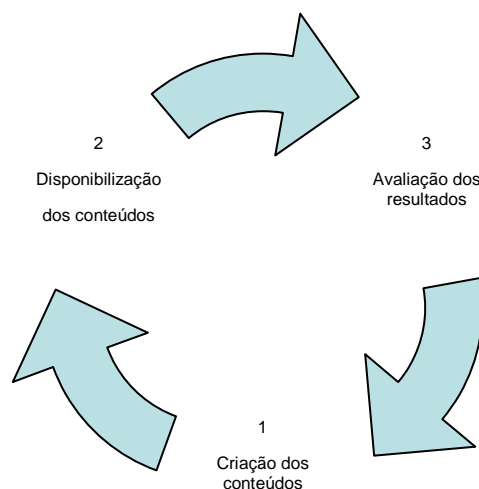
**Imagem 2:6- Diferentes conhecimentos envolvidos na criação de conteúdos multimédia**

É da acção conjunta destas três especialidades que se pode elaborar um bom produto educativo e permitir a sua permanente avaliação e reestruturação. O aperfeiçoamento de qualquer conteúdo educativo baseia-se na complementaridade de conhecimentos de todos os elementos envolvidos, criadores e utilizadores, e também através de resultados obtidos pelos utilizadores.

Apesar de estarem envolvidas 3 entidades neste processo, na maioria dos casos o que se verifica é que todo o trabalho recai sobre o docente, o qual deverá ter uma formação em informática, não só como utilizador mas também como produtor, ainda que muito limitada a determinadas áreas, as de mais fácil concretização. Poucos são os casos das instituições de ensino em Portugal que apostam numa equipa multidisciplinar com vista a

elaborar conteúdos para o ensino através das novas tecnologias. É em virtude desta realidade emergente que actualmente em alguns países apareceram cursos de pós graduação em Químio-Informática e Bio-Informática <sup>113</sup>.

A base de trabalho para a elaboração de conteúdos pode iniciar-se de duas formas distintas: tendo por base os conteúdos “tradicionais” do docente (acetatos, sebatas, apresentações em *Power Point*, etc.); ou a partir de uma ideia ou conceito novo a transmitir, o qual deverá ser expresso da forma mais correcta, pelo que a intervenção do pedagogo se torna imprescindível. Por fim, é ao informático que cabe a tarefa de transpor para a realidade informática o conceito a transmitir. Este procedimento entra num ciclo em que após cada elemento ter contribuído com algo, o próximo elemento realiza uma avaliação crítica ao trabalho permitindo que se vá aperfeiçoando constantemente até ser fornecido aos alunos. A partir do momento em que qualquer conteúdo esteja operacional entra em campo um quarto elemento, o aluno com o qual os restantes elementos estabelecem um diálogo conducente ao aperfeiçoamento do conteúdo, e da forma como é transmitido, entrando-se num segundo ciclo ilustrado na Imagem 2:7.



**Imagem 2:7 - Ciclo de criação e desenvolvimento de conteúdos**

Os diferentes conteúdos criados são então disponibilizados, podendo optar-se por diferentes abordagens, conforme os alunos em causa, as condições de ensino, a temática a abordar e o equipamento tecnológico existente. Pode-se recorrer a um simples *CD-ROM*, *sites* na *internet*, *blogs* na *internet* <sup>21, 91, 161</sup>, *i-pods* <sup>162</sup>, *telemóveis*, *LMS* <sup>26, 163</sup>. Os conteúdos podem ser disponibilizados recorrendo a mais que um dos meios referidos anteriormente, sendo a escolha inicial feita em função não só das expectativas dos criadores mas também em função dos comentários dos utilizadores. Para tal, todo o processo está em constante

avaliação, desde os conteúdos até à forma como são disponibilizados. Este deve ser o procedimento a implementar, caso se pretenda um constante aperfeiçoar do ensino através das TIC. Qualquer processo de ensino que menospreze a contribuição dos utilizadores poderá estar destinado ao abandono <sup>164</sup>.

No processo de criatividade, é preciso manter alguma coerência e uniformidade em vários aspectos dos trabalhos realizados de modo a seguirem algum modelo de normalização. Deste modo, permite aos alunos habituarem-se a um formato de conteúdo com a mesma lógica intrínseca, assimilando melhor o assunto leccionado.

Quanto à criação de conteúdos deve haver cuidado numa normalização não só dos conteúdos, tal como foi descrito, mas também nos procedimentos informáticos utilizados <sup>127, 165-167</sup>. Só assim se pode assegurar alguns aspectos fundamentais na criação de conteúdos multimédia para o ensino, como:

- Independência da LMS utilizada, permitindo que uma alteração da LMS não implique uma perda de conteúdos ou acréscimo de esforço para adaptação de conteúdos <sup>168</sup>;
- Reutilização de conteúdos, em diferentes cursos e instituições;
- Criação de automatismos, permitindo que após uma fase inicial de aprendizagem, a concepção de conteúdos surja de uma forma mais rápida e eficiente;
- Redução de custos com o desenvolvimento de conteúdos.

Para tal efeito, já existem padrões criados por instituições que implementaram regras específicas nesta área, tal como a AICC (*Airline Industry CBT Committee*), a IEEE com o *Learning Technology Standards Committee*, a IMS (*Instructional Management Systems*) e especialmente as normas SCORM (*Sharable Content Object Reference Model*).

Os conteúdos para o ensino dividem-se, de grosso modo, em dois grandes módulos com as respectivas subdivisões, os quais se complementam: um módulo referente à transmissão de conhecimentos; e um segundo referente à avaliação da aquisição dos mesmos conhecimentos. No campo da transmissão dos conhecimentos, o recurso a programas informáticos comerciais e gratuitos facilita em muito a vida do docente, permitindo uma menor dependência do elemento informático a nível da programação e maioritariamente a nível de utilização. Neste âmbito é de referir os produtos da *Microsoft*®, dada a sua penetração no mundo computacional, mas sem esquecer o outro gigante da informática, *Adobe-Macromedia*®. No entanto, apesar das empresas mencionadas possuírem alguns dos melhores programas, também existem pequenas empresas ou

indivíduos que criam programas de elevada qualidade a um preço mais reduzido ou mesmo gratuito.

Contrariamente ao descrito atrás, no módulo da avaliação de aquisição de conhecimentos as empresas referidas não têm qualquer intervenção, cabendo tal tarefa quase exclusivamente às empresas que desenvolvem as plataformas de *E-learning*. É de salientar o caso Português da Teleformar® ou casos internacionais, como a *BlackBoard*®, *WebCt*®, etc. Existem, contudo, produtos desta natureza independentes de plataformas de ensino e alguns dos quais distribuídos gratuitamente, tal como a *HotPotato*®, *Faber Quiz*®, *Diploma*®, *Respondus*®, aspectos que serão descritos no capítulo 3.4. .

Do que foi anteriormente afirmado, deduz-se que um docente empenhado no uso das TIC vê o seu trabalho em muito aumentado. Há algumas situações em que consegue elaborar conteúdos sozinho, mas na sua maioria tem de recorrer a especialistas da área da informática, nas suas mais diversas vertentes. O que facilmente nos apercebemos é que todo este trabalho pode levar desde 1 minuto, no caso de elaborar um único diapositivo contendo texto, a mais de 1 hora, caso necessite de fazer uma ilustração mais elaborada ou até mesmo um dia se quiser apresentar a informação sob a forma conjunta de imagem, som, texto e animação de um modo coordenado, como se irá mostrar em capítulos seguintes <sup>169</sup>.

O trabalho que o docente tem para elaborar, os seus conteúdos, cresce exponencialmente, à medida que se vão adicionando elementos com o intuito de melhor transmitir qualquer conceito ou matéria.

No entanto, é perceptível que tal como os Gregos já haviam constatado, há mais de 2 mil anos, a ilustração de um conceito é muito mais importante que a sua descrição textual, quando se pretende transmitir esse conhecimento. Neste caso específico, ainda se verifica algo que os Gregos valorizavam, a interdisciplinaridade, conceito esse que renasce com grande força, impulsionado em muito pelo recurso às novas tecnologias <sup>1,51</sup>.

Quando falamos de conteúdos criados com base nas novas TIC, para ajudarem no ensino, deve-se distinguir duas situações distintas com especificidades próprias, os conteúdos que são produzidos para serem apresentados em sala de aula, tendo o docente um papel interventivo, ao complementar a informação que vai sendo transmitida, e os conteúdos que são destinados ao aluno para que este sozinho realize o seu estudo onde e quando entenda. No segundo caso, os conteúdos têm de ser muito mais completos, quase auto suficientes, uma vez que o docente não está presente para poder prestar qualquer esclarecimento adicional e a comunicação com o docente é muitas vezes realizada de uma forma assíncrona, fazendo a aprendizagem do aluno depender do tempo de resposta do

docente às suas inúmeras questões. Estão aqui inerentes os conceitos do que é o ensino *Blended learning* e *Electronic Learning*.

Poderia pensar-se que caso todos os conteúdos fossem elaborados com vista a serem o mais auto-suficientes possível, seriam aplicáveis em todas as situações. Contudo, isso seria retirar ao docente o seu papel activo no ensino presencial o que seria erróneo, no nosso entender. Uma possível solução passa pela criação simultânea dos tipos de conteúdos para um determinado tema, um vocacionado para o ensino presencial e o outro para o ensino puramente electrónico.

Nos conteúdos a serem utilizados em sala de aula o docente deve ter uma elevada margem de manobra podendo parar, avançar ou retroceder, de forma a poder clarificar qualquer aspecto ou simplesmente não considerar um aspecto que não seja tão relevante naquela situação. Nos conteúdos para o aluno usar no seu auto estudo terá de ser este a gerir a informação que lhe é disponibilizada e então há diferentes realidades em função da experiência do aluno, do ano lectivo <sup>170</sup> onde se encontra, do tipo de ensino que frequenta, do curso que frequenta, etc. São demasiadas variáveis para serem analisadas neste trabalho mas indiciam ter de haver um cuidado extremo na elaboração dos conteúdos de forma a serem válidos.

Neste trabalho são apresentados exemplos de conteúdos para serem usados exclusivamente em sala de aula, como é o caso de muito material obtido através das editoras, ou através da *internet* ou criado propositadamente para o efeito. Muitas vezes, esses conteúdos foram complementados com informações de forma a serem criadas aulas multimédia mais autónomas.

De entre as ferramentas e/ou metodologias pode-se considerar apenas conteúdos isolados ou conceber conteúdos que resultam da conjugação de outros diferentes tipos, tais como <sup>2, 8, 125, 171</sup>.

- Tutoriais;
- Hipermédia;
- Exercícios;
- Simulações;
- Jogos educacionais;
- Ambientes de aprendizagem abertos;
- Bancos de testes e questões;
- Aprendizagem baseada na World Wide Web (WWW).

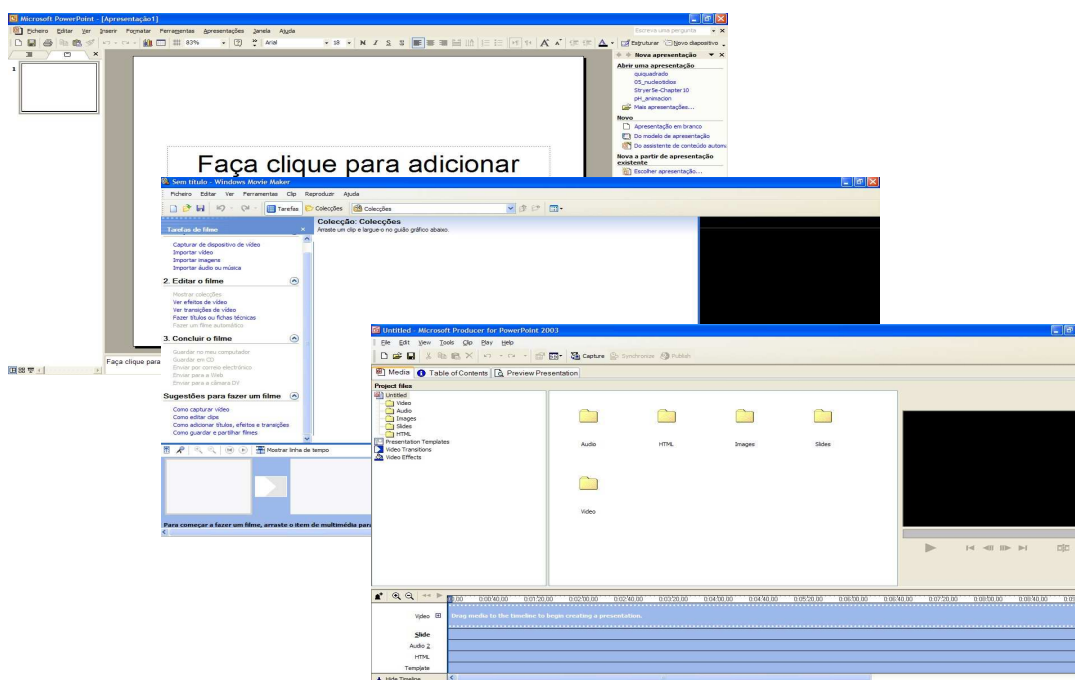
De entre os casos que são expostos nos capítulos 3 ao 3.5. pode-se ver como se tentou conjugar diferentes tipos de conteúdos segundo uma metodologia que pretendeu maximizar o processo de aprendizagem. Desta forma, usando os diferentes aspectos de uma forma coordenada para permitirem atingir uma boa aprendizagem, tem-se genericamente um processo com 4 fases:

1. A informação é apresentada e/ou as aptidões a adquirir são definidas;
2. O aluno no início é guiado no uso da informação ou da aptidão;
3. O aluno pratica de modo a reter os conhecimentos e a tornar-se fluente na sua aplicação;
4. A aprendizagem é testada por um processo de avaliação.

As etapas descritas foram seguidas quer nos conteúdos a serem utilizados em sala de aula quer nos conteúdos mais auto suficientes. Em virtude da sua natureza, determinadas etapas foram abordadas de diferente forma, como é o caso da avaliação da aprendizagem: em sala de aula pode-se recorrer a simples interpelações aos alunos; enquanto que nas aulas multimédia recorre-se a programas informáticos específicos para o efeito (ver subcapítulo 3.4. )

De entre os conteúdos que o professor pode elaborar sozinho, é de destacar aqueles que se apoiam em produtos da *Microsoft*® dada a sua elevada implementação. Todos os restantes são pouco conhecidos ou são demasiado dispendiosos ou de difícil manuseamento.

De entre os produtos da *Microsoft*® é de referir o tradicional *Power Point*® para elaboração de apresentações, que aliado com o *Movie Maker*® para edição de filmes permite entrar num campo que alia as duas componentes, o texto e a imagem através do *Producer*® (Imagem 2:8)



**Imagem 2:8 - Imagens no início dos programas de software *Power Point*<sup>®</sup>, *Movie Maker*<sup>®</sup> e *Producer para Power Point*<sup>®</sup>**

Em unidades curriculares como a Química e a Bioquímica, com estes 3 programas, podem ser criadas apresentações muito completas e bastante ilustrativas dos processos, permitindo visualizar como algum processo evolui ao longo do tempo ou do espaço, bem como perceber como evoluiria o sistema em estudo, em função das variáveis em jogo.

Veja-se, por exemplo, a Catálise Enzimática a qual pode ser muito mais facilmente compreendida pelos alunos, caso se recorra a uma ilustração como a indicada na Imagem 2:9. Embora esta imagem possa ser facilmente realizada no *Power Point*, é possível fazer-se outra abordagem realizando uma animação onde seja perceptível o acoplamento das moléculas, as modificações em ambas as moléculas, nomeadamente a nível dos aminoácidos do centro activo da enzima, usando para tal o *Movie Maker*, ou ver como varia o processo em função de algumas variáveis como o pH, a temperatura, a existência de inibidores ou activadores, etc. Esta matéria ainda poderia ser melhor compreendida pelos alunos, se se associasse a este pequeno filme/animação a descrição textual ou falada do processo de um modo simultâneo, podendo realizar-se este procedimento recorrendo ao *Producer*.

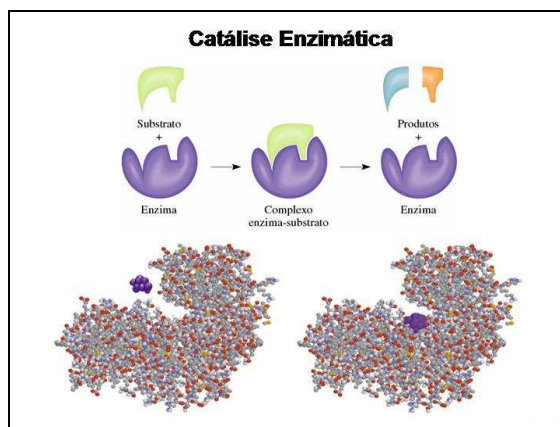


Imagem 2:9- Imagem ilustrativa do processo de catálise enzimática (Chang, 2005)

Como exemplo da aplicabilidade destes programas de *software* serão apresentados no capítulo 3 dois casos de aulas multimédia inteiramente criadas pelo docente apenas recorrendo a estes programas informáticos, obtendo bons resultados quer quanto à aula criada quer quanto ao seu uso por parte dos alunos.

Na elaboração de conteúdos para as aulas de Química e de Bioquímica, o docente poderá recorrer a diferentes programas informáticos, alguns deles gratuitos que se podem obter de diferentes formas. Neste campo, é de referir os programas designados de *Freeware* e os *open source tools*<sup>14, 172</sup>, desenvolvidos por empresas ou particulares mas que podem ser livremente utilizados e é também de destacar os programas que, por serem produzidos por empresas comerciais, dispõem de versões mais simplificadas de livre utilização. Existem locais na *internet* totalmente dedicados a disponibilizar todo o género de programas informáticos.

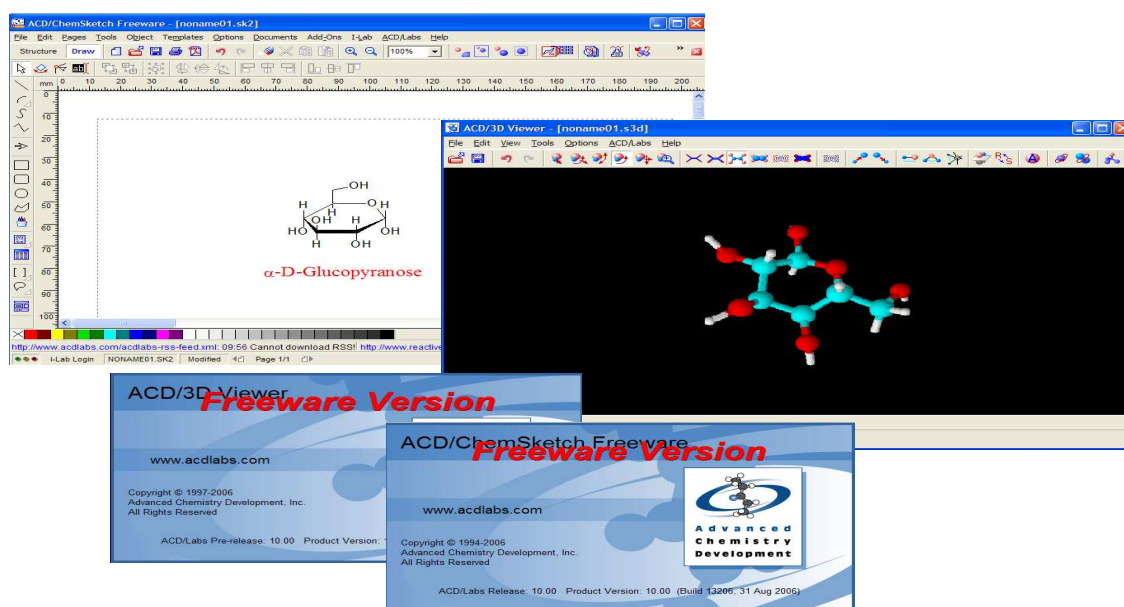
Existe uma corrente cada vez maior de pessoas ligadas à Informática que acredita que só terão benefícios em partilhar os seus programas informáticos, pois isso permite uma rápida divulgação dos mesmos, o que vai acelerar a sua utilização e conseqüentemente o aparecimento de novas necessidades em termos informáticos contribuindo para a criação de novos programas, estabelecendo-se desta forma um ciclo de criação benéfico para todas as partes envolvidas, criadores e utilizadores.

De entre este tipo de programas informáticos descreve-se seguidamente um programa extremamente útil para qualquer docente de Química, o ACD LABS que inclui diversos aspectos, desde a representação e a visualização de moléculas (a 2 e 3 dimensões) até à análise de espectros de RMN. Ainda são abordados outros programas que foram obtidos gratuita e legalmente e que foram utilizados extensivamente<sup>37</sup> em

componentes de ensino da Química baseado nas novas TIC, tal como se encontra descrito nos subcapítulos 3.2. , 3.3. e 3.4.

A empresa ACD – *Advanced Chemistry Development* é especializada em produzir e comercializar programas informáticos para a área da Química, consciente da necessidade de cativar os seus potenciais clientes para a enorme diversidade de produtos que possui. Assim disponibiliza alguns deles de forma gratuita mediante a condição de serem apenas utilizados para uso pessoal e uso educacional. Desta forma consegue introduzir facilmente alguns dos seus produtos no mercado, tornando mais viável a aquisição dos restantes programas por parte dos docentes ou instituições. Através da sua página da *internet* (<http://www.acdlabs.com/download/>) a empresa disponibiliza alguns dos seus produtos para serem livremente descarregados: programas informáticos, amostras e bases de dados, manuais de utilizador, vídeos demonstrativos e uma miscelânea de outros produtos.

De entre os programas disponibilizados destaca-se o *ACD/ChemSketch*, de livre acesso, actualmente na sua versão 12.0 e o *3D Viewer for ISIS /Draw and ISIS/Base*. Com estes programas podem ser facilmente visualizadas moléculas. Por exemplo com o *ChemSketch* é possível desenhar-se as estruturas de moléculas ou apenas seleccioná-las das bases de dados; com o *3D Viewer* é possível visualizá-las em 3 dimensões processando uma optimização da estrutura tal como se pode apreciar na Imagem 2:10, que ilustra a molécula de glucose na sua forma de  $\alpha$ -D-Glucopiranoose.



**Imagem 2:10 – Imagens de uma molécula de  $\alpha$ -D-Glucopiranoose usando os programas informáticos da ACD – ChemSketch (canto superior esquerdo) e 3D Viewer (lado inferior direito) com os respectivos dados identificativos**

## 2.4.2. Criação de conteúdos pelo docente

Para uma docência eficaz na área da Química, no Ensino Superior, é necessário que o docente se vá munindo de vários componentes lectivos de diferente natureza <sup>173</sup> para poder conjugar os conhecimentos teóricos com uma visão da realidade, uma vez que uma das maiores dificuldades dos alunos na aprendizagem da Química é a correcta e total percepção dos processos e fenómenos descritos pelo docente em sala de aula. Desta forma, ao longo de alguns anos ensinando Química, qualquer docente terá uma vasta colecção de conteúdos que pode usar livremente para permitir aos seus alunos uma melhor compreensão da matéria leccionada. Estes conteúdos têm diversas origens e são de diferente natureza, provavelmente a maioria é baseada em sistema informáticos. A este conjunto de conteúdos informáticos (ou informatizáveis) reunidos, tal como numa biblioteca, denomina-se actualmente *MEDIATECA VIRTUAL*. É com base neste tipo de conteúdos que se elaboram aulas com a componente presencial apoiada numa componente informática, o denominado *Blended learning*.

Com o passar do tempo, o docente começa a sentir alguma dificuldade em seleccionar quais os conteúdos a disponibilizar aos alunos e de que forma os encadeará, de modo a seguirem uma lógica de raciocínio sem grandes saltos nem transições bruscas. Agrava-se a situação pela necessidade de possuir diferentes programas de *software* para poder gerir a sua mediateca virtual, com a necessidade de mantê-los nas suas versões mais actualizadas e com as suas licenças de funcionamento válidas.

Para a elaboração de uma aula multimédia é necessário que o docente seleccione, de entre a sua *MEDIATECA*, os diferentes tipos de conteúdos que podem compor uma aula multimédia. Alguns desses conteúdos requerem um tratamento prévio podendo ser necessário cortar partes deles ou intercalá-los entre si. Desta forma, torna-se necessário criar um guião do que será a aula multimédia, para que ao iniciar o trabalho com a componente informática todos os conteúdos estejam devidamente prontos a usar. Este trabalho é feito sabendo exactamente o que se espera obter no final, uma aula multimédia apta a ser visionada em sala de aula ou disponibilizada através de uma página *Web* para ser acedida pelos alunos aquando do seu auto estudo.

Uma vez que uma aula multimédia pode incorporar diferentes conteúdos, é necessário tratá-los previamente para que sejam introduzidos na aula de uma forma simples e rápida. Assim os conteúdos devem ser separados previamente para serem trabalhados de acordo com a sua natureza:

- Textos de apoio em formato DOC e em formato PDF;

- Filmes de experiências realizadas, em diferentes formatos, desde AVI, FLV, WMV e MPEG;
- Simulações e animações computacionais especialmente em formato SWF;
- Imagens e diagramas em vários formatos maioritariamente JPEG, TIF e GIF;
- Teste de questões para resolução dos alunos em formato HTML e XHTML;
- Narração áudio, música.

Havendo muitas origens de conteúdos, deve-se usar preferencialmente aqueles que são criados pelos docentes ou fornecidos gratuitamente pelas editoras, os quais não levantam problemas quanto a legalidades. Existe uma enorme variedade de conteúdos disponíveis na *internet* para livre uso, apenas requerendo que sejam respeitados os direitos do seu criador, muitos deles distribuídos segundo licenças de *CREATIVE COMMONS* segundo as suas diferentes modalidades.

Os conteúdos disponíveis na *internet* levantam alguns problemas. Ainda que seja autorizada a sua utilização, muitos deles estão alocados em servidores, não podendo ser copiados. Esses conteúdos estão dependentes de uma ligação funcional à *internet* e do facto de continuarem disponíveis, dado que muitas vezes são retirados ou recolocados noutros servidores. Outra dificuldade inerente a estes conteúdos é a de funcionarem apenas *online*, dependendo de uma aplicação que está instalada num determinado servidor.

Há ainda um conjunto de conteúdos que, apesar de não serem informatizados, podem ser informatizados, tais como:

- Textos antigos, diagramas e imagens apenas em papel;
- Modelos mecânicos, tais como modelos de “paus e bolas” para representar moléculas e as suas ligações;
- Experiências laboratoriais;
- Filmes em formatos como o VHF, 8mm.

É necessário realizar previamente a informatização dos conteúdos acima descritos. Ainda que se tenha envolvido bastante tempo, isso permitirá uma fácil utilização desses recursos futuramente e de outra forma, ficariam perdidos. Assim, é necessário digitalizar os documentos em papel, converter filmes em formatos digitais e filmar experiências e modelos mecânicos sob diferentes ângulos e perspectivas.

Tal como foi referido, no caso dos conteúdos não se encontrarem informatizados, requerem um tratamento prévio. Para a sua informatização é necessário recorrer a alguns programas de *software* e equipamento específico, nomeadamente:

- Scanner com OCR (reconhecimento óptico de caracteres);
- Equipamento de filmagem digital, capaz de gravar directamente em formato digital, sendo o mais usado MPEG;
- Equipamento para digitalizar filmes em formatos analógicos, como um leitor de VHS ligado a uma placa de vídeo no computador através de um programa de tratamento de vídeo;

Os conteúdos devem ser organizados segundo um guião ao longo de uma linha temporal, de acordo com a sequência lógica a ser transmitida aos alunos, sempre atentos aos aspectos pedagógicos, tais como:

- Iniciar com um breve resumo dos tópicos a abordar;
- Ir fornecendo os conteúdos por grau crescente de dificuldade e complexidade;
- Acompanhar os conteúdos mais complexos e elaborados com descrições mais detalhadas e/ou vídeos ilustrativos;
- Ao intercalar conteúdos, ter cuidado com a coerência entre os sinais, símbolos, constantes e demais conceitos que sejam usados repetidamente.

Dada a natureza dos conteúdos multimédia, contendo muita informação, foi constatado que cada tema não deveria ultrapassar os 15 minutos de duração, permitindo aos alunos uma melhor percepção do mesmo, bem como permite ao docente uma melhor gestão dos seus conteúdos multimédia. Desta forma, uma aula pode ser organizada como uma sequência temporal de conteúdos seleccionados, todos eles independente entre si mas cuja sequência permite a total compreensão de uma temática.

A organização de uma aula multimédia em módulos permite que os utilizadores, alunos e docentes, usem apenas os conteúdos pretendidos sem terem de visionar uma sequência completa de eventos quando a dúvida é específica e localizada. De igual forma, também tem vantagens óbvias para o docente que a cria, pois mais facilmente os poderá modificar ou até mesmo combinar segundo uma nova sequência. Os programas lectivos não são estáticos, vão evoluindo ao longo dos anos, bem como podem ter diferenças mais ou menos significativas em função dos cursos a que são leccionados. Ao optar por elaborar aulas com base em módulos, o docente pode ter a liberdade de enriquecer a aula com mais módulos para os cursos em que se justifique. Como exemplo salienta-se o tema sobre o comportamento dos gases: quando leccionado a um curso de engenharia convém focar especialmente casos reais e equações que possam descrever esses sistemas, enquanto

que ao ser leccionado a um curso de Química o docente poderá valorizar os aspectos teóricos e de dedução das diferentes equações a utilizar na diferentes situações.

A etapa seguinte é a criação da aula através das ferramentas informáticas, quer o docente sozinho quer com a ajuda de Engenheiros Informáticos (ver subcapítulo 3.3. ). Tal como qualquer trabalho desta natureza, em que se envolvem conhecimentos de diferentes áreas, o trabalho nunca está terminado, estando em constante aperfeiçoamento em virtude das novas necessidades que vão surgindo ou apenas das dificuldades sentidas em algum ponto.

Dada a variedade de conteúdos e a possibilidade de combinar dois ou mais simultaneamente, é muito útil a criação de modelos padrão de modo a facilitar a utilização desta aplicação pelo docente, quer este tenha desenvolvido todo o trabalho ou em colaboração com Engenheiros Informáticos. As aulas elaboradas conjuntamente com especialistas da Informática são uma forma de poupar o docente a uma aprendizagem de aspectos demasiado técnicos, tais como as linguagens de programação ou códigos informáticos, de modo que o processo seja o mais simples possível.



## 3. Procedimentos

### 3.1. Metodologia

Ao longo de vários anos foram desenvolvidos trabalhos na área do ensino assistido pelas novas TIC, abordando algumas vertentes do *Electronic-learning (E-learning)* e do *Blended-learning (B-learning)* nomeadamente no campo da Química e da Bioquímica. Alguns desses trabalhos foram realizados exclusivamente por docentes da área de Química, enquanto que outros, pela sua complexidade, foram realizados conjuntamente com apoio informático. Seguidamente descreve-se cada um destes trabalhos, desde o processo de concepção até à aplicação, enfatizando as diferenças e semelhanças entre eles e realizando uma análise avaliativa da implementação destas metodologias no processo de ensino/aprendizagem<sup>15, 16, 87, 88, 174, 175</sup>.

Todos os materiais multimédia criados têm uma natureza evolutiva, isto é, à medida que vão sendo utilizados, é avaliada a sua contribuição no processo de ensino/aprendizagem, permitindo alterá-los nas partes menos eficientes ou com maiores dificuldades. Pretende-se, deste modo, melhorar o processo de aprendizagem dos alunos, permitindo-lhes uma melhor percepção do conhecimento, estimulando as suas capacidades lógicas e de raciocínio lógico-dedutivo, essenciais para as unidades curriculares em questão e extremamente valiosos no mundo laboral que os espera. Aos docentes visa fornecer-lhes novas ferramentas que os ajudem nalgumas tarefas, permitindo-lhes desenvolver um ensino mais eficaz com um menor esforço.

Tratando-se de um projecto dinâmico, estará sempre em constante avaliação o seu desempenho, sendo modificado, na medida das avaliações feitas. A estrutura do projecto assenta maioritariamente na LMS do IPCB, na qual se congregam várias ferramentas informáticas para o ensino, tais como vários programas informáticos comerciais e outros especialmente concebidos, para:

- Visualização de vídeos e animações<sup>37-39</sup> ;
- Acesso a bases de dados informáticas para pesquisas;
- Acesso a material informático que acompanha os livros adoptados para as unidades curriculares;
- Avaliação pelos utilizadores<sup>176-179</sup>;

- Avaliação dos alunos<sup>171, 180-184</sup>;
- Salas de discussão de temas<sup>185</sup>;
- Acesso ao docente ou a outros colegas para esclarecimento de dúvidas ou qualquer outro assunto via correio electrónico, *messenger*, vídeo-conferência<sup>186, 187</sup>;
- Controlo por parte do docente do tipo de uso e acesso realizado pelos alunos à plataforma.

Estes são os pontos principais onde se têm de apoiar os ensinamentos emergentes, suportados pelas novas TIC, e aplicáveis não só aos alunos regulares em causa, como também aos trabalhadores estudantes, aos alunos com deficiências de aprendizagem, aos profissionais que pretendam rever ou aprofundar alguns aspectos da sua formação inicial, etc.

No caso particular deste estudo, os participantes são os alunos da Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias (ESALD), do Instituto Politécnico de Castelo Branco (IPCB), dos primeiros anos de todos os cursos, bem com o próprio investigador que é agente activo e participante nesta investigação.

Anualmente ingressam na ESALD aproximadamente 150 alunos, distribuídos pelos cursos de Enfermagem, Análises Clínicas e de Saúde Pública, Fisioterapia, Radiologia e Cardiopneumologia, tal como se pode ver na Tabela 1. Desde o ano lectivo de 2005/2006 até à presente data, 743 alunos frequentaram as aulas de Bioquímica e 96 alunos frequentaram as aulas de Química. Por tratar-se de alunos do primeiro ano, a sua média etária é de 18 anos, sendo 24% dos alunos do género masculino e os restantes 76% do género feminino, indicador da elevada prevalência das mulheres neste tipo de curso superior.

Com classificações de acesso ao ensino superior elevadas (ver Tabela 1), são geralmente alunos muito motivados e com bons hábitos de trabalho. Desta forma, é possível leccionar a um ritmo considerável, cumprindo-se facilmente o programa definido no início do ano lectivo e geralmente com boas classificações.

É de salientar que os conhecimentos e formação dos alunos até ao 12º ano têm sofrido alterações nos últimos anos, condicionando bastante a leccionação da Química e da Bioquímica no ensino superior. Verifica-se actualmente que a maioria dos alunos que ingressam na ESALD têm Química até ao 11º ano (ver Tabela 3) contrariamente ao que ocorria em 2005 onde a maioria dos alunos frequentava a Química até ao 12º ano. Desta forma, e face à heterogeneidade dos alunos, relativamente aos seus conhecimentos de

Química, e para não descer as fasquias da exigência e qualidade, é necessário um esforço extra do docente, em muito recorrendo às novas TIC.

**Tabela 1- Dados dos alunos inscritos, na ESALD desde 2005, às disciplinas de Química e Bioquímica.**

		ACSP	Cardiopneu.	Enfermagem	Fisioterapia	Radiologia	Total	
							n	%
2005/2006	Masculino	2	4	10	5	9	30	21,13
	Feminino	18	19	44	15	16	112	78,87
	Classificação do 1º classificado	157,8	168,8	179,4	176,4	171,2		
	Classificação do último classificado	151,2	163,4	152,8	170,8	157,4		
2006/2007	Masculino	4	5	14	7	11	41	26,80
	Feminino	20	19	40	19	14	112	73,20
	Classificação do 1º classificado	155,4	174,2	164,0	176,4	167,6		
	Classificação do último classificado	145,8	150,4	149,6	160,6	153,4		
2007/2008	Masculino	4	7	12	7	9	39	25,49
	Feminino	21	17	42	17	17	114	74,51
	Classificação do 1º classificado	162,4	155,4	179,4	174,2	161,8		
	Classificação do último classificado	153,0	148,6	146,0	164,0	140,0		
2008/2009	Masculino	7	7	5	3	5	27	17,65
	Feminino	20	16	49	22	19	126	82,35
	Classificação do 1º classificado	154,8	161,2	161,0	173,6	154,6		
	Classificação do último classificado	136,6	153,4	137,6	162,0	143,4		
2009/2010	Masculino	4	7	15	8		34	23,94
	Feminino	25	20	41	22		108	76,06
	Classificação do 1º classificado	155,5	170,8	181,4	165,0	153,4		
	Classificação do último classificado	138,6	144,6	133,8	152,2	137,4		
							171	23,01
							572	76,99

Apresentam-se os vários trabalhos que foram realizados neste contexto, como a criação de aulas multimédia ou exclusivamente pelo docente ou com o apoio informático especializado, utilização de Quadros Brancos Interactivos (QBI), o recurso a programas de gestão de questões e testes e mostra-se como todas estas vertentes se podem interligar através de uma plataforma de *e-learning*. Uma vez passada a fase inicial, todos os conteúdos e experiências adquiridas podem ser aproveitados para serem aplicados a qualquer instituição de Ensino Superior onde sejam ministradas as unidades curriculares de Química e de Bioquímica<sup>32-34, 41, 46, 87, 89, 90, 188</sup>.

Para a realização deste trabalho recorreu-se aos seguintes instrumentos: programas informáticos; processos de amostra aleatória simples; entrevistas; questionários; e análise estatística de dados com recurso a *software* específico.

Na implementação das novas TIC no ensino superior, está implícito o recurso a programas informáticos específicos, de acordo com o trabalho a realizar. Muitas vezes é necessário o uso de diferentes programas informáticos para preparar os materiais necessários e conjugá-los na criação de uma aula multimédia.

Na Tabela 2 constam alguns dos programas informáticos utilizados para criar os projectos apresentados, agrupados segundo a sua função, descrevendo-se algumas características relevantes e com uma sucinta apreciação da sua aplicabilidade e dificuldade. Esta apreciação é feita pelo investigador, com base numa escala de 0 (equivale a NADA) até 5 (equivale a MUITO), de acordo com a sua opinião pessoal.

**Tabela 2- Alguns dos programas informáticos utilizados na execução dos trabalhos descritos nesta dissertação.**

Aplicação	Nome do programa	Aplicabilidade	Dificuldade	Principais características
Geradores de testes	DIPLOMA	4	2	Possuem versões gratuitas e estão associados com editoras.
	RESPONDUS	4	2	
	HOTPOTATOE	3	3	Versão gratuita, com a desvantagem de ter várias aplicações
	QUIZFABER	2	4	Versão gratuita, com um aplicação mas limitada.
Ensino da química	WEB LAB VIEWER PRO	3	4	Visualização, modelação e manipulação de estruturas moleculares e cristalinas
	ACDLABS 10.0	4	2	
Edição de imagem	COREL DRAW	5	4	Permite um tralho profissional, mas requer muita prática
	NERO	5	3	Muito intuitivo e de fácil utilização
	Microsoft Office Picture manager	4	3	
	Microsoft Office Publisher	4	3	
Edição de filme	NERO	5	3	
	ANY VIDEO CONVERTER	4	2	Apenas converte ficheiros de filmes para diferentes formatos
	Windows Movie Maker	4	3	
Criação de aulas multimédia	CAMTASIA	5	2	Elaboração de filmes de tudo o que é visível no monitor do PC
	CAPTIVATE	4	3	Criação de aulas ao longo de uma linha temporal, conjugando diferentes ficheiros informáticos
	FLASH	5	3	Excelente na criação de animações
	Microsoft Office PowerPoint	4	3	
	Microsoft Producer para PowerPoint	4	3	
Análise de dados	SPSS	5	3	Permite toda a análise estatística
	NCSS	4	3	
	Microsoft Office EXCELL	3	2	Muito limitado
Texto	Adobe Acrobat	5	1	Não permite alterar o conteúdo e tem um pequeno tamanho
	Microsoft Office Word	5	2	
Elaboração de questionários	TeleForm - Verity Inc.	4	3	Permite modelar o aspecto da versão para impressão e envia os dados para uma folha de cálculo
	GoogleDocs	3	2	De utilização gratuita e envia os dados para uma folha de cálculo

Desde o início da implementação das novas TIC ao ensino da Química e da Bioquímica, avaliou-se o contributo das aulas multimédia no processo de ensino/aprendizagem. Numa etapa inicial, de grandes alterações dos materiais criados, torna-se necessária uma resposta rápida, pelo que se recorreu a entrevistas, segundo uma tipologia predominantemente informal<sup>48</sup>, que permite ganhar tempo e rentabilizar meios. Os resultados dessas entrevistas encontram-se expressos nos subcapítulos 4.1. e 4.2. e serviram de base para todo o trabalho seguinte.

As entrevistas, ainda que classificadas pelos investigadores da área<sup>27, 48, 125</sup>, como predominantemente informais, cumprem os mesmos requisitos que as restantes, em termos dos aspectos a ter em conta, antes, durante e após a entrevista. Assim alguns aspectos a considerar nesses três momentos são:

- Antes da entrevista é necessário, definir o objectivo, construir um guia da entrevista, escolher os entrevistados, preparar o entrevistador;
- Durante a entrevista deve estabelecer-se um elo de confiança com o entrevistado e ser capaz de o manter atento, ser capaz de escutar, manter o controlo com diplomacia, utilizar perguntas de *aquecimento* e *focagem*, enquadrar as perguntas melindrosas, evitar perguntas indutoras.
- Após a entrevista devem ser registadas as observações referentes ao comportamento do entrevistado e sobre o ambiente em que decorreu a entrevista.

Com a consolidação do processo de concepção de aulas multimédia, tornou-se viável uma análise mais quantitativa dos resultados obtidos. Desta forma, foi necessário o recurso a inquéritos. Por não existirem inquéritos desta natureza para a população em causa, foram criados dois tipos de inquéritos (Anexos 8 e 9) que foram sujeitos a uma análise cuidada na sua concepção. Os inquéritos não foram sujeitos a um processo de validação, por se tratar de um processo extremamente moroso e complexo, só de por si justificando um trabalho de investigação.

Inicialmente os inquéritos eram impressos e entregues aos alunos, sendo as respostas introduzidas pelo docente no programa específico, o SPSS (*Statistical Package for Social Scientists*<sup>189</sup>) o qual realiza toda a análise estatística necessária. Após algum tempo, optou-se por disponibilizar os mesmos inquéritos através de uma aplicação online disponibilizada pelo sítio da *internet* da *GOOGLE* (Anexo 10).

O SPSS é reconhecido internacionalmente como referência neste campo, pelo que foi recentemente adquirido pela multinacional IBM. O recurso a este *software* implica simultaneamente um elevado conhecimento de análise estatística bem como de informática, garantindo assim uma correcta interpretação dos resultados obtidos<sup>189-195</sup>.

Foram realizadas duas análises estatísticas quantitativas, para demonstrar o contributo das aulas multimédia do processo ensino/aprendizagem. Em ambos os estudos foram utilizados dois grupos, seleccionados por amostragem aleatória simples sendo o grupo de controlo aquele que não tinha acesso aos materiais multimédia, enquanto que ao segundo grupo eram disponibilizados os referidos materiais<sup>49, 196-198</sup>.

No primeiro estudo realizado, comparam-se os resultados avaliativos de uma prova intercalar (mini teste) dos alunos de Bioquímica do ano lectivo de 2004/2005, os quais não tiveram acesso aos materiais multimédia, com os resultados dos alunos do ano lectivo seguinte, 2005/2006, estando este estudo descrito no subcapítulo 4.3.

O segundo estudo realizado ocorreu em 2009, estando a unidade curricular de Bioquímica leccionada conjuntamente a três cursos da ESALD, criaram-se dois grupos por amostragem aleatória simples. Ao primeiro grupo foram disponibilizadas aulas multimédia enquanto que o segundo grupo funcionou como grupo de controlo. Por razões éticas, este estudo teve uma duração limitada, apenas as primeiras semanas do semestre, uma vez que não se pretende favorecer qualquer aluno deliberadamente. No final deste período, todos os alunos tiveram acesso a todas as aulas multimédia, como descrito no subcapítulo 4.4.

## **3.2. Aulas Multimédia criadas pelo docente**

### **3.2.1. Introdução**

Consciente das limitações por parte dos docentes, em geral, de conhecimentos informáticos, na área da programação, base de dados, editores HTML, etc., no processo de criação de conteúdos multimédia para o ensino, a opção tomada foi a de recorrer a programas informáticos que pudessem ser utilizados para o efeito, apenas com os conhecimentos informáticos na óptica do utilizador. Para tal recorreu-se maioritariamente ao *software* da *Microsoft* para além de outros programas de *software* referidos no capítulo 2.

Foram realizados vários testes com vários programas informáticos, muitos dos quais com versões gratuitas de programas comerciais, os quais oferecem a possibilidade de utilização durante um período de tempo para os possíveis interessados. Contudo, terminado o período experimental, em geral, é solicitado o pagamento de avultadas somas para se poder continuar a usar os referidos programas, pelo que frequentemente devido à falta de financiamento, não é possível dar seguimento a alguns projectos que se tornam inviáveis, dado o custo associado. Foram também realizados outros testes com *software* totalmente gratuito, mas estes ou eram muito limitativos ou de difícil utilização, pelo que se optou por recorrer ao *software* da *Microsoft* dado que:

- O IPCB possuir as licenças de utilização;
- Os produtos da *Microsoft* são usados por quase 90% dos computadores, o que permite que o que seja criado com estas ferramentas esteja acessível a quase todas as pessoas;
- A forma de trabalhar os conteúdos é sempre semelhante em todos os programas da *Microsoft*, sendo bastante intuitiva.

Dos diversos projectos criados exclusivamente pelos docentes, focam-se neste capítulo duas aulas multimédia. Uma delas concilia a imagem de diagramas, vídeo e som, e na segunda retirou-se a componente vídeo do professor de forma a avaliar se esta componente desempenha algum papel importante.

Ao longo do trabalho verificou-se que existe vantagem em criar várias pequenas aulas sobre temáticas mais específicas do que criar longas aulas, pois, em termos informáticos, torna-se mais fácil a sua criação e transmissão, e para o aluno, ao ter os temas mais repartidos e de forma mais sucinta, torna-se mais fácil a compreensão dos temas.

Desta forma, a primeira aula tem sensivelmente 5 minutos e incide sobre o processo de ciclização das aldoses (glúcidos contendo o grupo aldeído) enquanto que a segunda trata do processo de actuação de uma enzima e tem a duração de sensivelmente 9 minutos.

Após a descrição das aulas exemplificativas, é apresentada uma avaliação das mesmas segundo diferentes perspectivas. Recorrendo a um primeiro inquérito (Anexo 8), é possível caracterizar a população alvo, os alunos, para avaliar as suas capacidades e habituação às novas TIC e depois, com um segundo tipo de inquérito (Anexo 9) é feita a avaliação de cada aula multimédia de por si.

### 3.2.2. Aula sobre a ciclização das aldoses

A aula sobre a ciclização das aldoses está enquadrada num tipo de ensino já referido anteriormente como de *Blended-learning*. Destinada a ser utilizada em sala de aula pelo docente, bem como pelo aluno no seu auto-estudo. É uma temática de Bioquímica muito importante para os cursos das Tecnologias da Saúde e na qual, os alunos, manifestam alguma dificuldade. Pretendendo-se desta forma munir o docente de ferramentas para melhor transmitir este assunto e assim colmatar esta dificuldade dos alunos.

Estando os glúcidos na base dos principais metabolismos do ser humano, e possuindo nestas condições, uma conformação cíclica, é importante que os alunos percepcionem esta particularidade, sendo capazes de visualizar mentalmente as estruturas e as respectivas alterações ao longo dos processos metabólicos. Desta forma, o exemplo da ciclização da glucose, a aldose mais abundante na natureza, serve para os alunos criarem os seus modelos mentais do processo, podendo posteriormente expandi-lo para o processo de ciclização de qualquer outra aldose ou mesmo de uma cetose.

Ao longo da aula multimédia, é explicado como passar a representação linear dos glúcidos (representação de Fisher), para uma representação cíclica (representação de Haworth), frisando as regras para esta conversão, enquanto são visualizadas as modificações conformacionais da molécula, bem como as reacções envolvidas. No final desta aula, o aluno deverá ter adquirido os conhecimentos para sozinho ilustrar o processo de ciclização de qualquer glúcido, ou realizar o raciocínio inverso, perante um glúcido na sua forma cíclica identificar qual a forma linear do mesmo.

Estes aspectos das conformações estruturais dos glúcidos e das reacções químicas envolvidos, são de extrema importância em qualquer curso na área da saúde, dada a importância destas moléculas nos sistemas biológicos. Em especial para o curso de

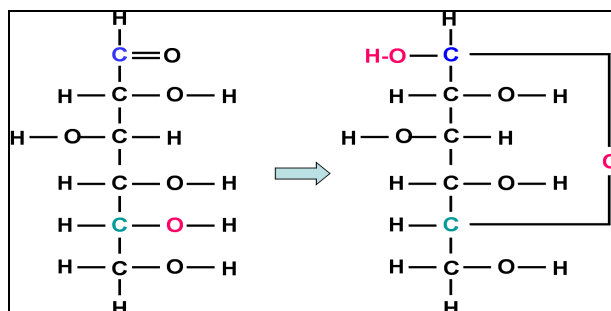
Análises Clínicas e Saúde Pública, onde estes conteúdos são aprofundados e desenvolvidos posteriormente.

A partir de uma apresentação em *Power Point*® do docente da unidade curricular de Bioquímica, usualmente utilizada em sala de aula, foi elaborada uma aula multimédia auto-suficiente. A intenção, neste caso, não é do docente usar a aula multimédia durante a aula presencial, mas sim disponibilizá-la aos alunos após a aula presencial, permitindo-lhes assimilar melhor os conhecimentos ministrados.

O programa de *software* utilizado foi o *Producer* para o *Power Point*®. No entanto optou-se por utilizar apenas a descrição verbal do processo, sem recorrer a uma componente vídeo como o caso que será apresentado no subcapítulo 3.2.3 sobre a actuação da enzima DHL. Desta forma pretendia-se poder analisar o efeito da imagem do docente sobre o estudo dos alunos, sendo este aspecto desenvolvido no subcapítulo 4.2. . A apresentação que serviu de base para esta aula multimédia é composta por 9 imagens, como os exemplos dados na Imagem 3:1 e Imagem 3:2. É perceptível que estas imagens isoladas não seriam suficientes para que os alunos, sozinhos e sem qualquer ajuda, compreendessem a matéria pelo que é necessária a explicação do docente.

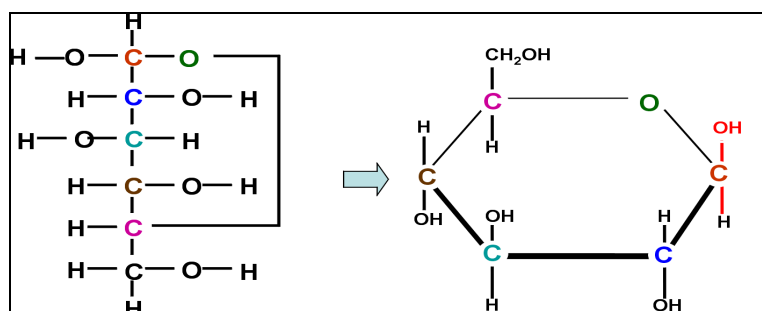
Esta aula multimédia baseia-se numa sequência de imagens que constituem uma apresentação em *Power Point*® elaborada pelo docente, sendo apresentadas aqui apenas algumas delas (Imagem 3:1 e Imagem 3:2). A elaboração de imagens desta natureza, representações de moléculas, pode ser realizada com base em *software* especializado, havendo alguns programas disponíveis e de forma gratuita, tal como foi descrito no capítulo 2. Pode-se também recorrer a programas para tratamento de imagens, ou de uma forma ainda mais simples, usar a barra de ferramentas do *Power Point*®. Estas são fáceis de utilizar, embora as suas funções sejam limitadas, mas têm a vantagem de estar totalmente compatibilizadas com as da *Microsoft*. Facilmente, usando caixas de diálogo e as setas, podem ser criadas imagens, com a vantagem de se ir construindo a imagem aos poucos, de tal forma que se podem elaborar apresentações onde a figura se vai modificando e criando uma evolução da própria imagem.

Podemos constatar na Imagem 3:1 que foi criada inicialmente a estrutura da esquerda e depois, partindo de uma cópia dessa imagem, e introduzindo pequenas alterações, se criou uma nova molécula. No caso específico das apresentações de aulas multimédia, é possível apresentar inicialmente a imagem da esquerda, explicar o processo e só após o tempo necessário para a explicação, aparece a imagem à direita, dando a noção da transformação que ocorreu.



**Imagem 3:1 – Imagem representativa do processo de ciclização da D-glucose, desde a sua representação linear segundo Fisher (à esquerda) para uma forma cíclica representada segundo Tollens (à direita)**

Com a Imagem 3:2 também foi criada uma evolução temporal de forma que a transição entre a imagem da esquerda e a da direita é feita passo a passo seguindo as explicações orais que surjam ao longo da aula multimédia.



**Imagem 3:2 - Imagem representativa da D-glucose na sua forma cíclica, segundo as representações de Tollens (à esquerda) e de Haworth (à direita)**

Facilmente nos apercebemos que caso as imagens apresentadas fossem facultadas aos alunos sem qualquer outra informação, haveria muitos aspectos importantes que o aluno não se apercebia nem compreenderia, tal como:

- Identificar uma aldose;
- Representar a estrutura de um glúcido com base na representação de Fisher;
- Identificar a reacção que ocorre entre o grupo aldeído e um dos grupos hidroxilo;
- Identificar o tipo de estrutura cíclica em função do grupo hidroxilo que tenha reagido;
- Realizar a representação da estrutura cíclica segundo a representação de Haworth;

- Perceber as regras para converter uma representação de Fisher numa representação de Haworth;
- Identificar o aparecimento de um novo carbono quiral com o processo de ciclização, acarretando o aparecimento de dois novos isómeros.

A aula multimédia sobre a ciclização das aldoses foi criada com o propósito de auxiliar os alunos no seu auto-estudo. Vocacionada para que os alunos a usem após o docente ter leccionado a matéria em questão, tem de ser auto-suficiente, pelo que houve um extremo cuidado com a explicação oral que acompanha as várias imagens ao longo dos vários subcapítulos da aula. A explicação que acompanha cada imagem foi alvo de uma profunda reflexão, tendo sido elaborado um guião do docente aquando da gravação áudio explicativa da aula.

Uma vez que esta temática é leccionada a meio do semestre, a presença da imagem do docente não foi considerada fundamental, dado o conhecimento pessoal que até então se estabeleceu entre o docente e os alunos. Este aspecto, presença da imagem do docente nas aulas multimédia, foi alvo de discussão e análise.

No canto superior esquerdo do ecrã (Imagem 3:3), num local de pouca relevância em termos visuais, aparece agora uma representação sob a forma de barras da explicação áudio, estando por baixo os comandos da aula e a indicação dos vários subcapítulos da aula. Em local de destaque, no centro do ecrã, vão aparecendo as imagens e animações segundo uma temporização estabelecida e de acordo com a explicação oral que vai ocorrendo. Ocasionalmente vai aparecendo algum texto cujo conteúdo é também transmitido oralmente, tendo-se recorrido a esta componente no caso de definições ou conceitos dado que os alunos têm alguma dificuldade em os assimilar caso lhes seja apenas transmitido oralmente.

Na Imagem 3:3 é possível ver um desses casos em que a explicação oral descreve a reacção que ocorre entre o grupo aldeído e um dos grupos hidroxilo. Seguidamente e em simultâneo com o aparecimento das setas a verde é explicada uma das possibilidades da reacção o aparecimento das setas a vermelho coincidem com a explicação oral de outra possibilidade. Chegado a este ponto aparece o texto, e caso o aluno pretenda realizar os seus apontamentos poderá usar os comandos, parar a aula e tranquilamente analisar o texto, e/ou a imagem e realizar os seus textos de estudo.

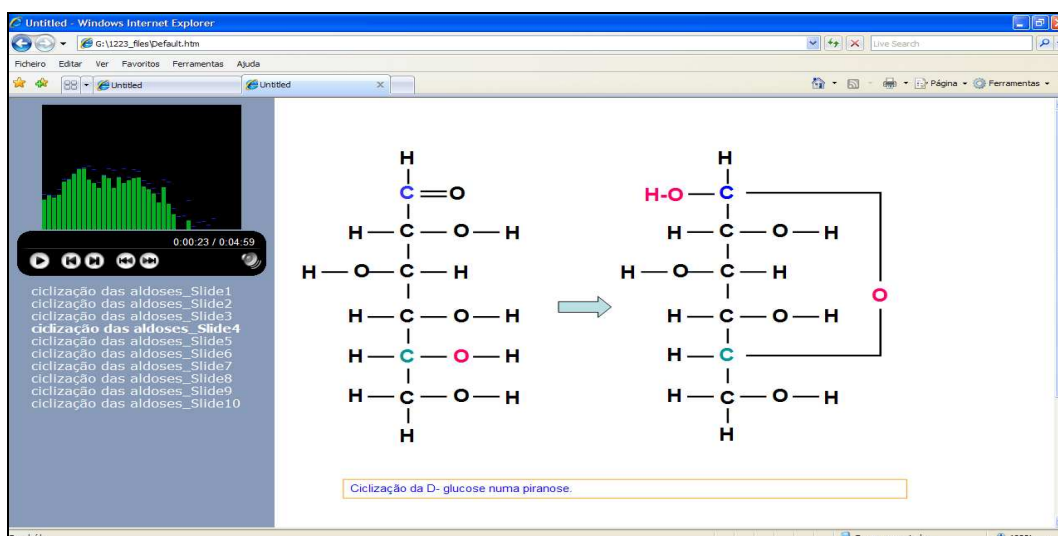
Nas aldoses, origina-se um grupo hemiacetal devido à reacção entre o grupo aldeídico, do 1º carbono e o grupo hidroxilo do 4º ou do 5º carbono. Originando respectivamente aldofuranoses ou aldopiranoses

Hemiacetal: grupo funcional resultante da reacção entre um álcool e um aldeído.

Figura: grupos entre os quais se forma o hemiacetal na D glucose.

**Imagem 3:3 - Parte inicial da aula multimédia sobre a ciclização das aldoses, contendo imagem, texto e a voz do docente a explicar as alterações**

A Imagem 3:4 foi retirada de uma etapa do processo que dispensa qualquer texto, sendo o aspecto mais importante o aparecimento da nova molécula (à direita) a partir da molécula inicial (à esquerda) acompanhada pela descrição oral do processo de ciclização. Nesta etapa, descreve-se o caso da reacção ocorrer numa aldose entre o grupo aldeído do carbono 1 com o grupo hidroxilo do carbono 5, com a consequente formação de uma estrutura cíclica (anel) com 6 membros, denominadas aldopiranoses. No início aparece apenas a imagem da D-glucose ocupando todo o centro do ecrã, o som vai explicando as características importantes desta etapa, tal como a localização dos grupos envolvidos, o tipo de reacção que ocorre, quais as condições em que ocorrem tais reacções sendo acompanhada por modificações na estrutura da molécula inicial até que se forma a estrutura final. Seguidamente aparecem as duas imagens tal como estão na Imagem 3:4 dando a noção da transformação global que ocorreu.



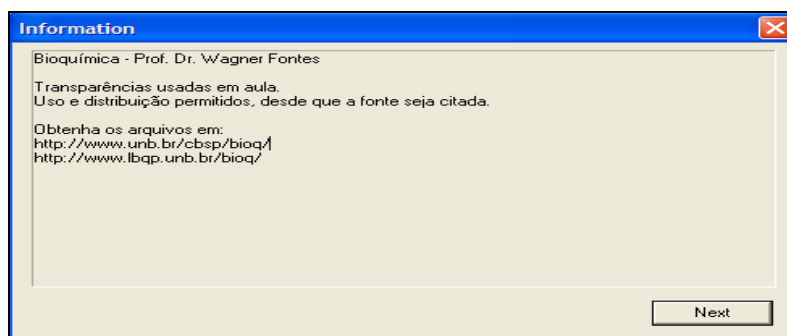
**Imagem 3:4 - Parte intermédia da aula multimédia sobre a ciclicação das aldoses.**

A forma como as estruturas se vão modificando é apenas possível de constatar recorrendo a meios informáticos. É necessário ter acesso a um computador que permita ver em poucos segundos uma sequência de imagens em constante mudança. Por isso, é importante disponibilizar estes conteúdos através das plataformas de ensino electrónico. Para disponibilizar este material num formato mais tradicional teriam de ser impressas várias imagens, sendo mais morosa a sua análise e interpretação.

A aula assenta no caso específico da D-glucose, por se tratar do caso mais representativo das aldoses. No entanto, na mesma aula, há referência a outros casos, sendo dadas indicações inicialmente de uma forma geral, e só posteriormente se particulariza para o caso específico em estudo. Deste modo, pretende-se que no final da aula multimédia o aluno tenha percebido o caso específico apresentado, ciclicação da D-glucose, mas também seja capaz de realizar o mesmo processo para qualquer aldose.

### 3.2.3. Aula sobre a catálise da enzima

Esta aula foi criada recorrendo a material disponibilizado na *internet*<sup>199</sup> para aulas de Bioquímica. É de salientar que, ao contrário do que se passa em Portugal, e tal como foi referido anteriormente, muitos dos criadores de conteúdos internacionais disponibilizam os seus conteúdos, apenas pedindo que seja reconhecido o seu trabalho, tal como podemos ver na imagem seguinte, retirada do sítio [www.unb.br/cbsp/bioq/](http://www.unb.br/cbsp/bioq/) da autoria do professor Wagner Fontes e através do qual ele disponibiliza gratuitamente os seus conteúdos, com a única condição de que a fonte seja citada.

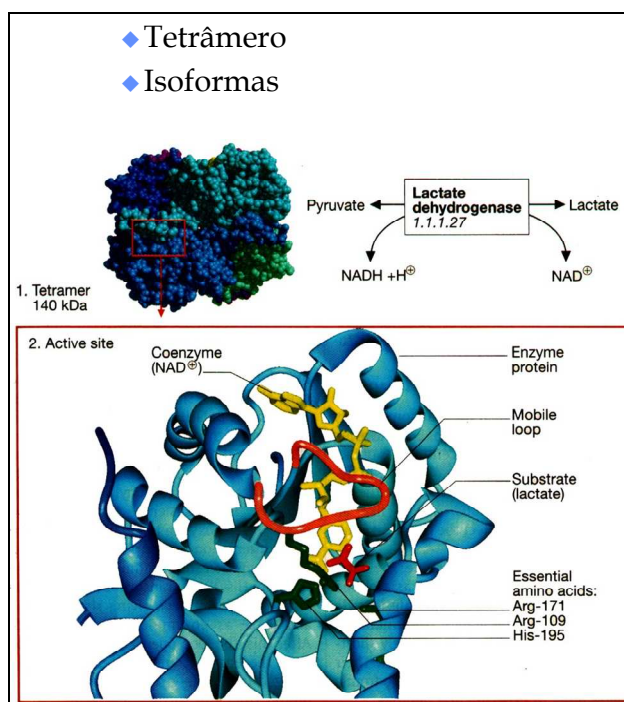


**Imagem 3:5 – Menção inicial ao aceder ao material disponibilizado pelo Prof. Wagner Fontes, indicando as condições de utilização do referido material.**

Apesar da grande quantidade de material disponibilizado por este professor, bem como outro material disponível, o verdadeiro desafio que se coloca, é o de criar conteúdos, embora podendo recorrer a algo já criado. Neste caso, recorreu-se apenas a 3 imagens (Imagem 3:6 a Imagem 3:8) que descrevem a actuação da enzima DHL (lactato desidrogenase) no seu substrato e as conversões que podem ocorrer.

Nesta aula multimédia, recorreu-se ainda recurso a um vídeo do docente, explicativo de todo o processo de actuação da enzima DHL, sincronizado com o aparecimento das diferentes imagens ao longo da aula. Para a gravação inicial deste filme foram feitas diferentes abordagens. Inicialmente recorreu-se a uma “*Web cam*” com resultados bastante satisfatórios. No entanto, e após vários contactos com alguns docentes da ESART-IPCB (Escola Superior de Artes do Instituto Politécnico de Castelo Branco), foi feito um filme em condições profissionais, recorrendo a um estúdio, com equipamento de gravação e pessoal especializado, tendo sido obtido um resultado final bastante superior ao anterior. Neste trabalho é apresentado o caso contendo o vídeo elaborado na ESART-IPCB, embora outras aulas multimédia estejam preparadas recorrendo apenas a uma “*Web cam*” e um simples microfone.

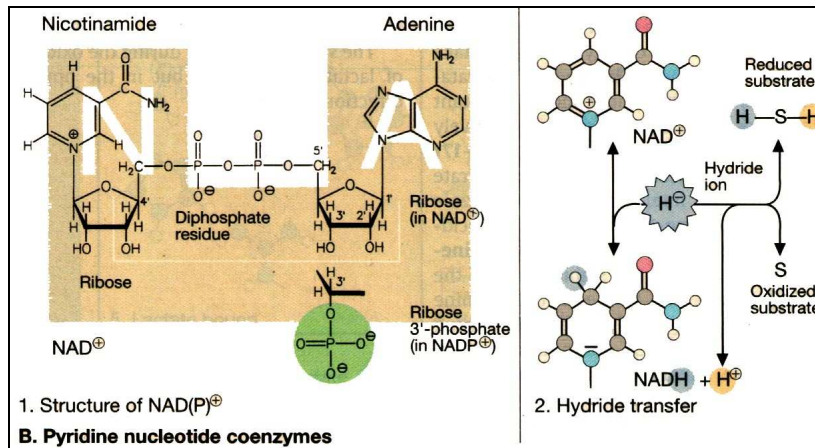
As três imagens são suficientes para descrever a actuação da enzima, para uma pessoa que já possua conhecimentos de Bioquímica, mas para um aluno a iniciar uma unidade curricular de Bioquímica, seria totalmente imperceptível o conteúdo das imagens. Ao criar uma aula multimédia em redor das imagens, é necessário complementá-las com alguma informação adicional, o que foi feito sob a forma de som e vídeo.



**Imagem 3:6 – Imagem representativa da Enzima DHL, evidenciando a sua estrutura quaternária, o seu centro activo e as reacções que catalisa**

Se a Imagem 3:6 fosse apresentada sem qualquer explicação, o aluno não se aperceberia de aspectos, tais como:

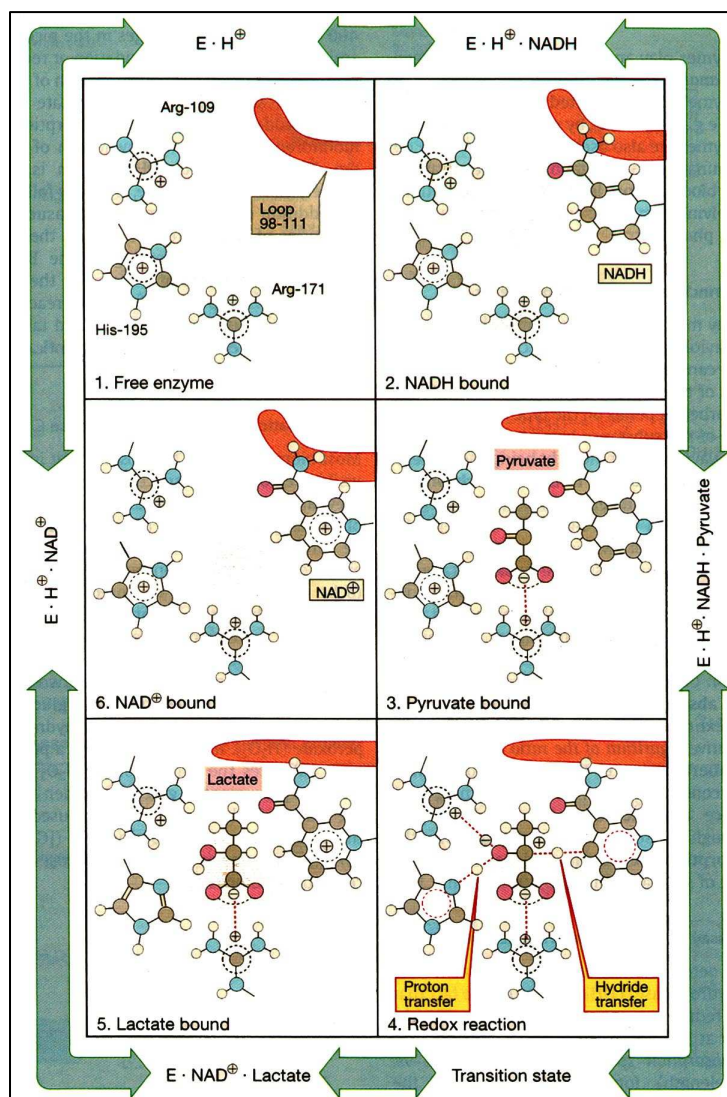
- Natureza proteica da enzima;
- Estrutura quaternária da enzima;
- Localização do centro activo da enzima e quais os aminoácidos envolvidos no processo de catálise;
- Características do centro activo em função do substrato e da reacção a catalisar;
- Possíveis reacções e coenzima envolvida.



**Imagem 3:7 – Estrutura da coenzima NAD(P) (1) e a modificação na coenzima para passar à forma de NAD(P)H (2)**

A imagem 3:7 refere-se à coenzima (Nicotinamida Adenida Dinucleotídeo com grupo Fosfato sob a forma Hidrogenada - NADPH) interveniente na reacção. Na aula multimédia é possível indicar vários aspectos da estrutura geral da coenzima (parte esquerda da imagem) e qual a modificação que ocorre especificamente aquando da reacção catalisada pela enzima DHL. Isoladamente e sem qualquer explicação estas imagens seriam de difícil interpretação por parte dos alunos. Desta forma, a explicação oral incide sobre:

- Estrutura da coenzima e como se integra na classe dos nucleotídeos;
- Identificação das bases azotadas, adenina e nicotinamida, com especial atenção à nicotinamida que se encontra representada no lado direito da imagem ;
- O facto de que a nicotinamida é a parte directamente envolvida na reacção catalisada e de que forma isso altera a sua estrutura;
- Relação entre a modificação da coenzima e a alteração no substrato, já mencionada na Imagem 3:7.

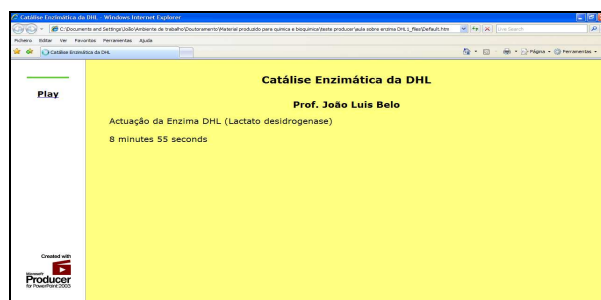


**Imagem 3:8 – Representação esquemática da transformação que ocorre no centro activo da enzima DHL, na catálise de ácido láctico em ácido pirúvico ou a reacção inversa.**

Com esta terceira imagem ilustra-se as modificações que ocorrem no centro activo da enzima e no(s) substrato(s) indicando, tal como na Imagem 3:6, que a mesma enzima pode catalisar a mesma reacção em ambos os sentidos, transformar ácido pirúvico em ácido láctico ou a reacção inversa, através de uma reacção de (des)hidrogenação. A própria divisão da imagem numa sequência de 6 imagens menores dá a percepção de se tratar de um processo cíclico tendo no final a enzima reassumindo a sua forma original após a transformação do substrato. Em redor das imagens as duplas setas vão indicando quais os intervenientes nas possíveis reacções (reacção directa e inversa). Tratando-se da representação do centro activo da enzima e da reacção com o substrato, é necessário estabelecer a relação com a primeira destas imagens onde era perceptível a enzima no seu todo e a parte específica do centro activo, dando particular atenção aos aminoácidos envolvidos neste processo.

Ao congregar apenas 3 imagens com o som e o vídeo do professor a explicar todo o processo, foi criada uma aula de curta duração. Esta temática pode ser leccionada em diferentes partes de um programa de Bioquímica, tais como:

- A catálise enzimática;
- Estrutura das proteínas;
- Metabolismo dos glúcidos;
- Coenzima e cofactores.



**Imagem 3:9 – Imagem inicial da aula multimédia sobre catálise enzimática da enzima DHL, elaborada com o *Microsoft Producer*®**

A imagem inicial da aula multimédia (Imagem 3:9), resulta do programa informático utilizado, o *Microsoft Producer*®, tendo sido este o programa seleccionado pelas razões apresentadas anteriormente. O resultado final é uma directoria de ficheiros, havendo um HTML, que gere todos os restantes sendo apresentado o seu conteúdo através de qualquer *Web browser*. Na Imagem 3:10 mostra-se o aspecto inicial da aula multimédia, dando indicação do tema, do autor e a sua duração. Desta forma, e mesmo antes de se iniciar a visualização da aula, o aluno pode seleccionar a etapa pretendida de entre uma colectânea de diferentes assuntos.

Ao longo da aula estão sempre presentes vários elementos, o vídeo, contendo a imagem e a voz do docente, encontrando-se localizado no canto superior esquerdo, local de pouca importância em termos do campo de visão. Na zona central do campo de visão, merecendo uma maior atenção visual por parte do utilizador, localizam-se as imagens que se vão sucedendo de uma forma sincronizada com o vídeo do docente. Imediatamente por baixo do vídeo e dos seus comandos, aparecem os vários subcapítulos que compõem a aula multimédia, permitindo que os alunos sejam encaminhados para uma parte específica da aula em função da temática que estejam a estudar, por indicação do docente da unidade curricular.

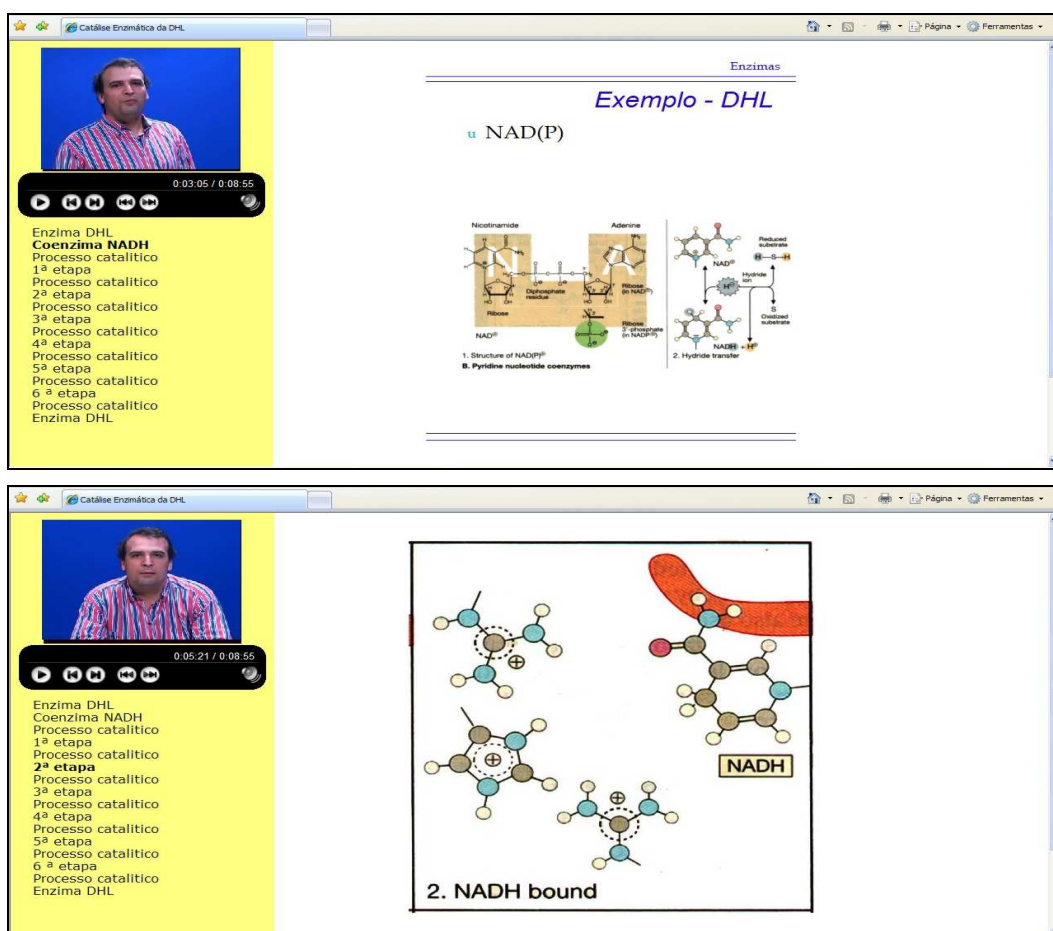


Imagem 3:10 – Momentos iniciais e intermédio da aula multimédia sobre a DHL

Nas imagens anteriores pode-se ver dois momentos da aula multimédia. Trata-se de uma aula com a duração aproximada de 9 minutos, e foram aqui seleccionados dois momentos ilustrativos da aula, baseados nas Imagem 3:7 Imagem 3:8. Facilmente o utilizador pode ir para o subcapítulo desejado, voltar a rever uma parte da aula, parar a aula para poder assimilar ou prestar melhor atenção a um pormenor, utilizando os comandos localizados por baixo da imagem do docente. Alguns destes aspectos seriam o equivalente a pedir ao professor que repetisse a matéria ou voltasse a relembrar um aspecto já leccionado.

Na imagem anterior podemos ver os comandos referidos, por baixo da imagem do docente, temos a possibilidade de iniciar ou parar a aula, avançar ou retroceder no subcapítulo ou entre subcapítulos e controlar o som, aumentando ou diminuindo.

### 3.2.4. Aplicabilidade das aulas

Estas aulas foram das primeiras a ser criadas, no ano lectivo de 2005/06 tendo sido disponibilizadas, a partir desse ano, aos alunos por intermédio da plataforma de *e-learning* (subcapítulo 3.5. ).

Tratando-se de aulas multimédia, baseadas em conteúdos apresentados pelo docente em sala de aula, a aceitação dos alunos foi bastante boa, tendo os mesmos manifestado a mais valia deste contributo (aspecto a ser desenvolvido no subcapítulo 4.1. De forma a ter uma noção da real mais valia desta ferramenta, teve-se o cuidado de não só ir inquirindo os alunos que recorriam a esta ferramenta bem como ir analisando as classificações em provas de avaliação, de forma a ter uma análise quantitativa dos benefícios que advêm da implementação de tal metodologia (subcapítulo 4.4. e 4.3. ). Esta análise mais quantitativa nem sempre foi possível realizar dadas as muitas alterações que foram ocorrendo e condicionando as unidades curriculares de Química e Bioquímica, tais como:

- Alteração da carga lectiva, com respectiva alteração no programa leccionado. O caso mais notório foi o da unidade curricular de Química, a qual, no início, tinha 90 horas lectivas foi depois reduzida para 60 horas e actualmente foi retirada do leque das unidades curriculares leccionadas na ESALD-IPCB, com a adequação dos programas a Bolonha.
- A unidade curricular de Bioquímica, leccionada em todos os cursos, tem diferentes cargas horárias e como tal diferentes conteúdos.
- Alterações nos programas curriculares até ao 12º ano, o que modificou profundamente as bases dos alunos ao ingressarem. Assim foi necessário, nalguns anos lectivos, despende mais tempo com os alunos, de forma a dar-lhes as bases necessárias para a compreensão dos assuntos leccionados, ficando menos tempo para desenvolver o programa com a profundidade desejada.
- Acesso de alunos com diferentes percursos até ao 12º ano. Inicialmente os alunos que ingressavam na ESALD tinham um percurso académico muito semelhante o que facilitava a tarefa pois partia-se de uma plataforma de conhecimentos comum. Tendo ocorrido reestruturações no ensino secundário, houve a possibilidade dos alunos escolherem entre os programas antigos ou os novos, havendo ainda a possibilidade de ingressarem, vindos de áreas não relacionadas com as ciências naturais.
- Alterações nas metodologias avaliativas. Inicialmente, as unidades curriculares eram avaliadas com base na realização de pequenas provas escritas ao longo do semestre (mini testes) conjuntamente com trabalhos de pesquisa dos alunos e posterior discussão com o docente e apresentação em sala de aula e, no final do semestre, a realização de

uma prova global, a frequência. Uma metodologia desta natureza visava estimular os alunos a um estudo mais regular e serem eles próprios a descobrir o conhecimento. Devido ao aumento do número de alunos e da carga lectiva distribuída ao docente, esta metodologia foi progressivamente perdendo esse cariz inicial assim, diminuiu-se de 3 mini testes para 2, os trabalhos semanais passaram a ser quinzenais e assim sucessivamente.

Se, por um lado, as dificuldades anteriormente mencionadas não permitiam uma análise quantitativa da mais valia das ferramentas desenvolvidas, por outro lado, eram a justificação mais forte para a sua implementação. Dadas as diferenças entre os alunos e as suas dificuldades acrescidas tornou-se claro que este era o caminho para mitigar essas dificuldades, ou seja a implementação de aulas multimédia para apoio ao ensino e à aprendizagem.

Apesar da impossibilidade de realizar muitos estudos quantitativos, devido ao grande número de variáveis em causa e em constante alteração, optou-se por ir registando algumas dessas variáveis meramente para estudos qualitativos. Para tal, foram elaborados dois inquéritos (Anexos 8 e 9): o primeiro para avaliar os conhecimentos dos alunos e as suas opiniões acerca do ensino apoiado em componentes multimédia, e com o segundo, pretende-se que os alunos avaliem cada componente das aulas multimédia que lhes são facultadas podendo desta forma ir optimizado as mesmas. Nos capítulos seguintes é feita uma interpretação dos dados, quer os obtidos através destes questionários quer os resultantes de conversas informais entre o docente e os alunos.

Recorrendo a esta constante avaliação das ferramentas desenvolvidas é possível continuar a utilizar às mesmas, uma vez que é possível demonstrar a sua mais valia no processo de ensino/aprendizagem, com vantagens óbvias para o docente e para o aluno.

### **3.3. Aulas multimédia criadas com apoio informático especializado**

#### 3.3.1. Introdução

Neste campo da criação de conteúdos para o ensino assistido pelas novas TIC, foram realizados e concluídos com sucesso dois projectos, antes e depois da existência de uma LMS no Instituto Politécnico de Castelo Branco (IPCB). O primeiro projecto, denominado *PC-Chem*, foi realizado conjuntamente com engenheiros informáticos da Escola Superior de Tecnologia (EST) enquanto que o segundo foi elaborado em conjunto com a empresa que forneceu o LMS do IPCB, a empresa TELEFORMAR.

O projecto *PC-Chem* não progrediu no formato que havia sido desenvolvido, devido à existência de uma LMS que tornava possível uma série de opções que até então não eram viáveis. No entanto, aproveitaram-se os conteúdos criados e adaptaram-se para projectos seguintes, mais elaborados. Este trabalho serviu também para começar a dominar aspectos de índole informática e de ordem pedagógica e especialmente para descobrir algumas dinâmicas de produção de conteúdos pedagógicos através de novas tecnologias.

O processo de criação de conteúdos para as LMS envolve três tipos de conhecimentos distintos, que são os conhecimentos científicos, informáticos e pedagógicos, tal como foi referido e se constata na Imagem 2:6 da página 29. Nestes casos, contrariamente ao descrito no subcapítulo 3.2. onde o docente congrega todos os conhecimentos, houve uma colaboração estreita entre o docente e os engenheiros informáticos, para criar aulas multimédia nas áreas de Química e de Bioquímica.

Neste tipo de processo, criação de aulas multimédia com uma equipa multidisciplinar, as dificuldades crescem dia a dia. Sempre que algum membro da equipa propõe um novo tipo de abordagem, obriga os restantes participantes a encontrarem possíveis soluções, o que obrigava a reunir a equipa e realizar uma explicação da alteração pretendida bem como as consequências que implicaria. Desta forma, no final, todos os elementos envolvidos tinham um entendimento mais global do projecto, segundo as perspectivas dos outros especialistas. Isto levou a que o docente desenvolvesse os seus conhecimentos de informática e de pedagogia e o mesmo sucedeu com os restantes elementos da equipa, iniciando-se a construção de uma base de conhecimentos comuns indispensáveis à criação de aulas multimédia. Desta forma, ao longo de um período de inter-conhecimento entre os elementos da equipa e havendo por parte de todos o espírito aberto para aceitar sugestões

e novos conhecimentos, conseguiu-se formar uma equipa funcional, capaz de criar algo que seria impossível para uma pessoa sozinha.

O grande desafio na criação de uma equipa multidisciplinar, para criação de conteúdos multimédia com base nas TIC, passa por uma selecção criteriosa dos elementos tendo todos que possuir vontade de aprender um pouco dos restantes conhecimentos envolvidos, capazes de funcionar em equipa, criativos e comunicativos. Após um projecto inicial, a equipa começou a funcionar de forma mais coesa, permitindo abordar novos desafios cada vez mais exigente e com maior facilidade.

### 3.3.2. Projecto *PC-Chem*

Esta ferramenta foi desenvolvida conjuntamente com docentes do curso de engenharia informática, da Escola Superior de Tecnologia do Instituto Politécnico de Castelo Branco. A *PC-Chem* foi concebida com o objectivo de auxiliar o ensino da Química através de duas componentes, um *CD-ROM* e um sítio na *internet* que se complementam entre si. Ao ser desenvolvida esta ferramenta, a realidade do IPCB e de muitas instituições e ensino, era de não possuírem LMS, pelo que se tornavam necessárias soluções diferentes das que podem ser implementadas usando LMS.

Para o efeito, foi desenvolvido um *CD-ROM*, contendo os fundamentos teóricos e práticos, com uma forte componente pedagógica baseada em simulações dos problemas em estudo, e um sítio da *internet* de apoio logístico. Ao conjunto destas duas componentes atribuiu-se o acrónimo de *PC-Chem*, indicando tratar-se de um projecto sobre o ensino da Química através de meios computacionais.

A principal função da *PC-Chem* é permitir a abordagem da parte teórica de um assunto conjuntamente com a parte teórico-prática, permitindo uma melhor compreensão dos processos estudados. Devido ao constante aparecimento de novas técnicas computacionais, capazes de exemplificar cada vez melhor os casos tratados, o *CD-ROM* segue um modelo evolutivo e o mais adaptável possível. No entanto, é sempre possível aos autores realizarem a actualização do trabalho e disponibilizá-los através da página Web.

Com o objectivo de assegurar a flexibilidade desta ferramenta, com novas aplicações de *software*, a *PC-Chem* foi construída com base em programas informáticos abertos e recentes da área da Multimédia. Para a elaboração dos conteúdos do *CD-ROM* foram usadas ferramentas multimédia tais como *Power Point®*, *Dream Weaver®* e *Flash®*. Para a

construção do sítio da *internet WEB* foram usados o *Front Page*® e *Flash*®. A escolha destes programas em detrimento de outros, deveu-se a:

- Pertencerem a grandes empresas cuja continuação comercial não se prevê que esteja comprometida;
- Permitirem a combinação com outros programas com os quais se pretenda trabalhar;
- Fornecerem garantias de segurança para o utilizador, uma vez que não criam incompatibilidades com outros programas existentes no computador;
- Fornecerem garantias de segurança para os autores do projecto, permitindo a salvaguarda dos seus direitos, mediante a implementação de medidas de segurança contra o uso indevido.

Nas seguintes secções é apresentada cada uma das componentes da *PC-Chem*.

### **a) O CD-ROM**

O *CD-ROM* tem dois objectivos distintos, mas principalmente serve para melhorar o processo de ensino-aprendizagem. Pode ser utilizado na sala de aula pelo docente, apenas recorrendo a um computador e a um vídeo projector, permitindo ao docente poder apresentar uma série de casos previamente elaborados, e pode também ser utilizado pelos alunos nos seus computadores pessoais, em qualquer sítio e em qualquer instante, dando-lhes a possibilidade de aprender de acordo com as suas possibilidades, segundo o seu ritmo.

Foi dada uma especial atenção em duas áreas: simulações computacionais e gravações de vídeo de técnicas experimentais e de experiências. Ao utilizar estas componentes, o professor de química pode falar livremente de qualquer assunto sem ter necessidade de ir ao laboratório com todos os alunos, para as exemplificar, bem como deixa de se preocupar com os seus esquemas e desenhos no quadro, em especial os desenhos que requeiram uma visualização a três dimensões<sup>37</sup>. Por exemplo, o capítulo sobre as reacções ácido base inicia-se com a descrição teórica explicando os princípios fundamentais, seguida de alguns modelos matemáticos que podem explicar as transformações nos sistemas e ilustradas por alguns vídeos de, por exemplo, titulações e simulações computacionais como a visualização em 3D da aproximação e reacção entre as moléculas, com a possibilidade de rotação da imagem.

Para os alunos treinarem os conhecimentos adquiridos, têm ao seu dispor exercícios propostos para resolverem ou simplesmente analisarem exercícios já resolvidos, passo a passo, com as indicações de cada etapa.

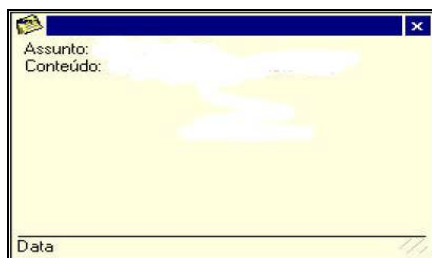
Na base deste *CD-ROM* está inerente um forte conhecimento informático, de modo a que todos os elementos informáticos criados se interliguem entre si sem qualquer problema técnico permitindo uma exploração dos conteúdos de forma muito eficiente. Não se trata apenas de um *CD-ROM* criado ao acaso com um *layout* elegante onde seriam depositados alguns diapositivos ou conteúdos avulsos cuja utilização fosse ineficaz. Para construir a estrutura deste *CD-ROM* em termos informáticos foram usados programas informáticos comerciais de elevada qualidade e com provas dadas neste campo, entre os quais é de destacar *Direct X*®, *Flash Macromedia*®, *Builder*®.

O recurso ao CD, em detrimento dos tradicionais livros em papel, apresenta inúmeras vantagens. Entre elas, pode-se frisar o preço e a possibilidade de uma constante actualização dos dados com um simples *download* desde o sítio na *internet*. Contudo, uma das maiores vantagens é o de o estudante, ter uma ferramenta personalizável, dado que tal como foi construído, o estudante ao instalar o conteúdo do *CD-ROM* no seu computador pessoal, são criadas directorias onde ficam guardados os seus trabalhos e apontamentos bem como é feito um registo via *Web* desse utilizador na base de dados do sítio da *internet* o que permite um acompanhamento das actividades do aluno e a possibilidade de fornecer material suplementar via *Web*. Esta particularidade pretende minimizar a pirataria informática, dado que o *CD-ROM* apenas conterá o mínimo possível sendo a maioria dos materiais transferidos apenas para os utilizadores devidamente registados e identificados.

Esta ferramenta pretende ser o mais aberta possível, para ser útil aos alunos e ao mesmo tempo ser personalizável, ou seja, permitir que cada utilizador crie notas próprias possibilitando um histórico pessoal de apontamentos sobre as matérias que consultou. Para tal, o utilizador identifica-se na sua primeira utilização do *CD-ROM*, sendo criado no disco do PC um ficheiro correspondente ao utilizador, que será a sua zona de trabalho durante a utilização do *CD-ROM*.

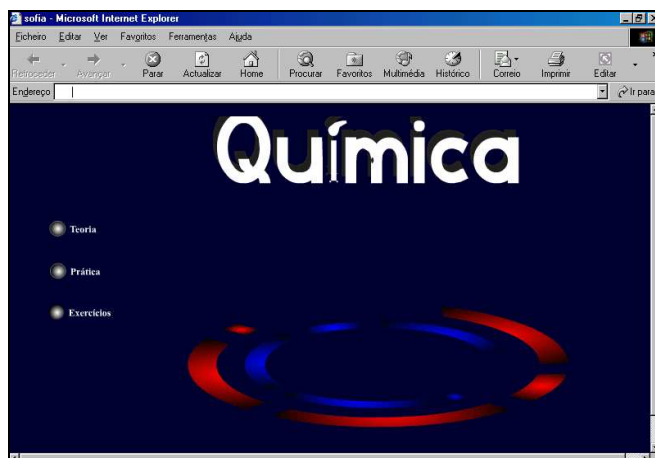
Qualquer que seja o tipo de ensino, existe sempre a necessidade do aluno retirar os seus apontamentos, os quais lhe transmitirão da maneira mais sucinta os pontos chave de cada assunto. Deste modo, foi concebida uma aplicação, através da qual o utilizador pode redigir os seus apontamentos e anotações, devidamente organizadas pelos capítulos correspondentes, e que são guardadas no seu ficheiro de trabalho (ver Imagem 3:11).

O utilizador pode criar, apagar ou imprimir todas as anotações que deseje, através da interface gráfico do *CD-ROM* sem ser necessário sair do programa.



**Imagem 3:11 -- Janela para permitir ao utilizador escrever apontamentos**

O conteúdo desta componente da *PC-Chem* encontra-se estruturado por capítulos. Cada capítulo corresponde a um tema de Química e inclui uma parte teórica, simulações computacionais, gravações vídeo de experiências, exercícios resolvidos e propostas de exercícios para testar os conhecimentos adquiridos. Ao ser iniciada uma sessão de utilização do *CD-ROM* aparecem diversos menus no lado esquerdo do ecrã, através dos quais o utilizador pode escolher um capítulo ou um dos seus subcapítulos, ver contactos, aceder ao *link* do sítio de logística, etc. O menu principal do *CD-ROM* é mostrado na Imagem 3:12.



**Imagem 3:12 - Página inicial do *CD-ROM* do *PC-Chem***

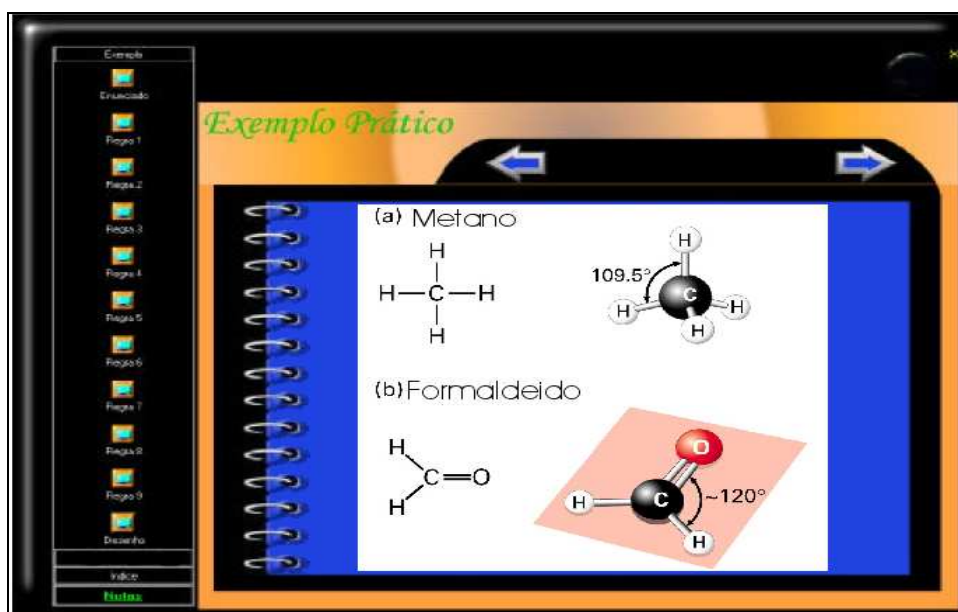
São vários os capítulos abordados no *CD-ROM*, concebidos para uma unidade curricular de Química Geral. Salienta-se os seguintes: leis e propriedades dos gases; energia, calor e termodinâmica; estados condensados da matéria; mudanças de estado; entropia e energia livre; equilíbrio químico; soluções de electrólitos. Cada capítulo está estruturado em diferentes subcapítulos, os quais vão aparecendo, seguindo uma sequência predefinida, de modo a apresentar a matéria por uma determinada lógica.

Houve um cuidado especial em não confrontar o utilizador com um excesso de informação em cada página, para poder assimilar o que lhe é apresentado. Para alguns casos, foi ainda estabelecida uma sequência temporal para o aparecimento de equações ou frases, existentes numa página, dando tempo ao aluno de realizar o seu raciocínio mental de associação de ideias e conceitos.

Ao longo de cada capítulo são apresentados exemplos, experiências, animações e simulações que permitem uma melhor compreensão da matéria. No final de cada capítulo são apresentados exemplos representativos bem como alguns exercícios, resolvidos ou por resolver.

À medida que se avança no estudo de um determinado capítulo, o menu vai-se expandindo de modo a indicar a localização da matéria e possibilitar ao utilizador, caso o deseje, consultar outra secção.

Em todos os capítulos existe a preocupação de permitir ao utilizador a visualização de um exercício prático, predefinido, ao mesmo tempo que apreende os conceitos teóricos.



**Imagem 3:13 - Representação da estrutura de dois compostos químicos distintos utilizando diferentes representações**

Ao longo do processo de aprendizagem o utilizador pode tirar notas, conforme explicado anteriormente, e caso necessite de apoio para esclarecer dúvidas, ou adquirir informação complementar, pode fazê-lo através de um endereço de correio electrónico ou de uma página *Web* indicada no item, Apoio *Web*, que acompanha o *CD-ROM* (ver Imagem 3:13).

O *site*, que será explicado na próxima secção, pretende ser uma extensão do *CD-ROM* e funciona como componente de apoio logístico.

## b) A PÁGINA WEB

A relação entre o *CD-ROM* e o sítio da *Web* será de mútua complementaridade. O sítio da *internet* pretende melhorar a eficiência do *CD-ROM*, disponibiliza apoio às componentes que necessitam de maior actualização, permite o esclarecimento de dúvidas relacionadas com as matérias em estudo e recolhe as sugestões dos utilizadores sobre possíveis melhoramentos a realizar na *PC-Chem*.

O sítio da *internet* em questão serve de apoio ao aluno, quer disponibilizando-lhe informações adicionais quer servindo como um canal de comunicação com professores conhecedores das matérias, os quais lhe poderão esclarecer quaisquer dúvidas. Deste modo, contribui para uma melhor aprendizagem, permitindo a imprescindível comunicação entre o formador e o formando. Como tal, a página na *Web* é de extrema importância na *PC-Chem*, sendo actualizada com frequência para permitir um apoio eficaz dos utilizadores.

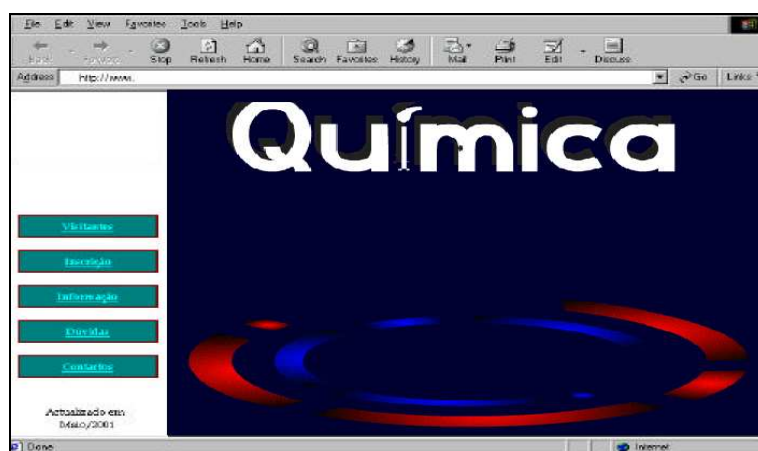


Imagem 3:14 - Página inicial do sítio da *internet* do *PC-Chem*.

Este sítio da *internet* apresenta o menu no lado esquerdo de qualquer das suas páginas, permitindo consultar livremente os itens: Visitantes, Inscrição, Informação, Dúvidas e Contactos (ver Imagem 3:14). Qualquer indivíduo que se ligue a este sítio da *internet* poderá, através do item visitantes, ver uma breve descrição do conteúdo, os requisitos necessários à utilização do sítio da *internet* e uma demonstração da *PC-Chem*.

Os utilizadores podem também inscrever-se, de modo a ser-lhes fornecido um código pessoal, mediante a introdução dos seus dados pessoais e de um código que acompanha

cada *CD-ROM*. Pretende-se, deste modo, assegurar um bom funcionamento desta página, permitindo apenas o acesso a utilizadores inscritos.

No item informações, os utilizadores podem ter acesso a referências bibliográficas, datas, exemplos de simulações, exercícios propostos e exames.

Através do item “*dúvidas e contactos*” é possível aos utilizadores verem respondidas as suas questões, bem como enviar as suas sugestões para melhoria da *PC-Chem*. Esse contacto bidireccional aluno / docente é de natureza assíncrono<sup>200</sup> e pode ser realizado através de *e-mail* e de *SMS (Short Message Service)* ou de natureza síncrona, salas de conversação (*Chat Room*).

### **c) Análise do projecto *PC-Chem***

Os alunos tiveram um papel muito importante neste projecto, pois foi um grupo de uma dezena de alunos do curso de 2004/2008 de Análises Clínicas e de Saúde Pública da ESALD que foram testando o projecto e dando sugestões quanto aos conteúdos a incluir. Os alunos envolvidos neste projecto foram os que possuíam computadores pessoais e dominavam de uma forma satisfatória a informática segundo a óptica do utilizador. Decorrente de conversas informais entre os alunos e o docente no final das aulas é que iam surgindo as sugestões e impressões de todos os envolvidos, e desta forma, contribuindo para a criação dos conteúdos a incorporar na *PC-Chem*, sendo a etapa seguinte as reuniões entre o docente e os engenheiros informáticos de modo a estes criarem o projecto segundo as necessidades dos utilizadores.

Como foi referido, este projecto teve uma utilização muito limitada no tempo, pois com a aquisição da LMS abriram-se outras possibilidades que não eram exploradas na *PC-Chem*. Os alunos que usaram este projecto directamente foram os que estiveram envolvidos na sua concepção e desenvolvimento, tendo referido inúmeras vezes a mais-valia deste projecto face a uma metodologia mais tradicional.

Quando este trabalho foi iniciado, tinha por objectivo prestar uma contribuição para a melhoria do ensino na área da Química, iniciando um trabalho sem tempo de términos, em virtude de necessitar de ser constantemente actualizado. Por isso, a estrutura do *CD-ROM* foi projectada para ser o mais flexível possível e permitir posteriores actualizações sem comprometer a informação já existente. A alteração das ferramentas informáticas que tínhamos à nossa disposição veio alterar as condições de trabalho, permitindo realizar

tarefas que não eram viáveis. Desta forma, o projecto de *PC-Chem* foi dado por terminado e iniciaram-se outros projectos, tais como os descritos neste capítulo, em colaboração com engenheiros informáticos. Também foram realizados outros projectos sem a colaboração destes técnicos.

Uma das mais-valias deste projecto foi a de nos iniciar na temática do ensino da Química e da Bioquímica através das novas TIC, termos conseguido ganhar a experiência e conhecimentos necessários para a criação de equipas multidisciplinares, criadoras de conteúdos multimédia para o ensino, bem como termos aperfeiçoado os conteúdos e a forma de os transmitir aos alunos.

Como tal, todo o trabalho realizado neste projecto não foi perdido. Apesar de se ter dado por terminado, os conteúdos foram reaproveitados para projectos seguintes e foram adquiridos os conhecimentos necessários para evoluir em qualquer direcção que as TIC evoluam, bem como recorrer a meios menos sofisticados caso apareçam situações onde não estejam disponíveis LMS ou tecnologias ainda mais avançadas.

### 3.3.3. Aula sobre o comportamento dos gases

Tal como foi referido no início do subcapítulo 3.3. foram criados dois projectos em conjunto com engenheiros informáticos. Neste caso, houve uma combinação de esforços com a empresa TELEFORMAR, o que permitiu ao docente, desenvolver aulas multimédia, de uma forma mais profissional e aprofundar os seus conhecimentos acerca da criação de produtos digitais multimédia, enquanto que a empresa desenvolvia um produto com possibilidade de ser comercializado, complementar de alguns produtos já comercializados, nomeadamente o LMS (que será descrito no subcapítulo 3.5. ).

Esta relação estabeleceu-se quando a empresa forneceu ao IPCB o seu LMS, pelo que este projecto foi prontamente aceite vislumbrando as potencialidades comerciais daí decorrentes. Para o docente, esta foi uma forma de ultrapassar as dificuldades que estava a ter para estabelecer novas parcerias com engenheiros informáticos na criação de aulas multimédia.

No caso específico deste projecto, iniciou-se com o capítulo da Química sobre o comportamento dos gases ideais e reais, para posteriormente serem criados novos capítulos até abranger todos os conteúdos programáticos de uma unidade curricular de Química Geral no Ensino Superior.

Esta temática da Química é geralmente o primeiro assunto a ser leccionado pretendendo atingir dois grandes objectivos. A compreensão do comportamento dos gases ideais e reais em especial em sistemas biológicos e introduzir uma nova realidade, em termos de cálculo matemático, pois envolve quatro variáveis simultaneamente, podendo ocorrer alterações em apenas algumas, consoante a situação experimental.

No caso específico da ESALD-IPCB, esta aula multimédia foi usada com alguns alunos referidos neste estudo, isto é, alunos do curso de 2007/2011 de Análises Clínicas e de Saúde Pública (ACSP) da ESALD, sendo este o único curso que tem a unidade curricular de Química no seu *curriculum*. O recurso a esta aula fez-se apenas em sala de aula e sob orientação do docente. A aula multimédia, apesar de poder funcionar de forma independente, sem a participação do docente, foi usada no contexto de *B-learning*, apenas como complemento ao ensino presencial.

Ao leccionar esta temática ao curso de ACSP pretende-se atingir dois grandes objectivos. A compreensão do comportamento dos gases, numa fase inicial, de uma forma geral, particularizando depois para os inúmeros casos nos sistemas biológicos, em especial no ser humano, desde o processo das trocas gasosas nos alvéolos pulmonares, a situações como o aparecimento de bolhas de ar na corrente sanguínea dos mergulhadores, quando realizam uma ascensão demasiado rápida. O outro grande objectivo que se pretende atingir, é que os alunos comecem a lidar com situações nas quais se conjugam várias variáveis. Simultaneamente devem ser capazes de deduzir uma equação matemática que descreva o comportamento geral dos gases, sendo capazes de a utilizar para descrever o estado dos sistemas biológicos, bem como, quantificar quaisquer alterações ocorridas a nível gasoso.

### **a) A criação da aula sobre os gases**

Neste projecto, usaram-se os conhecimentos necessários através do docente de Química, do engenheiro informático e do criador gráfico. Estes dois elementos pertenciam ao quadro da empresa TELEFORMAR.

O processo criativo iniciou-se com um conceito que foi evoluindo e modificando-se devido às contribuições de todos os elementos o que permitiu não só uma evolução da ideia inicial como permitiu iniciar uma forte interligação entre os elementos desta equipa multidisciplinar. Essa interligação foi crescendo, permitindo que todos os elementos fossem adquirindo mais conhecimentos das restantes áreas.

O resultado foi a criação de uma aula de Química auto-suficiente, contendo os conceitos teóricos, as leis, os casos práticos, os exercícios de aplicação, os problemas por solucionar, de modo a poder ser usada por qualquer aluno. Trata-se, por conseguinte, de uma exemplo de *E-learning*, em que todo o conhecimento é transmitido por via electrónica.

Uma vez que esta ferramenta foi concebida para ser utilizada maioritariamente fora da sala de aula, criou-se um professor virtual que irá descrevendo os processos e acompanhando os utilizadores ao longo do seu processo de aprendizagem, desta forma o aluno tem a sensação de ser acompanhado, de ter um apoio sempre presente na figura deste professor virtual. Este professor movimenta-se ao longo do ecrã indicando com os braços, aspectos a focar e tem também voz (a do docente) que vai explicando o que vai sucedendo.

Para uma completa percepção de um capítulo de Química, tal como o do comportamento dos gases, existem diferentes aspectos que têm de ser analisados individualmente.

Este tema iniciou-se com uma caracterização do estado gasoso da matéria, descrevendo-o com a ajuda de alguns exemplos, para uma melhor percepção das substâncias em causa e das variáveis que influenciam o seu comportamento. Foram utilizados vários programas computacionais, alguns comerciais, outros gratuitos dos quais podemos destacar o *software* da *ACDLABS*, o que permite desenhar qualquer molécula e visualizá-la no seu todo, recorrendo à rotação da imagem. Usando o exemplo do propano (ver Imagem 3:15), um gás à temperatura e pressão normais, é possível ver a estrutura da molécula e visualizar como algumas variáveis, tais como forças inter e intramoleculares, temperatura, pressão, concentração, etc. são responsáveis pelo estado da matéria e pelas propriedades das substâncias.

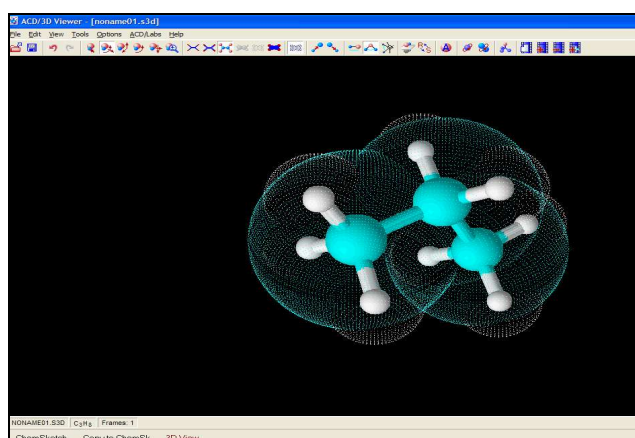
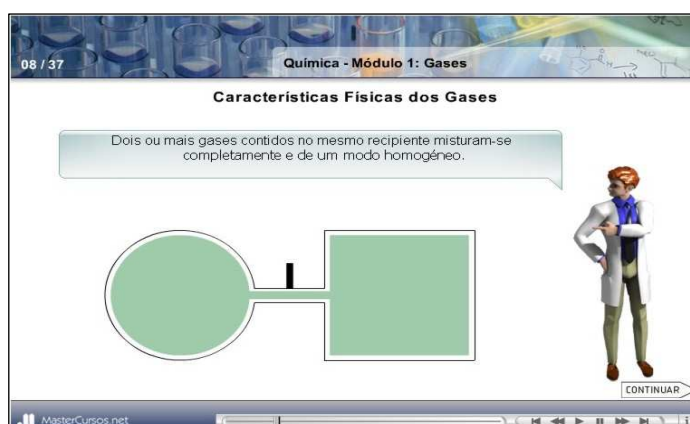
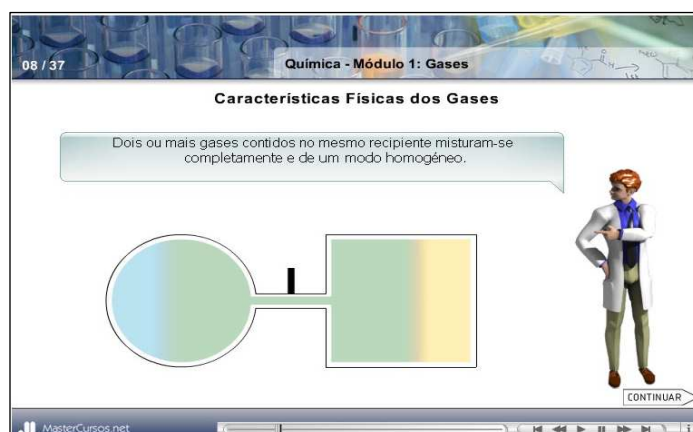
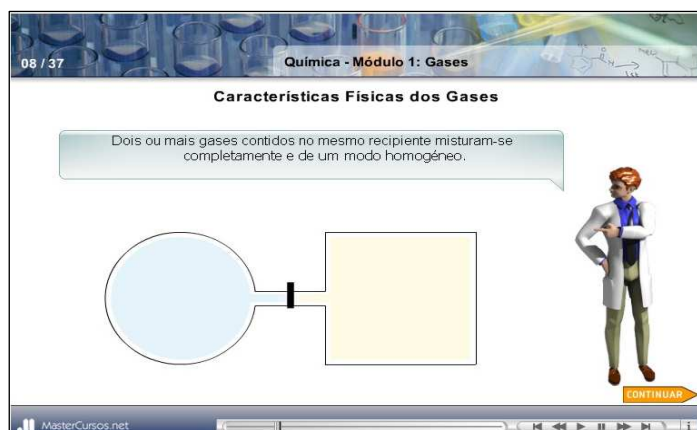


Imagem 3:15 – Imagem da visualização de uma molécula de propano usando o *software* da ACDLabs<sup>201</sup>

---

Como continuação da aula sobre o comportamento dos gases, são descritas algumas propriedades e como variam, tais como: volume; massa volúmica, miscibilidade etc. Contudo, a descrição teórica de um fenómeno, muitas vezes, não é suficiente para o aluno perceber correctamente o conceito a ser transmitido, pelo que foram realizadas várias animações computacionais, para ilustrar o sucedido. Todas elas são descritas pelo professor virtual, quer através da sua posição indicando um ponto específico, quer através da descrição oral. Na Imagem 3:16 pode-se visualizar imagens da animação computacional que pretende ilustrar a miscibilidade entre dois gases. É possível visualizar as mudanças que ocorrem ao longo do processo e ir ouvindo as explicações do professor virtual, indicando todas as modificações e pontos de interesse a frisar. Esta é apenas uma das muitas animações que se criaram de modo a permitir ao aluno uma melhor percepção do que antes era apenas texto.



**Imagem 3:16 - Imagens parciais de uma simulação computacional do processo da mistura espontânea de dois gases distintos, retiradas da aula multimédia criada sobre o comportamento dos gases.**

Tendo abordado as propriedades físicas dos gases, foram descritas as variáveis que condicionam essas propriedades e, como tal, o comportamento dos gases: a pressão (P); o volume (V); o número de moles (n); e a temperatura (T). O efeito destas variáveis sobre os gases foi descrito, através de 3 leis (são elas a lei de Charles e Guy Lussac, a lei de Boyle Mariotte e a lei de Avogadro), que têm de ser explicadas separadamente, mas segundo uma perspectiva conjunta, para que todas sejam deduzidas segundo a mesma direcção para que

no final seja mais fácil combiná-las entre si e obter uma única equação que descreve todo o comportamento dos gases. Estas leis são referidas como parciais, pois apenas descrevem o comportamento dos gases quando são modificadas duas variáveis, mantendo-se as restantes com valores constantes. Inerentes aos enunciados das três leis, estão as equações que as descrevem matematicamente.

Querendo que os alunos tivessem mais que o conhecimento teórico, mas também uma percepção da realidade, recorreu-se a simulações computacionais e análise gráfica para transmitir o conhecimento teórico e de que forma se alia com a interpretação das equações matemáticas que descrevem cada lei. Tomando, por exemplo, a lei de Boyle Mariotte, que explica o que sucede a um gás quando se alteram as condições de volume (V) e de pressão (P) (mantendo as restantes variáveis constantes), uma aproximação mais clássica de um docente seria a de referir que V e P são inversamente proporcionais, ou seja, à medida que um aumenta, o outro diminui, e que a equação matemática que exprime tal realidade é:

**Equação 1 – Equação matemática que exprime a Lei de Boyle – Mariotte sobre o comportamento dos gases reais**

$P_i V_i = P_f V_f$	
<i>onde :</i>	
$P_i$ – pressão inicial	$P_f$ – pressão final
$V_i$ – volume inicial	$V_f$ – volume final

Neste cenário, a maioria dos alunos ia decorar o enunciado da lei e a equação, esquecendo totalmente vários aspectos bastante importantes.

Ao realizar uma abordagem diferente, dando logo de início um exemplo visualmente apelativo, a dedução matemática segue um procedimento lógico, constantemente acompanhado pelas explicações do professor virtual terminando com uma análise gráfica onde é possível ver, de forma quantitativa, a implicação de qualquer alteração na pressão (P) ou no volume (V).

Nas seguintes ilustrações (Imagem 3:17) pode-se visualizar um pouco o que se passa no ecrã ou na tela de projecção. Quando a pressão ou o volume se modifica, observa-se as moléculas com movimento aleatório, chocando com maior ou menor intensidade nas paredes do recipiente e ouve-se a descrição oral associando este facto com a explicação dada no início da aula. Faz-se deste modo a ligação entre a pressão de um gás e o número e intensidade dos impactos das moléculas na parede interna do recipiente.

16 / 37 **Química - Módulo 1: Gases**

**Aumentando ou diminuindo o volume de um gás a pressão :**

Pressão mais elevada

Pressão mais baixa

(O volume diminui)

(O volume aumenta)

CONTINUAR

MasterCursos.net

18 / 37 **Química - Módulo 1: Gases**

**P e V são inversamente proporcionais (na mesma razão):**  
 caso  $P$  aumente 10 x  $V$  diminui 10 x  
 caso  $P$  diminua 5 x  $V$  aumenta 5 x

Pressão, P

Volume, V

Pressão, P

1 / Volume, 1 / V

CONTINUAR

MasterCursos.net

17 / 37 **Química - Módulo 1: Gases**

**Lei de Boyle**

$$P \propto V^{-1} \Leftrightarrow P = \frac{k_1}{V} \Leftrightarrow P \cdot V = k_1 \quad \text{Equação 1}$$

Nas condições de  $T$  e  $n$  constantes é possível calcular as variações na pressão e no volume, entre um estado inicial ( $i$ ) e um estado final ( $f$ ), atendendo a que sendo  $k_1$  uma constante verifica-se o seguinte:

$$P_i \cdot V_i = P_f \cdot V_f \quad \text{Equação 2}$$

CONTINUAR

MasterCursos.net

**Imagem 3:17 - Representação da Lei de Boyle – Mariotte, sobre o comportamento dos gases reais**

A partir das três leis enunciadas e ilustradas na aula multimédia, é possível realizar a dedução de uma lei que as engloba num todo. Aqui a estratégia provou ser mais eficiente uma abordagem tradicional, mostrando como ao combinar casos e situações se vai caminhando na obtenção de uma expressão matemática capaz de exprimir a totalidade dos casos, quaisquer que sejam as alterações nas variáveis que condicionam o comportamento

dos gases. Considera-se que o mais importante não é só a equação matemática (ver Equação 2), mas todo o processo lógico dedutivo que se estimulou nos alunos.

**Equação 2 – Equação geral para o comportamento dos gases ideais.**

$P.V = nRT$		
<i>onde:</i>		
$P$ – pressão	$n$ – número de moles	$T$ – temperatura
$V$ – volume	$R$ – constante dos gases	

Após a dedução da equação anterior é possível aplicar os conhecimentos através de exercícios que são propostos (ver Imagem 3:18). Os alunos podem resolvê-los e confrontar a sua resolução e resultado final com a resolução e resultados apresentados na aula multimédia e que são apresentados passo a passo pelo professor virtual, havendo o cuidado de qualquer informação ir aparecendo gradualmente à medida que o som as vai explicando. Também se tem em conta a questão da dimensionalidade das variáveis de forma que os alunos possam constatar que as unidades utilizadas são as correctas pois no final apenas restam as unidades da variável que se está a calcular.

The screenshot shows a multimedia lesson interface. At the top, it says "32 / 37" and "Química - Módulo 1: Gases". The main question is: "Qual o volume (em litros) ocupado por 49,8 g de HCL a PTP ?". Below the question, the conditions are given:  $T = 0^\circ \text{C} = 273,15 \text{ K}$  and  $P = 1 \text{ atm}$ . The solution steps are shown:  $PV = nRT$ ,  $V = \frac{nRT}{P}$ ,  $n = 49,8 \text{ g} \times \frac{1 \text{ mol HCL}}{36,45 \text{ g HCL}} = 1,37 \text{ mol}$ , and finally  $V = \frac{1,37 \text{ mol} \times 0,0821 \text{ L} \cdot \text{atm} / \text{mol} \cdot \text{K} \times 273,15 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = 30,6 \text{ L}$ . A virtual character of a professor is visible on the right side of the interface. At the bottom, there is a "CONTINUAR" button and a "MasterCursos.net" logo.

**Imagem 3:18 – Resolução de um exercício propostos**

No final da aula multimédia (ver Imagem 3:19), o aluno é capaz de identificar a influência de cada variável sobre um sistema composto por um ou mais gases e pode recorrer a uma simulação computacional onde isto se torna visível. Pode modificar os parâmetros de  $P$ ,  $V$ ,  $T$  e  $n$  e ver na simulação o que isto implica em termos de movimentação das partículas e automaticamente ver qual o novo estado do sistema.

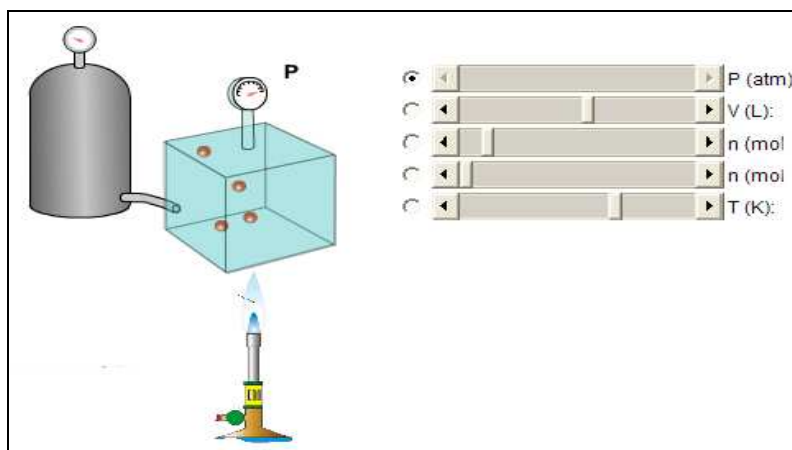


Imagem 3:19 – Imagem representativa da simulação computacional para uma análise global do comportamento dos gases ideais.

## b) Análise da aula sobre os gases

Tal como foi referido no início deste subcapítulo recorreu-se a esta aula como apoio ao docente em sala de aula, usando as animações, simulações, vídeos e conteúdo da aula. Não foi possível realizar uma análise quantitativa da influência desta aula no processo de ensino/aprendizagem dos alunos devido a diferentes factores, tais como:

- A amostra era reduzida dado que a turma tem apenas 25 alunos;
- Trata-se de um capítulo apenas, dentro de um programa muito extenso, contendo cerca de oito capítulos;
- As variáveis a analisar no contexto qualidade de ensino/aprendizagem são de natureza qualitativa e seria necessário o recurso a testes não paramétricos que, pelos dois motivos apresentados anteriormente, não produzirá qualquer resultado fidedigno.

Apesar destas condicionantes, os alunos foram inquiridos e foram analisados os seus resultados em provas de avaliação e em exercícios realizados ao longo das aulas. Esses resultados foram depois comparados com os obtidos pelos colegas de anos anteriores na mesma unidade curricular e com o mesmo docente e programa.

Quando inquiridos, os alunos respondiam que os conteúdos apresentados desta forma lhes permitiram assimilar mais rapidamente os conhecimentos teóricos. O caso mais referido neste capítulo foi o recurso a uma animação onde é perceptível, no caso dos gases reais, o efeito das forças intermoleculares na pressão exercida pelo gás e o efeito do volume ocupado pelas moléculas de gás. Com base nestes dois efeitos foi possível realizar uma das

muitas correcções à equação matemática para os gases reais e obter uma equação ajustada aos gases reais. Também de frisar que, neste mesmo caso, quando se apresentou aos alunos outra equação para os gases reais, eles foram capazes de identificar as semelhanças à Equação 2 e de que forma estava a ser realizada a correcção matemática.

Constatou-se que os alunos apreenderam os conteúdos de uma forma mais rápida e mais consistente, quando comparados com casos de anos anteriores onde não tinha sido implementado o recurso a estas tecnologias. Nessa altura, tudo dependia mais da capacidade dos alunos em se abstrair e conseguirem visualizar mentalmente o que lhes era explicado apenas com recurso a desenhos e diagramas.

A criação desta aula levou cerca de 12 meses. Considerando que apenas foi criada uma aula de um capítulo, poder-se-ia concluir que se trata de um investimento demasiado grande. No entanto cerca de 90% desse tempo foi usado no que se poderia designar por trabalhos preliminares, necessários para se iniciar qualquer projecto desta natureza. Foi durante este tempo que verdadeiramente se criou e potenciou a equipa criadora. Uma vez reunida a equipa, este período de tempo é recuperado em futuros projectos. Assim, um segundo capítulo seria prontamente elaborado em menos de 15 dias, caso toda a equipa se conjugasse nesse esforço.

Pelo exposto anteriormente, facilmente se pode compreender a razão pela qual em Portugal casos como este, de desenvolvimento de material de apoio ao ensino, sejam escassos. Tem sido apenas no ensino secundário que as editoras apostam fortemente no desenvolvimento de material complementar. Quanto ao ensino superior os casos existentes estão muitas vezes associados a centros informáticos das próprias instituições e suportados por programas de financiamento europeus.

Pelas razões mencionadas, entre outras, na maioria dos casos, os docentes do ensino superior preferem recorrer a conteúdos que lhes sejam facultados pelas editoras dos livros que recomendam aos alunos, ou recorrem a material que podem obter livremente na *internet*, tal como iremos desenvolver no subcapítulo 3.3.4 e as suas vantagens e desvantagens face à criação dos próprios conteúdos.

### 3.3.4. Material multimédia disponível

#### a) Aspectos gerais

Foram descritos alguns processos e casos de conteúdos criados pelos docentes, com e sem a ajuda de pessoal especializado, tendo sido referidas outras formas de obter conteúdos multimédia, nomeadamente através das editoras ou simplesmente através da *internet*. O material obtido pode ser usado directamente pelo docente, servir como inspiração para a criação dos seus próprios conteúdos ou também ser utilizado para construir conteúdos mais elaborados (ver caso da aula da actuação da enzima DHL, subcapítulo 3.2.3)

Muitas são as possibilidades para obter materiais de apoio ao ensino da Química e da Bioquímica de tal forma que aqui se vai identificar algumas delas e destacar alguns casos de relevo que foram utilizados ao longo deste estudo. Das principais fontes de conteúdos para o ensino pode-se destacar as editoras devido aos seus interesses económicos, algumas organizações e instituições dedicadas ao Ensino bem como indivíduos ou grupos de Investigação que criam e disponibilizam os seus conteúdos com o intuito de divulgação e evolução destas temáticas.

A maioria das editoras internacionais aposta fortemente na criação de conteúdos para complementar as suas publicações tornando-as mais apelativas aos docentes e alunos. Neste trabalho ir-se-á apenas mencionar algumas editoras que publicam livros de referência no ensino da Química e da Bioquímica, nomeadamente a *McGraw Hill*, a *WH Freeman* e a *LIDEL*. As editoras têm custos elevados na criação e divulgação de materiais de apoio ao docente e ao aluno, mas são largamente recompensadas posteriormente com um acréscimo das suas vendas.

Existem algumas instituições e organizações que, por sua iniciativa, criam conteúdos para apoio à docência da Química no meio académico, sendo também uma forma de elas próprias se promoverem. Menciona-se os casos da Sociedade Portuguesa de Química (SPQ), da *The Higher Education Academy*, associada com a Universidade Inglesa de Hull, a Casa das Ciências resultante de uma associação entre a fundação Calouste Gulbenkian e a Universidade do Porto e o caso da Organização Americana *MERLOT (Multimedia Educational Resources for Learning and Online Teaching)*.

Uma outra possibilidade de obtenção de materiais de apoio ao ensino é através de projectos realizados por indivíduos que os disponibilizam para uso dos interessados. Na

maioria dos casos, estes indivíduos associam-se com organizações de modo a que o seu trabalho tenha maior projecção, embora alguns criem um local na *internet* do qual são os únicos responsáveis e onde colocam os seus materiais. Apesar de termos conhecimento de alguns destes casos não iremos apresentar nenhum, dado a pouca expressão que têm face às restantes fontes de material.

## **b) Materiais multimédia que complementam os manuais de estudo recomendados**

Os editores que querem ser líderes de mercado apostam seriamente nos materiais de apoio, quer para o docente quer para os alunos. Se no caso das grandes editoras internacionais, como a *McGraw Hill* e a *WH Freeman*, possuem equipas totalmente dedicadas à criação destes conteúdos em estreita colaboração com os autores das obras que publicam, em Portugal ainda se estão a dar os primeiros passos nesse sentido, podendo destacar o pioneirismo da editora LIDEL que já distribui aos docentes de Bioquímica um DVD contendo algum material de apoio da sua última publicação de Bioquímica.

Muito do material fornecido pelas editoras é hoje disponibilizado através de sites da *internet* cujo acesso é regulado por um código fornecido pela editora. Apenas algum material é facultado sob a forma de suporte digital (*CD-ROM* ou *DVD*) estando obsoleto os antigos diapositivos e cassetes em *VHS* que ficavam muito dispendiosos para as editoras e cuja utilização por parte do docente também era bastante limitada. Hoje em dia, com as editoras a disponibilizarem os seus materiais de apoio sob formas digitais, os alunos e docentes podem usar esses conteúdos de forma mais rápida e eficiente, podendo ainda, através de um computador, combiná-los com outros materiais que possuam.

Na selecção dos livros a recomendar aos alunos, um dos critérios mais importantes é o da existência de conteúdos de apoio ao docente e ao aluno, tendo em conta a qualidade dos mesmos.

Uma das obras de referência Internacional, no ensino da Química, é a obra *Chemistry*<sup>202</sup> da autoria de *Raymond Chang*, encontrando-se a sua versão internacional em língua inglesa e actualmente na oitava edição, estando também traduzida para português. Sendo um livro recomendado internacionalmente, justifica-se quase o aparecimento de uma

nova edição em cada ano. O investimento da editora estende-se à produção de materiais de apoio para o aluno e para o docente.

A maioria dos materiais de apoio à edição internacional é disponibilizada através do sítio da *internet* que a editora criou especificamente para o livro, sendo necessário estar devidamente registado e possuir um código de utilizador e de entrada para poder aceder aos conteúdos. Os conteúdos são diferenciados consoante o utilizador, tendo os docentes acesso a uma maior quantidade e variedade de conteúdos, tais como animações e simulações computacionais, testes de auto diagnóstico, diapositivos em ficheiros de *Power Point*, textos de apoio no formato PDF, estando divididos pelos 25 capítulos do livro e perfazendo, em termos informáticos um total de 118 ficheiros com aproximadamente 160 mega bytes de informação.

Outras importantes funcionalidades disponibilizadas aos docentes que recomendem este livro é a possibilidade de conseguirem bancos de questões para avaliação, conjuntamente com o *software* que os gere, no subcapítulo 3.4.3 e a possibilidade de utilizarem um local na *internet* onde podem colocar os seus cursos *online*, através do *PageOut*. Esta última possibilidade não foi utilizada uma vez que o IPCB possui uma LMS da empresa Teleformar com esse propósito.

Em Portugal o livro não era traduzido desde a quinta edição. A reedição em português da oitava edição foi acompanhada da criação de diapositivos originais através de um *CD-ROM* entregue pela editora em Portugal. Isto permitiu aos docentes uma utilização destes conteúdos de uma forma directa, sem terem de os estar a traduzir ou adaptar.

Para complementar os livros, a editora disponibiliza para os vários livros do autor sítio na *internet* (<http://mhhe.com/physsci/chemistry/chang/>) de modo a poderem ser facultados materiais suplementares quer para os alunos quer para docentes.

De entre os recursos gerais do livro, livremente acessíveis, pode-se destacar o guia de estudo interactivo, o formulário com equações importantes e o *GradeSummit*.

No guia de estudo interactivo, uma das principais vantagens é a das imagens ganharem uma maior interactividade, podendo passar de uma visão a duas dimensões a uma visão a 3D. Para conseguir esta funcionalidade, é necessário instalar no *internet Explorer* (ou outro *Web browser*) o *plug-in CHIME* disponibilizado pela MDL.

O *GradeSummit* consiste num programa para os alunos poderem testar os seus conhecimentos e evolução do seu estudo, ao permitir-lhes responder a questões escritas e revistas por professores de Química. Este é um bom exemplo de uma parceria entre duas empresas privadas cujos produtos se complementam, sendo uma relação de mútuo

proveito. Para conhecer um pouco melhor o programa informático pode-se aceder ao sítio da internet: [www.gradesummit.com](http://www.gradesummit.com),

Para os docentes que recomendem esta obra aos seus alunos, a editora faculta um código de acesso que permite aceder a conteúdos muito elaborados resultantes de várias equipas de trabalho, bem como o acesso a *software* específico para o ensino através das novas tecnologias. O docente pode utilizar livremente as funcionalidades que lhe são disponibilizadas sem qualquer custo, podendo destacando-se as animações e simulações computacionais, o *CPS (Classroom Performance System)*, o *ChemSkill Builder*, o *PageOut* e os manuais de soluções para os exercícios propostos no livro.

O *CPS (Classroom Performance System)* consiste num sistema de resposta sem fios que permite aos alunos e ao docente uma maior interactividade na sala de aula. O aluno tem de imediato, a noção se acertou ou não a questão, enquanto que o docente vai fazendo uma avaliação contínua dos seus alunos, uma vez que vai guardando um registo das respostas de cada um dos alunos. O sistema é composto por um comando com oito botões (correspondendo às respostas possíveis para as questões colocadas) que envia a resposta para um receptor ligado a um computador com o *software* instalado. Para utilizar, este sistema o docente recorre a questões do tipo escolha múltipla que irá colocando ao longo da aula e às quais os alunos irão respondendo e tem de imediato a correcção da sua resposta. Para ajudar o docente, já existem bases de questões às quais o docente pode recorrer para as aplicar em sala de aula ou apenas lhe servirem de inspiração. Este é outro caso de parceria entre a McGraw Hill e uma empresa privada, a *eInstruction* sendo vantajoso para ambas as empresas e para os utilizadores (alunos e professores), permitindo-lhes aceder a novas funcionalidades bastante úteis e motivadoras para o estudo, a preços mais competitivos. Este tipo de ensino enquadra-se dentro do ensino Interactivo, especificamente no *Peers Instruction* desenvolvido nos EUA e com excelentes resultados reconhecidos internacionalmente. No nosso caso, não se implementou este sistema por razões maioritariamente económicas.

Para realizar a avaliação dos alunos através de testes, para aferir da sua evolução ao longo do tempo ou para estimular o aluno na resolução de exercícios, o docente pode recorrer a um programa informático disponibilizado pela editora, o *ChemSkill Builder*. Uma vez que tínhamos outros programas informáticos desta natureza à nossa disposição e como os quais já lidávamos há bastante tempo, optámos por não recorrer ao *ChemSkill Builder*.

Para a unidade curricular de Química leccionada na ESALD-IPCB é também recomendado o livro *Chemistry*<sup>203</sup> de *Loretta Jones* e *Peter Atkins* o qual contém material de

apoio para o docente e para o aluno. Esta é uma das razões da escolha desta obra como parte da bibliografia recomendada aos alunos. Esta obra é editada pela editora *WH Freeman*.

Para complementar os livros de texto, estes vêm acompanhados por dois *CD-ROM* intitulados *Visualization* e *Problem Solving*, existindo um terceiro *CD-ROM* intitulado *Instructor's Resource*, disponibilizado pela editora apenas aos docentes que recomendem esta obra aos seus alunos. Os alunos com o livro de texto e os dois *CD-ROM* que o acompanham possuem uma excelente ferramenta de trabalho para poderem desenvolver o seu estudo, mesmo nos temas mais difíceis e onde os docentes geralmente dedicam mais tempo lectivo. Uma das vantagens destes meios complementares de ensino/aprendizagem é a do docente poder encaminhar os alunos para um determinado conteúdo para estes analisarem, antes das aulas presenciais, para que as aulas sejam mais direccionadas a aprofundar os conhecimentos que o aluno foi descobrindo por ele próprio.

Dada a complexidade informática de algumas funcionalidades dos *CD-ROM* a editora estabeleceu parcerias com empresas do ramo da informática de modo a poder oferecer produtos de elevada qualidade.

No *CD-ROM Visualization* podemos encontrar simulações, animações de imagens do livro de texto e de estruturas moleculares, exercícios de nomenclatura e uma ligação ao sítio na *internet* do livro

Para as aulas de Bioquímica na ESALD-IPCB, é recomendado aos alunos o livro *Biochemistry*<sup>204</sup> da editora *WH Freeman*, de *Jeremy M. Berg*, *John L. Tymoczko* e de *Lubert Stryer*. Esta obra era inicialmente da autoria da *Lubert Stryer* tendo-se incorporado *Jeremy M. Berg*, da Escola de Medicina da Universidade de *John Hopkins* e *John L. Tymoczko* de *Carleton College* o que permitiu introduzir os mais recentes conhecimentos na área das ciências biomédicas nos últimos 10 anos até ao culminar das descobertas no Genoma Humano. Desta forma, esta é a obra de referência internacional no ensino da Bioquímica em especial para os cursos das áreas biomédicas pela forma simples mas aprofundada como descreve os temas bem como pelas suas ilustrações coloridas e materiais de apoio para o docente e para o aluno. Por se tratar de uma obra bastante volumosa, com 34 capítulos bastante desenvolvidos, é muitas vezes utilizada pelos alunos como uma obra para consulta no caso de uma pesquisa já orientada.

Ao ser publicada pela *W H Freeman* tem muitas semelhanças com a obra anteriormente analisada, nos materiais que complementam o livro, no sítio da *internet* de apoio ao livro (<http://www.whfreeman.com/biochem5>) e mesmo algum *software* que é

utilizado em ambas as obras, como o caso do *Presentation Manager Pró* e dos ficheiros informáticos de visualização de moléculas no formato \*.pdb.

Conjuntamente com o livro, a editora disponibiliza aos docentes que recomendem o livro aos seus alunos, um conjunto de diapositivos para utilizar como um retroprojector e um *CD-ROM* contendo imagens e animações que o docente pode utilizar nas suas aulas. O *CD-ROM* foi desenvolvido pela W H Freeman em conjunto com a empresa *Sumanas Inc.* e contém o programa *Presentation Manager Pró* bem como outros programas eventualmente necessários para aceder aos conteúdos do *CD-ROM* tal como o *QuickTime* e *Acrobat Reader*

O *CD-ROM* tem também uma apresentação em *Power Point* para cada um dos trinta e quatro capítulos do livro, maioritariamente contendo as imagens e diagramas, quase sem texto podendo o docente partir deles para elaborar uma aula à sua maneira e segundo o que pretende transmitir. É também facultado aos docentes um segundo *CD-ROM* contendo dois programas muito úteis para o processo avaliativo dos alunos o ***Diploma 6*** e o ***Exam VI***.

Os conteúdos podem ser acedidos através da *internet* do sítio de apoio ao livro (<http://www.whfreeman.com/biochem5>) com um espaço de acesso livre, essencialmente vocacionado aos alunos e um espaço com conteúdos de acesso condicionado aos docentes que recomendem esta obra nas suas aulas.

Na parte do sítio da *internet* de apoio ao livro dedicada aos alunos, pode-se ainda encontrar conteúdos como: conceitos; estruturas; imagens; animações; questões; resumos; *links* na *internet* sobre bioquímica; revisões sobre Química; e um glossário. Alguns destes conteúdos só podem ser consultados com ligação à *internet*, outros pode o aluno copiá-los para o seu computador e utilizá-los de acordo com a sua disponibilidade e ritmo de aprendizagem.

No sítio da *internet* do livro *Biochemistry*, pode-se aceder à zona de acesso restrito aos docentes, onde estão disponíveis alguns conteúdos exclusivos, tais como apresentações em *Power Point*, bases informáticas de questões, aplicações informáticas para monitorizar a avaliação dos alunos, bem como acesso à Biblioteca da W H Freeman com os seus recursos multimédia.

De entre as publicações da LIDEL pode-se destacar duas obras de Bioquímica<sup>205, 206</sup> de Manuel J. Halpern que são indicadas aos alunos da ESALD-IPCB. A obra mais antiga foi, durante muitos anos uma referência nas obras de Bioquímica editadas em português estando desde há alguns anos a justificar uma nova revisão e melhoramento, contudo a opção passou por criar uma nova publicação mais vocacionada para as ciências da vida, e

apareceu em 2008 aquele que poderá ser o primeiro livro editado em português com conteúdos multimédia para apoio ao docente e ao aluno.

O livro *Bioquímica-Organização Molecular da Vida*<sup>206</sup> vem acompanhado por um *CD-ROM* contendo algumas das imagens existentes no livro impresso, permitindo desta forma que os docentes as utilizem nas suas aulas.

A LIDEL ainda disponibiliza material suplementar através do seu sítio ([http://www.fca.pt/lidel\\_index2.html](http://www.fca.pt/lidel_index2.html)) para utilizadores devidamente autorizados, docentes que adoptem o livro como manual de referência. A possibilidade de obterem material suplementar já é um motivo para encorajar os docentes a recomendarem esta publicação não só pelo material que já existe disponível como também por todo o material que poderá ser criado e disponibilizado futuramente. O aspecto mais importante não é os conteúdos iniciais mas sim a existência de uma forma de interacção muito directa entre os autores e editores do livro com os docentes que o utilizam nas suas aulas.

### **c) Instituições e organizações ligadas ao ensino da Química e da Bioquímica**

Existe uma grande quantidade de instituições e organizações ligadas directa ou indirectamente à Química e à Bioquímica, em especial, que também tratam de questões acerca do ensino/aprendizagem destas unidades curriculares. De entre a enorme lista de instituições, menciona-se algumas mais representativas bem como algumas das suas iniciativas e de que forma os conteúdos que disponibilizam podem melhorar o processo de ensino/aprendizagem da Química e da Bioquímica. Pode-se destacar as Sociedades de Química e Bioquímica de vários países, cada uma com as suas iniciativas e projectos desenvolvidos neste âmbito. Apresenta-se o caso da *Sociedade Portuguesa de Química* e de alguns dos seus projectos que contribuem para o ensino da Química. A par das sociedades fundadas e geridas pelos profissionais das áreas, existem outras organizações não governamentais criadas com o único intuito de promover determinados tipos de metodologias. Geralmente estas organizações obtêm o seu financiamento por desenvolverem actividades com uma enorme procura e pelas quais são remuneradas. Neste caso já se referiu a *Higher Education Academy* como um bom exemplo de uma organização bastante activa e com bastante sucesso na promoção do ensino/aprendizagem no Ensino Superior.

Existem projectos bastante bem sucedidos aos quais muitos investigadores e estudiosos se associam, contribuindo com os seus trabalhos e descobertas, conseguindo assim uma divulgação e reconhecimento dos mesmos, tendo apenas que permitir a sua livre utilização pelos restantes membros das respectivas redes de utilizadores. Apresenta-se aqui um caso cujo sucesso transcende as fronteiras físicas do país onde foi criado, congregando, actualmente membros de todo o mundo e contribuições de todas as áreas de interesse. Trata-se do *MERLOT - Multimedia Educational Resources for Learning and Online Teaching*. Faz-se também menção a um projecto análogo que começa a dar os seus primeiros passos em Portugal, apoiado pela Fundação Calouste Gulbenkian e pela Universidade do Porto, a *Casa das Ciências*.

As sociedades de Química e Bioquímica em todo o mundo desempenham um papel muito relevante na divulgação dos conhecimentos científicos das áreas respectivas, mas também promovem as áreas do ensino, estando conscientes que é sempre necessário cativar novos candidatos para esses cursos e melhorar as condições de ensino. Para atingir estes propósitos, as várias sociedades criam laços de colaboração entre elas permitindo uma interdisciplinaridade e uma projecção internacional que sozinhas nunca atingiriam. Desta forma, muitos dos projectos desenvolvidos são resultantes do trabalho conjunto de diferentes grupos, como:

- Congressos internacionais dedicados ao ensino da Química e da Bioquímica, como o Congresso que decorreu em Julho de 2008 em Istambul promovido pelo Sociedade de Química Turca;
- *European Chemistry Thematic Network (ECTN)* com os seus cursos de Verão para Professores de Química, os seus encontros e a criação do grau *Eurobachelor, Euromaster e Eurodoctorate* para a Química;
- Projectos como o *Softciências – Centro de Competências Nónio* que através do sítio da *internet* do MOCHO ([www.mocho.pt](http://www.mocho.pt)), conjuga os conhecimentos de Física, Informática e *e-learning*.

A Sociedade Portuguesa de Química (SPQ) é um exemplo de como se pode estimular o uso das TIC no ensino superior em Portugal, editando uma revista com artigos sobre esta temática, organizando congresso e encontros, editando livros sobre o ensino da Química e envolvendo-se em projectos como a criação de uma tabela periódica digital com a qual é mais apelativo e rápido o acesso aos dados referentes a cada elemento.

Com a tabela periódica dos elementos informatizada no programa *WinPerio 2.0* o docente pode leccionar essa temática de uma forma mais interactiva com os alunos permitindo-lhe também aceder rapidamente a uma série de informações sobre cada elemento que se encontram dispersas na literatura, como o aspecto do elemento, os seus principais arranjos atómicos, etc.

Muitos dos materiais produzidos pela SPQ ou com a sua colaboração podem ser acedidos pelo sítio na *internet* ([www.spq.pt](http://www.spq.pt)) permitindo aos não associados utilizarem algumas dessas funcionalidades. À semelhança da SPQ também a Sociedade Portuguesa de Bioquímica, de Física, de Matemática, etc. ou as suas congéneres mundiais permitem o livre acesso a alguns dos seus projectos e materiais.

Conscientes da enorme evolução na área do ensino com recursos multimédia, bem como do crescente interesse dos investigadores, académicos e instituições, grupos de pessoas envolvidas nesta temática criaram uma forma de congregar num único sítio os materiais já criados divulgando-os e, desta forma, fomentar a criação de novos conteúdos multimédia para o ensino. Desta forma, apareceram alguns projectos dos quais destacamos o *MERLOT*, que rapidamente cresceu nos EUA, dada a utilização massiva destes recursos nesse país e se expandiu internacionalmente, contando hoje em dia com membros em todo o Mundo.

Qualquer pessoa se pode associar gratuitamente à *MERLOT*, de áreas tão distintas como as artes, negócios, educação, humanidades, ciências sociais, exactas e tecnológicas, bastando aceder ao sítio na *internet* (<http://www.merlot.org>) e realizar o seu registo. Ao estar registado, o membro pode apenas consultar o material disponível e utilizá-lo de acordo com as suas necessidades ou tomar um papel mais activo, contribuindo ele próprio com conteúdos, partilhando as suas experiências sobre ensino *on-line*, divulgar o seu perfil como interessado em determinada área de ensino, podendo ser consultado por outros membros em certas situações, integrar-se numa comunidade já existente que partilhe interesses comuns, etc. O sucesso de *MERLOT* é tal que a 16 de Setembro de 2008 já contava com 63 355 membros os quais contribuíram com 20 566 conteúdos

Dado o crescente interesse dos seus membros e a elevada qualidade dos materiais criados, tornou-se natural a criação de um jornal científico onde fossem publicados artigos científicos da área. Desta forma foi criado o *JOLT - Journal of Online Learning and Teaching* (<http://jolt.merlot.org>) pensado especialmente para os docentes, alunos e investigadores do Ensino Superior. O primeiro volume da JOLT foi publicado em Julho de 2005 tendo os seguintes números sido publicações em Março, Junho, Setembro e Dezembro, de cada ano.

Os artigos publicados são sujeitos a uma avaliação por um júri da área podendo ser enquadrados em 5 tipos diferentes:

- Artigos de pesquisa – casos sobre o uso no ensino de recursos multimédia, indicando quais as implicações resultantes em especial nos alunos;
- Artigos teóricos e conceptuais – trabalhos não empíricos sobre o uso no ensino de recursos multimédia, a sua importância e repercussões para o futuro;
- Artigos de posição – descrevem um problema ou situação e qual a tomada de posição sugerida devidamente fundamentada;
- Artigos de estudo de casos – apresentam um desafio institucional indicando quais os recursos multimédia utilizados para o suplantar;
- Notas de design de instruções – breves apresentações descrevendo novos conteúdos e formas de aprendizagem on-line.

Dentro de cada área de interesse podem aceder-se diferentes zonas, tal como se pode ver na Imagem 3:20, desde dicas sobre implementação de técnicas de ensino, materiais multimédia para o ensino, pessoas envolvidas nessa área de interesse.



Imagem 3:20 - Parte das páginas do sítio da *internet* da MERLOT, nas áreas específicas de Biologia e de Química (acedido a 16 de Setembro de 2008 através de <http://chemistry.merlot.org>)

Nas Imagem 3:21 apresenta-se um caso particular de uma pesquisa nas simulações computacionais das quais se selecciona um laboratório virtual de Química, da autoria de *David Yaron* da Universidade de *Carnegie Mellon*. Tal como todos os restantes conteúdos,

este vai sendo constantemente actualizado, podendo constatar-se que tem uma elevada classificação. Foi classificado como um clássico do *MERLOT*. No sítio da *internet* da *MERLOT* está apenas uma ficha identificativa do material havendo uma hiperligação que nos redireccionará o *Web browser* para o endereço onde está alojado o material neste caso em <http://www.chemcollective.org/vlab/vlab.php?lang=br> (ver Imagem 3:21)

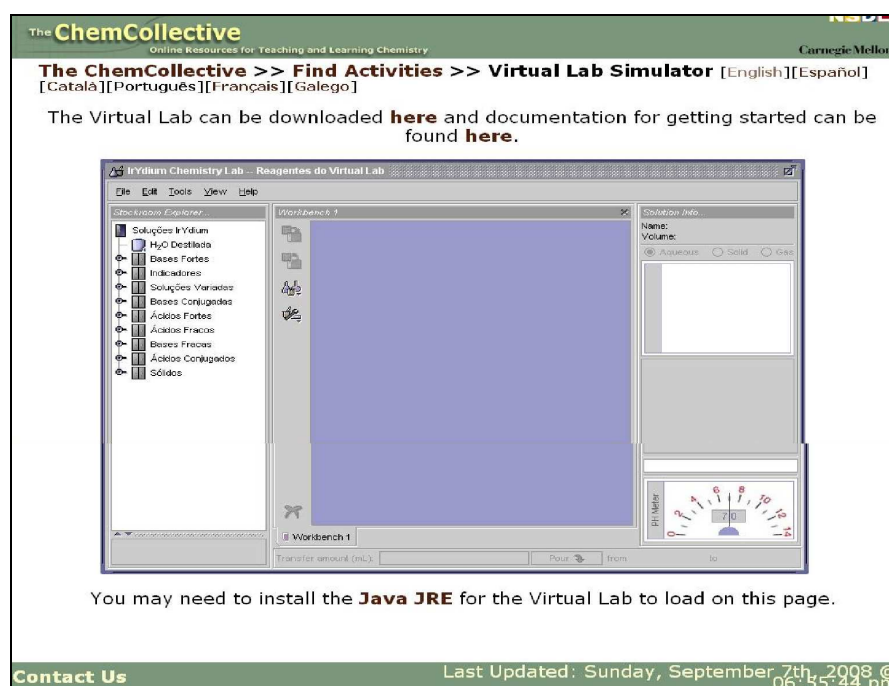


Imagem 3:21 - sítio da *internet* da ChemCollective (acedido a 16 de Setembro de 2008 através de <http://www.chemcollective.org/vlab/vlab.php?lang=br> )

Um aspecto relevador da importância da *MERLOT* na divulgação de conteúdos multimédia educacionais, em especial na área da Química é a sua interligação com um dos mais antigos Jornais científicos desta área, o *JCE – Journal of Chemical Education*, havendo uma Hiperligação para o Jornal (<http://www.ice.divched.org>) bem como a apresentação de estruturas de moléculas seleccionadas.

Em Portugal está agora a iniciar-se caminhos que noutros países já se percorrem há muitos anos. Exemplo disso é o aparecimento, ainda em fase de implementação, da Casa das Ciências, projecto comparável à *MERLOT*.

O projecto Casa das Ciências está a ser desenvolvido através da colaboração com a Fundação Calouste Gulbenkian e a Universidade do Porto tendo um sítio na *internet* (<http://www2.fc.up.pt/casadasciencias/>) com alguns materiais maioritariamente de reputados

autores internacionais que os disponibilizaram. Este portal pretende compilar conteúdos de diferente natureza, desde o ensino básico ao ensino secundário, nas áreas preferenciais de Introdução às Ciências, Matemática, Biologia, Geologia, Física e Química.

Os conteúdos são submetidos pelos membros da Casa das Ciências e podem ser de diferente natureza informática, sendo apenas requerido que o uso desses conteúdos se faça por intermédio de programas informáticos de uso corrente nas escolas, no sentido de permitir o livre acesso aos conteúdos, pelo que são aceites preferencialmente aplicações com uma licença *Open Source (GPL - General Public License)*.

O projecto Casa das Ciências como portal para a educação, desde o ensino básico ao secundário, não exclui o ensino superior, permitindo que muitos dos seus conteúdos seja acedido por alunos e docentes deste nível de ensino, quer para breves revisões quer como base de partida para desenvolver e aprofundar determinadas temáticas. No caso particular dos docentes do ensino superior, este portal pode ser uma forma de verem reconhecidos os seus trabalhos na área da criação de conteúdos multimédia para o ensino.

#### **d) Aplicabilidade dos conteúdos disponíveis**

Os conteúdos disponibilizados pelas editoras, instituições e organizações são aqueles que apresentam maior variedade, maior grau de sofisticação e um aspecto visual mais apelativo. Esta é uma forma das instituições se tornarem conhecidas e terem sempre um público-alvo desejoso de recorrer aos seus serviços, quer sejam remunerados ou não. É dessa forma que podem justificar a sua existência, tendo sempre utilizadores satisfeitos e ávidos de mais materiais.

Nesta área não há uma grande fidelização a um determinado tipo de conteúdos quer quanto à sua origem ou natureza. Tratando-se de conteúdos altamente mutáveis, e estando constantemente a aparecer novos casos, um dos trabalhos mais morosos mas ao mesmo tempo mais gratificantes para o docente é a constante busca de novos conteúdos, quer de fontes já conhecidas quer de novos fornecedores ainda desconhecidos.

Apesar de tudo, estes deveram ser dos conteúdos com maior aplicabilidade por diversas razões: fácil obtenção; fácil acesso; enorme variedade; apresentação cuidada e apelativa, etc.

Quanto aos casos apresentados, pode-se constatar a sua intensa utilização em sala de aula pelo docente, em especial a partir do ano lectivo de 2008/2009, com a inauguração

das novas instalações da ESALD-IPCB, estando disponíveis em todas as salas de aula os Quadros Brancos Interactivo (QBI), assunto que irá ser desenvolvido no subcapítulo 3.3.5

No caso dos alunos, na utilização destes conteúdos podem distinguir-se duas situações, os conteúdos colocados pelo docente na plataforma de *e-learning* e os conteúdos acedidos directamente pela *internet*. No caso dos conteúdos disponibilizados na plataforma LMS, a sua procura está comprovada pelos registos de acessos à plataforma, o que não é sinónimo de uma utilização. Quanto aos conteúdos cujo acesso não passa pela LMS, apenas se pode fazer fé na palavra dos alunos, os quais vão referindo a sua utilização em especial nos casos de dúvidas ou de dificuldades de utilização.

A principal dificuldade apontada pelos alunos neste campo é que a maioria dos conteúdos se encontra em inglês o que, aliado ao seu deficiente domínio da língua inglesa, os impede de os usar mais frequentemente, pois não conseguem apreender a totalidade dos conceitos meramente por dificuldades linguísticas. Uma vez que em português ainda existem poucos conteúdos disponíveis, de alguma forma esta barreira linguística condiciona a utilização destes conteúdos. Assim são mais as situações em que é o docente a recorrer a estes conteúdos em sala de aula, de forma a ilustrar uma situação particular. Os alunos manifestam a sua preferência pelos conteúdos criados pelos docente (subcapítulo 3.2. ) tal como se constatou através do inquérito 1 cuja análise é feita no subcapítulo 4.1. .

### 3.3.5. Quadros Brancos Interactivos

#### a) O que são os Quadros Brancos Interactivos

Em unidades curriculares como a Química e a Bioquímica, a visualização mental de processos, moléculas e reacções é necessária para uma correcta percepção dos conteúdos, geralmente leccionados nos primeiros anos das licenciaturas, o que permite desenvolver certas capacidades nos alunos, tal como a capacidade de abstracção da realidade de forma a serem capazes de elaborar raciocínios puramente mentais.

O recurso às novas TIC, nomeadamente a programas informáticos, a animações computacionais, a simulações computacionais, bases de dados e de questões tal como foi descrito anteriormente, é uma importante contribuição para o desenvolvimento de tais capacidades. Contudo, até à data, o recurso a estes conteúdos era feito pelos alunos maioritariamente fora da sala de aula, muitas vezes por recomendação dos docentes. Hoje

em dia, com o recurso aos quadros interactivos, o docente pode construir uma metodologia lectiva para as aulas de Química, baseada na visualização e aplicação das diversas ferramentas informáticas já mencionadas para que os alunos percepcionem melhor a matéria leccionada.

É cada vez mais perceptível que a aula presencial deve ter uma estrutura mais adaptada às novas tecnologias, nas situações em que se pretende disponibilizar aos alunos conteúdos desta natureza para o seu auto estudo. É neste sentido que os Quadros Brancos Interactivos (QBI) permitem uma melhor interligação entre a aprendizagem nas aulas presenciais e a aprendizagem que o aluno faz no seu tempo de estudo.

O recurso aos QBI permite ao docente, em sala de aula, desenvolver algumas actividades mais semelhantes às actividades de estudo que o aluno desenvolve autonomamente. Numa área, como a Química, em que é requerido ao aluno que realize mentalmente a visualização de processos de uma forma totalmente abstraída da realidade, é de alguma forma imperativo auxiliar os alunos nessas etapas, dada a dificuldade generalizada em realizarem tais processos.

O recurso a *software*, com fins educativos na área da Química, potenciam bastante o desenvolvimento de tais capacidades cognitivas, mas até ao momento a sua utilização em sala de aula era limitada aos meios tecnológicos existentes e a sua utilização fora da sala de aula exclusivamente pelo aluno no seu auto-estudo poderia acarretar uma má utilização da mesma com as respectivas más interpretações.

Por intermédio dos QBI é agora possível aos docentes de Química, entre outros, fazerem uma abordagem em sala de aula mais baseada nas novas tecnologias nomeadamente, com programas informáticos, permitindo desta forma que os alunos os possam continuar a usar no seu auto-estudo mas já com alguma orientação.

Numa área como a Química o uso de programas informáticos com aplicação educacional permite aos alunos uma melhor percepção dos conteúdos, tal como mecanismos de reacção, visualização de moléculas, animações computacionais de processos químicos, simulações computacionais de processos e mecanismos químicos. Ao docente permite-lhe aprofundar os conteúdos de uma forma mais dinâmica, fazendo desenrolar a aula em função das dúvidas e questões dos alunos. Obviamente, para o docente e para o aluno ocorre um incremento do trabalho. Para o aluno abre-se a possibilidade de ele prosseguir os seus estudos de forma mais autónoma, seguindo as indicações do professor em sala de aula podendo continuar a explorar as funcionalidades das aplicações informáticas ao seu dispor. Para os docentes, este tipo de metodologia de

ensino implica estar muito seguro de toda a matéria que lecciona bem como estar suficientemente à vontade com os programas informáticos a que poderá recorrer.

Em virtude do que foi descrito, e dada a variedade de aplicações informáticas disponíveis, é extremamente vantajoso ter uma ferramenta que permita, de uma forma coordenada, conjugar a actuação dos vários *softwares* disponíveis dentro e fora da sala de aula. É o caso dos QBI.

Os QBI são grandes dispositivos que se ligam a um computador e a um projector com o intuito de projectar tudo o que apareça no monitor do computador, podendo o utilizador trabalhar directamente neste dispositivo, com os dedos, canetas especiais, ponteiros laser, etc. Desta forma, permite substituir os tradicionais quadros pretos e o giz. Esta tecnologia começou a dar os primeiros passos na década de 90 estando agora suficientemente desenvolvida e divulgada para permitir uma ampla utilização nas mais diferentes situações.

Cada vez mais estes equipamentos permitem novas utilizações. Se, no início, quase só substituíram os quadros tradicionais permitindo, no final da aula, ter uma versão digital de tudo o que era escrito no quadro, hoje em dia permitem uma enorme interligação com os computadores aos quais estão ligados, em especial com todas as suas aplicações informáticas.

Existe actualmente no mercado uma grande variedade de marcas que concebem e comercializam QBI, dada a expansão que este mercado teve nos últimos anos e dada a elevada magnitude dos montantes envolvidos. De entre as principais marcas, hoje em dia, poderemos destacar:

- *eno - da Polyvision;*
- *Smartboard - da SMART Technologies;*
- *Activboard - da Promethean Ltd;*
- *TeamBoard - da Egan TeamBoard Inc;*
- *StarBoard – da Hitachi.*

Parte deste trabalho foi realizado no Instituto Politécnico de Castelo Branco em especial na Escola Superior de Saúde Dr. Lopes Dias a qual dispõe de excelentes condições e equipamentos por ter inaugurado em Setembro de 2008 novas instalações com novos equipamentos. Em termos de QBI a ESALD tem todas as salas de aula equipadas

com quadros *StarBoard* e videoprojectores da *Hitachi*, não havendo desta forma qualquer incompatibilidade entre estes equipamentos.

Actualmente estão a ser instalados computadores nas salas de aula de forma que os docentes apenas necessitem de levar as suas aulas numa pequena memória *flash* (denominada *pendrive*), ou aceder a elas através da *internet*, evitando também desta forma as constantes calibrações necessárias aquando se muda o computador.

Para gerir o equipamento apresentado, existe um programa informático cuja instalação é necessária de forma a permitir que o QBI funcione como um periférico do computador pessoal. É através desse *software* que surge a barra de ferramentas do QBI, que permite o seu uso tal como se se tratasse de uma quadro normal onde se pode escrever, bem como permite realizar outras funcionalidades tais como videoconferência, ligação à *internet* inserir no quadro imagens e filmes e ir gravando tudo o que é apresentado de forma a estar disponível posteriormente, quer para os alunos no seu estudo, quer para o docente em aulas futuras.

## **b) Aula com QBI e software educacional**

Ao leccionar uma aula de Química com base em *software* educativo conjuntamente com os QBI verifica-se que isso implica uma modificação dos paradigmas do ensino presencial. A aula não termina no final do tempo em sala de aula, mas poderá prolongar-se durante todo o tempo que o aluno realiza o seu auto-estudo, direccionado segundo os padrões definidos na sala de aula.

Como caso exemplificativo, poder-se-ia abordar a reacção entre dois compostos de naturezas distintas. Recorrendo a programas de visualização de moléculas, como os descritos anteriormente (subcapítulo 2.4. ) é possível ver cada uma das moléculas independentemente, com uma visão a 2 ou 3 dimensões, permitindo mesmo vê-las num movimento de rotação o que permite perceber a sua estrutura. Seguidamente é possível ver como as duas moléculas distintas se juntam para que determinadas zonas reajam com a consequente formação de uma (s) nova (s) substância. Por intermédio do QBI, é possível ao docente guardar em formato digital estas imagens ilustrativas ou fazer mesmo um pequeno filme ilustrativo.

Em termos de cálculo, poderão ser utilizados programas informáticos que quantifiquem as alterações do pH da solução, a abundância de cada um dos compostos, a

estabilidade dos compostos, a sua configuração electrónica, etc., até se atingir uma situação de equilíbrio ou de haver consumo total dos reagentes.

É possível ainda ao docente, recorrendo ao QBI, ir apresentando estas evoluções dos sistemas e ir retirando imagens e valores de forma a criar, por exemplo, uma breve apresentação multimédia recorrendo a *software* como o *Microsoft Producer*® ou o *Camtasia*® e que poderá disponibilizar aos seus alunos no final da aula. Em alternativa, o docente poderá ir guardando todo este elemento multimédia numa mediateca virtual (o equivalente a uma biblioteca virtual), os quais poderão ser disponibilizados futuramente aos alunos, a outros docentes (em especial no caso da mesma unidade curricular ser leccionada por diferentes docentes) ou pelo próprio docente noutras ocasiões.

Tudo o que foi descrito refere-se à situação do docente ter um guião da aula e segui-lo à risca. Por outro lado, os QBI permitem ao docente, caso ele deseje, uma maior interactividade com os alunos e com a matéria, pois face a alguma dúvida específica de um aluno, o docente pode optar por prosseguir a aula com outros exemplos que poderá ter na sua mediateca virtual, podendo mesmo aceder à *internet* e por intermédio de *sítios* específicos, obter respostas para as questões levantadas pelos alunos.

### **c) Nível de utilização e aplicabilidade dos QBI**

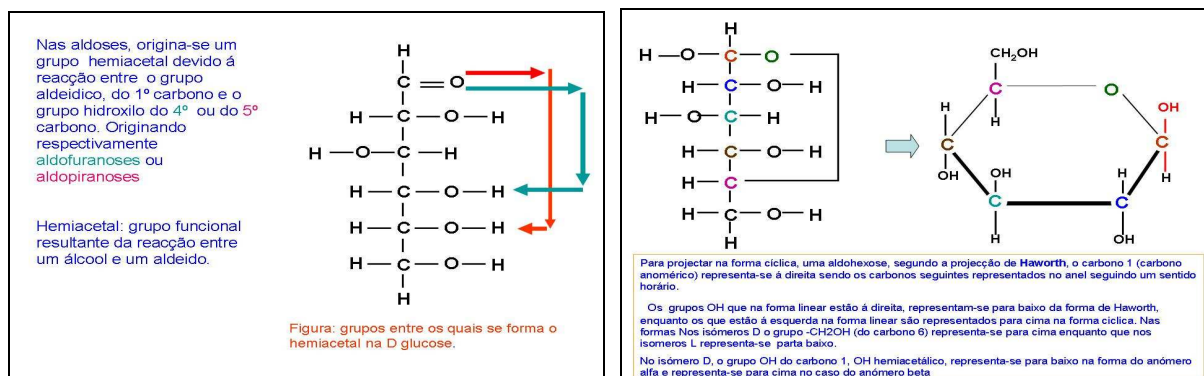
Os QBI são utilizados em todas as aulas leccionadas na ESALD-IPCB, com uma utilidade superior à de um simples quadro, recorrendo a muitas das suas funcionalidades, embora frequentemente não seja possível ou não se justifique utilizar todas as funcionalidades disponíveis, nomeadamente a videoconferência.

A aplicabilidade do QBI inicia-se muito antes da aula presencial e estendendo-se muito para além da mesma aula, uma vez que por intermédio do *software* que o acompanha, o docente pode começar a preparar a aula presencial com alguma antecedência reunindo os conteúdos que pretende apresentar e, após a aula, pode disponibilizar aos alunos tudo ou parte do que foi apresentado na sala de aula.

Como exemplo de utilização, e dentro das temáticas apresentadas neste trabalho, será descrito sucintamente como é dada a parte da aula sobre a ciclização das oses, tendo como suporte o QBI.

Para leccionar a ciclização das oses pressupõe-se ter falado previamente de assuntos como: aldoses e cetoses; reacções de formação de hemiacetal e hemicetal; representação de Fisher e de Haworth; diversos casos de isomerias; carbonos quirais;

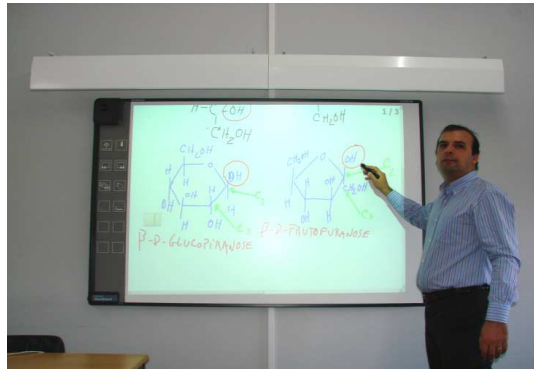
reactividade entre grupos funcionais; estabilidade e abundância de estruturas lineares e cíclicas; etc. Só após estes conteúdos estarem leccionados é possível passar para este assunto. Geralmente esta parte da aula é explicada recorrendo a uma apresentação em *Power Point* (Imagem 3:22) com base na qual foi elaborada a aula multimédia apresentada no subcapítulo 3.2.2



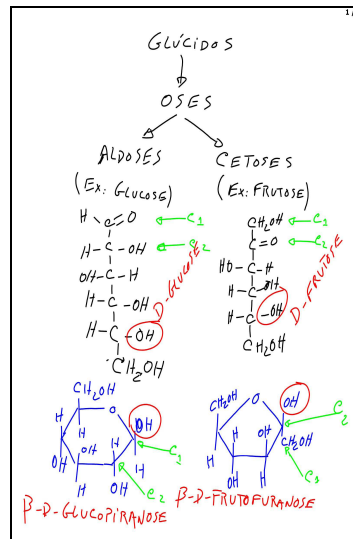
**Imagem 3:22 – Diapositivos da apresentação em *Power Point* sobre a ciclização das oses**

Após a parte teórica ter sido leccionada com recurso à apresentação, são propostos aos alunos alguns exercícios de forma a consolidar os conhecimentos adquiridos. É nesta etapa que é feito recurso ao QBI, permitindo ao docente ir fazendo a ilustração do processo com outros casos, tal como se pode ver na Imagem 3:23, podendo os alunos confrontar a sua resolução com a do docente.

Em situações como esta aula, em que foi elaborado um esquema ilustrativo do processo (ver Imagem 3:24 e Anexo 5) com base em exemplos analisados na sala de aula, o docente optou por guardar esse mesmo esquema num ficheiro electrónico do tipo PDF (Imagem 3:25) de forma a não poder ser alterado, e disponibilizá-lo aos alunos no final da aula através da plataforma de LMS. Desta forma, o aluno poderá centrar a sua atenção na descrição do processo feita pelo docente, podendo ir tomando os seus apontamentos em vez de estar concentrado em copiar algo sem sequer ouvir do que se trata.



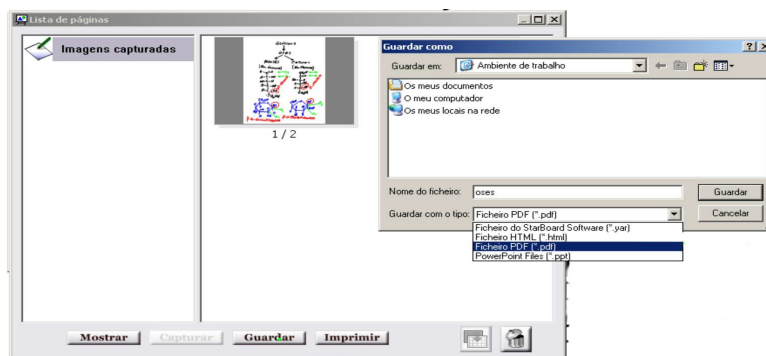
**Imagem 3:23 – Momento de uma aula de Bioquímica sobre a ciclização dos glúcidos, recorrendo ao QBI.**



**Imagem 3:24 – Primeira página dos conteúdos escritos no QBI sobre a ciclização dos glúcidos.**

Por se tratar de um conteúdo que iria ser leccionado novamente no mesmo dia a outra turma de Bioquímica o docente optou por guardar tudo o que criara no QBI, num formato específico do *software* que gere o QBI. Desta forma, na aula seguinte o docente não necessitou de despender tanto tempo na elaboração dos esquemas e diagramas e assegurou também que a ambas as turmas eram leccionados exactamente os mesmos conteúdos e temas.

O processo de salvar os conteúdos produzidos na aula pelo docente é o mesmo que foi feito ao guardar a aula para os alunos (ver Imagem 3:25) apenas alterando o tipo de ficheiro.



**Imagem 3:25 – Caixa de diálogo do programa informático que gere o QBI e que permite guardar toda a aula em diferentes formatos.**

Pode-se dizer em termos de conclusão que o recurso a estes novos meios tecnológicos permite conjugar numa mesma ferramenta diferentes formas de transpor uma ideia ou conceito, tornando-se desta forma um importante exemplo de uma metodologia de ensino a aplicar.

Contudo nem todos os alunos ou docentes estão aptos a usar estas metodologias de uma forma extensiva. Factores como: a natureza da matéria a ser leccionada; metodologia de estudo mais adequada ao aluno; capacidade do aluno e do docente em rapidamente se adaptarem a novas situações e realidades; acesso e fiabilidade deste tipo de equipamentos; podem limitar ou inviabilizar a aplicação deste tipo de metodologia. Por exemplo, alunos e docentes com escasso acesso a meios computacionais e/ou revelando dificuldades na sua utilização, ao enveredarem por este tipo de ensino estariam a ficar prejudicados face a uma metodologia mais tradicional.

A implementação destes recursos deve por isso ser alvo de estudo, verificando-se à priori em que situações pode haver alguma vantagem e quais os pré-requisitos necessários em termos de equipamento e de conhecimentos quer dos alunos quer dos docentes.

Quanto ao nosso caso, em particular, dadas as facilidades de acesso aos equipamentos e ferramentas informáticas, e tendo os alunos uma elevada literacia informática, é uma experiência exigente mas cada vez mais recompensadora.

### 3.3.6. Aplicabilidade das aulas criadas com apoio informático

A criação das aulas em colaboração com técnicos especializados nas áreas da informática e de conteúdos multimédia permitiu desenvolver os dois projectos apresentados anteriormente, tendo sido necessário sensivelmente um ano para desenvolver cada um, mais vocacionado para o *e-learning*. As aulas foram concebidas desta forma com o intuito de desenvolver curso maioritariamente em *e-learning*, sem desprezar a componente presencial. Deste modo as aulas têm de ser auto-suficientes, contendo mais informação e mais funcionalidades, nomeadamente as componentes teóricas, práticas e avaliativas para que todo o processo educativo esteja condensado numa ferramenta.

Tendo frisado ao longo deste trabalho a minha preferência pessoal na metodologia de *Blended-learning*, considero um factor muito importante as aulas presenciais. O restante é um complemento para o estudo do aluno.

O docente recorreu a estas ferramentas em sala de aula, não de uma forma intensiva, mas maioritariamente às animações e simulações computacionais que contêm, permitindo-lhe desta forma transmitir melhor algumas ideias e conceitos bem como apresentar a ferramenta aos alunos permitindo-lhes rentabilizar o seu uso no auto estudo.

Os alunos que recorreram a esta ferramenta comentaram com o docente que lhes tinha sido bastante útil pois tiveram numa única ferramenta diferentes funcionalidades, desde os conceitos teóricos e práticos até à realização de exercícios e problemas que lhes permitiram avaliar a sua progressão nos estudos. Desta forma, estas aulas foram utilizadas de uma forma bastante intensa quer pelo docente quer pelos alunos, quer na sala de aula quer fora da mesma, justificando o recurso a este tipo de conteúdos como complemento ao processo de ensino/aprendizagem.

### 3.4. Programas informáticos geradores de testes de avaliação

#### 3.4.1. Introdução

Este género de programa informático insere-se dentro das aplicações informáticas conhecidas internacionalmente como *Authoring Tool* (ver anexo 1) o que poderia ser designado em português como **ferramentas para autores**, tratando-se de aplicações informáticas utilizadas por indivíduos sem conhecimentos de programação informática.

Os docentes podem recorrer a este tipo de programas especificamente para organizar as avaliações que têm de realizar aos alunos, e os alunos podem ir realizando testes de auto avaliação. Neste trabalho, são descritos três desses programas (*Respondus®*, *Diploma®*, *HotPotatoes®*). O *HotPotatoes* é aqui abordado por ser uma versão totalmente gratuita e largamente difundida podendo qualquer docente obtê-lo e usá-lo livremente. Os restantes possuem versões gratuitas, mas com algumas limitações, tendo sido fornecidos pelas editoras dos livros recomendados para as unidades curriculares de Química e de Bioquímica e, como tal, estão licenciados através das editoras.

Os programas escolhidos, para serem apresentados neste trabalho, são apenas alguns dos existentes no mercado. A generalidade deste tipo de programas informáticos funciona de igual forma e são alvo de constante actualização por parte das empresas que os criam e comercializam de forma a manterem-se actualizados. Assim as funcionalidades destes programas estão constantemente a aumentar.

Estes programas permitem que o docente vá guardando, de forma organizada, questões de diferente natureza, com as respectivas respostas e grau de dificuldade, que poderá utilizar para a rápida elaboração de um teste de avaliação, bem como poderá usar para criar testes de auto-avaliação para os alunos irem resolvendo. Alguns destes programas permitem mesmo uma interligação com as plataformas de ensino electrónicas (LMS) sendo possível ao docente enviar rapidamente para cada aluno o seu teste personalizado, disponibilizá-lo durante um determinado período de tempo e no final ter a avaliação do teste automaticamente realizada. Outros programas criam uma página HTML (página da *internet*) que pode ser colocada num servidor da instituição ou, em alternativa pode-se recorrer aos servidores dos criadores dos programas de *software* respectivo.

Como qualquer programa informático, no início da sua utilização, os procedimentos são um pouco demorados mas, à medida que o docente se vai ambientando, são bastante rápidos. O docente pode ir usando estes programas sempre que lhe surja uma ideia para

uma boa questão de avaliação. A maioria dos docentes apenas se debruça sobre as questões de avaliação quando tem de elaborar um teste de avaliação. Caso use este tipo de programa, pode em qualquer instante aceder-lhe e introduzir uma nova questão, muitas vezes resultante de discussões com os alunos ou de dúvidas colocadas. Muitas vezes e decorrente de questões levantadas pelos estudantes, ou no seguimento de discussões, surge naturalmente uma série de possíveis questões que o docente poderia usar nos seus momentos avaliativos. Alguns docentes optam por ir tomando nota destas questões em blocos de notas para usá-las futuramente, mas, no caso do docente ser um utilizador deste tipo de programa, pode rapidamente aceder-lhe e introduzir as questões sempre que deseje e desta forma estará sempre preparado com uma vasta colecção de possíveis questões de avaliação.

Algumas editoras já facultam este tipo de programas como complemento aos livros que editam. É uma forma bastante útil de proporcionar novas questões muitas vezes abrindo novas perspectivas ao docente sobre possíveis temáticas de avaliação. Dada a possibilidade de os docentes de uma unidade curricular que adoptem o mesmo livro poderem usar o mesmo programa de bases de questões, podendo partilhar entre si os seus ficheiros, com as suas diferentes questões, iniciam uma forma mais global de ensino e os alunos podem ser questionados de diferentes formas e, como tal, com diferentes pontos de vista sobre a mesma temática.

Dos três programas apresentados apenas dois são utilizados pelos docentes neste projecto. Tratam-se do *Respondus*® e do *Diploma*®, por terem sido adoptados pelas editoras de alguns livros referenciados para Química e Bioquímica. No caso do *Respondus*® é adoptado pela McGraw Hill na sua publicação de “Química Geral” de *Raymond Chang* enquanto que o *Diploma*® é facultado directamente pela LIDEL como representante em Portugal da WH Freeman que publica o livro “*Biochemistry*” de *Stryer, Tymoczko e Berg*. Ao serem facultados pelas editoras já vêm com uma colectânea de questões. O caso do *Diploma* contém cerca de 50 questões, por cada um dos seus 34 capítulos e o *Respondus* contém cerca de 2500 questões ao longo dos seus 25 capítulos. Outra razão pela qual se recorre a estes programas é por serem mais fáceis de utilizar e permitirem mais funcionalidades, tal como a impressão em papel de um teste, para além de se poder criar páginas HTML ou colocar directamente os testes na plataforma LMS, segundo as normas SCORM.

### 3.4.2. Diploma

Este programa de gestão de testes de avaliação é um dos mais antigos no mercado, gozando de uma longa experiência desde a década de oitenta já estando na sua versão 6.56. Foi evoluindo e foi incluindo muitas funcionalidades até que hoje em dia se apresenta como um dos programas do género mais completos e de utilização mais simplificada, permitindo a sua utilização mesmo a pessoas apenas com conhecimentos de informática na óptica do utilizador. O programa de *software* não é uma aplicação única mas sim o conjunto de 3 aplicações informáticas, cada uma desempenhando o seu papel: o *Diploma*; o *Exam*; e o *Gradebook*.

O programa foi facultado através da editora *WH Freeman*, tal como foi mencionado anteriormente e foi apresentado no subcapítulo 3.3.4.b) O programa é desenvolvido pela companhia *WINBA, INC* e pelo grupo de pesquisa da *Brownstone*, sendo a licença de utilização da responsabilidade da editora. Os docentes têm que realizar um registo aquando do processo de instalação do programa no seu computador para uso pessoal.

A base de questões é da responsabilidade do *Diploma*, o qual tem no seu menu a possibilidade de iniciar a aplicação do *Exam*, no qual se pode elaborar um teste de avaliação com base nas questões que são seleccionadas. Os dados podem ser armazenados na aplicação do *Gradebook* que pode compilar os resultados das avaliações dos alunos, bem como pode ir calculando a classificação final dos mesmos. Na Imagem 3:26 tem-se uma visão inicial de cada um dos três programas referidos que, no seu todo, formam um pacote muito eficaz na compilação e organização de questões de avaliação, elaboração de testes e permite manter actualizado todo o processo de avaliação dos estudantes.

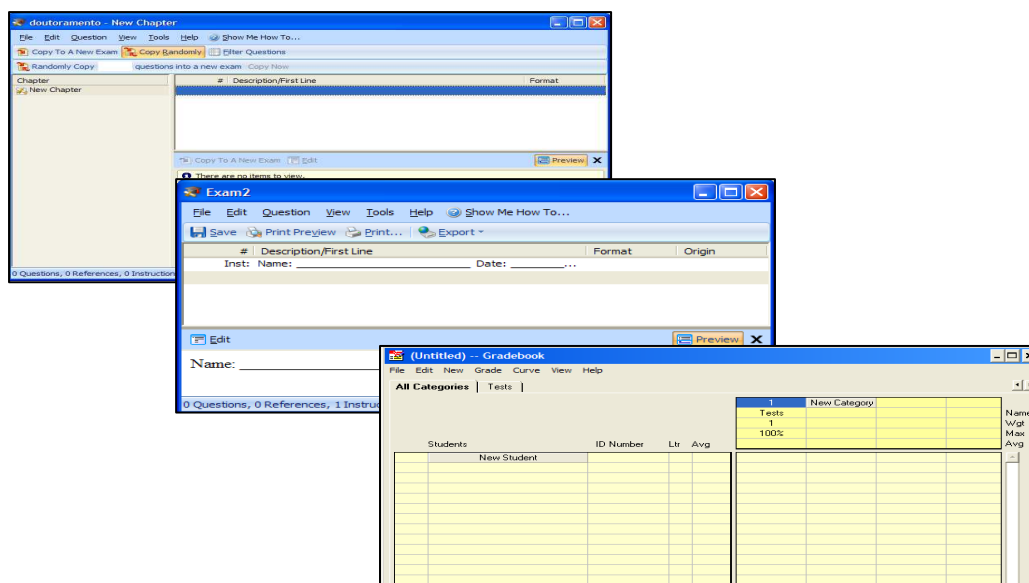
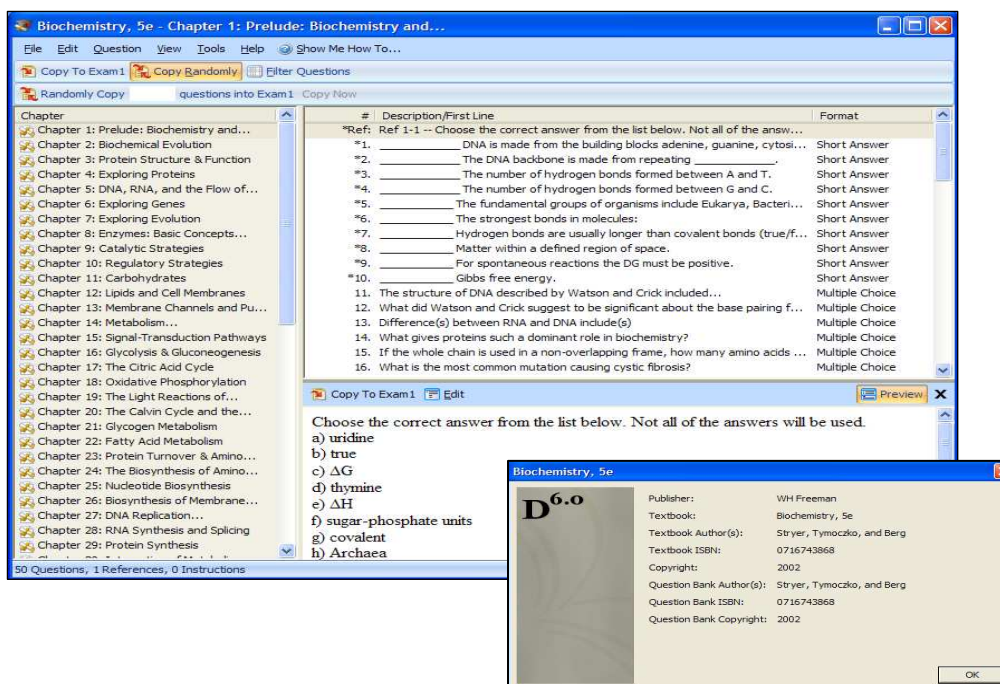


Imagem 3:26 – Início do programa de software com todas as suas aplicações: Diploma, Exam e Gradebook.

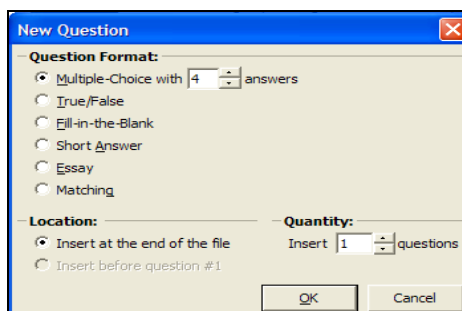
Tal como foi referido inicialmente neste capítulo, este pacote de software foi facultado por intermédio da LIDEL (editora portuguesa) como representante da *WH Freeman* em Portugal, dado que foi recomendado aos alunos o livro “*Biochemistry*” da referida editora. Os autores do livro também foram os responsáveis por elaborar cerca de duas mil questões de diferente natureza sobre os 39 capítulos que compõem o livro e que se encontram guardadas através do Diploma (ver Imagem 3:27), fornecendo ao docente um valioso material de trabalho, não só pelo facto das questões facultadas, mas principalmente pelo software que lhe é disponibilizado, permitindo-lhe otimizar o processo avaliativo dos seus alunos. É de lamentar apenas que as editoras portuguesas nas suas publicações não sigam o mesmo exemplo, fornecendo algum material de apoio ao docente e ao estudante, com especial valorização dos programas informáticos.



**Imagem 3:27 – Imagem da base de questões elaborada pelos autores do livro Biochemistry da WH Freeman, com a respectiva identificação.**

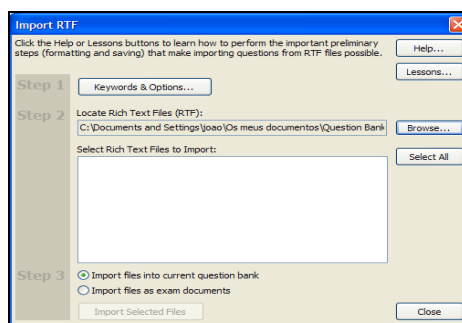
Tendo o docente à sua disposição este programa, pode aceder via *internet* a um centro de questões da responsabilidade da editora e pesquisar sobre possíveis actualizações das bases de questões que lhe foram facultadas, bem como averiguar se existem outras bases de questões disponíveis para usar nas suas unidades curriculares.

O docente pode querer ser ele próprio a aumentar ou criar bases de questões com novos casos, podendo inserir novos capítulos e novas questões. As questões existentes e as que podem ser criadas podem ser de diferente natureza (ver Imagem 3:28): escolha múltipla; verdadeiro ou falso; preencher espaços em branco; pequenas respostas; respostas de desenvolvimento; correspondências. Dentro de cada questão podem ser inseridas tabelas, imagens, equações (contém um editor de equações próprio), objectos OLE (ficheiros informáticos da mais diferente natureza) e ligações a sítios na *internet*.



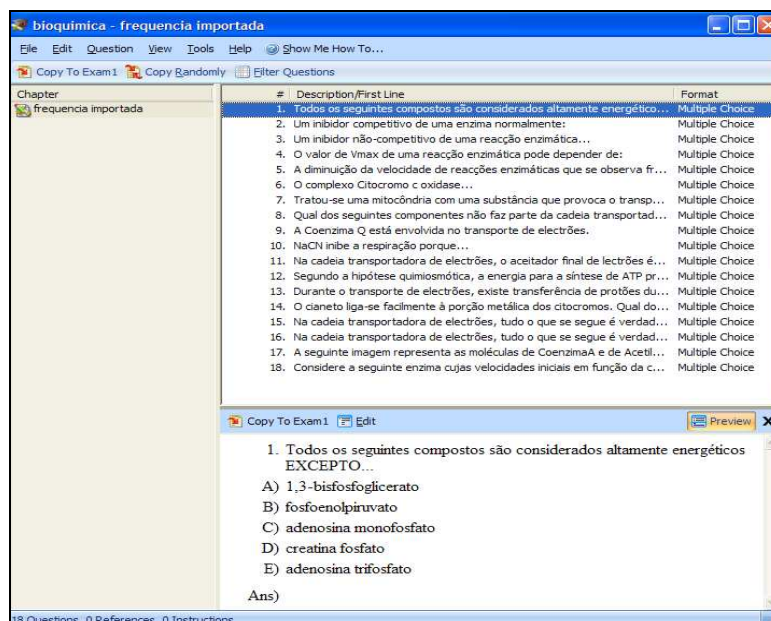
**Imagem 3:28 – Janela interactiva que surge ao criar uma nova questão dentro de um capítulo de um banco de questões**

No caso da maioria dos docentes, uma das maiores renitências, em começar a recorrer a esta ferramenta, envolve o tempo que demorariam a copiar todas as suas questões geralmente compiladas em ficheiros de processadores de texto (usualmente documentos Word). Existe uma opção de modo a facilitar todo esse processo, dado que o Diploma pode importar directamente as questões de ficheiros de processadores de texto (no formato *RTF – Rich Text Format*) apenas sendo necessário que as questões estejam devidamente indicadas e separadas entre si por alguns parágrafos.



**Imagem 3:29 - Janela interactiva que surge ao realizar a importação de questões sob diferentes formatos**

Pode-se ver seguidamente um exemplo de uma importação, partindo de uma frequência de Bioquímica aplicada aos alunos da ESALD-IPCB, após ter guardado uma versão do ficheiro informático sob a forma RTF. Através do programa Diploma, iniciou-se a importação das questões, seleccionando as opções tal como se mostra na Imagem 3:29 resultando o que se pode ver na Imagem 3:30.



**Imagem 3:30 – Resultado da importação de uma frequência realizada com os alunos de Bioquímica da ESALD-IPCB**

Da forma referida, foi possível inserir todas as questões já elaboradas ao longo de vários anos de docência das unidades curriculares de Química e de Bioquímica em bases de questões devidamente identificadas com as questões organizadas segundo as temáticas que avaliam. Depois de ter criado as bases de questões, recorre-se com muita frequência ao programa Diploma, ao longo do ano e à medida que vão surgindo novas questões, estas são inseridas directamente no programa, estando disponíveis para criar um teste de avaliação sempre que seja necessário.

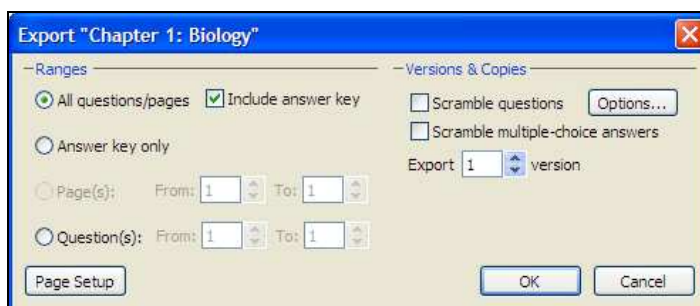
Com base no conjunto de questões criadas ou nas bases que foram facultadas com a bibliografia, podem exportar-se essas questões com duas utilizações possíveis:

- Exportação das questões para armazenamento ou partilha através de ficheiros informáticos que podem ser facilmente utilizados sem necessitar de ter instalado o programa diploma;
- Criação de testes (quer impressos em papel, quer através de um computador), recorrendo ao programa *Exam*, já referido neste capítulo.

Muitas vezes é necessário aceder às questões em computadores que não possuem este *software* instalado. Tendo as questões guardadas em ficheiro informático, com formatos mais comuns podem ser acedidos usando outros programas informáticos, tal como:

- Formato RTF, o qual pode ser utilizado em quase todos os computadores necessitando apenas de ter um editor de texto como por exemplo o *Microsoft Word*;
- Formatos HTML/XHTML, como uma página de *internet* estatística, perfeita para consultar as questões, necessitando de um navegador de *internet*, por exemplo *Internet Explorer*, *FireFox*, etc;
- Formatos DHTML/DXHTML característicos de testes de questões interactivos necessitando de um navegador de *internet*, por exemplo *Internet Explorer*, *Mozilla*, etc., que pode ser colocado num servidor e permitir o acesso aos alunos de modo a que estes realizem auto avaliações.

Para a exportação das questões em qualquer dos formatos mencionados, acedemos pela barra de ferramentas do programa **Diploma** à opção de exportação, dando a possibilidade de criar os diferentes formatos e de seleccionar apenas determinadas questões, bem como outras opções muito úteis, tal como podemos ver na Imagem 3:31.



**Imagem 3:31 – Janela de diálogo que aparece ao iniciar o processo de exportação de questões do programa informático Diploma.**

Para o docente criar uma prova de avaliação com as questões que deseja, através da aplicação informática *Exam*, incluindo as questões bem como as respostas para a prova, existem várias opções para o docente de como aplicar a prova aos seus alunos:

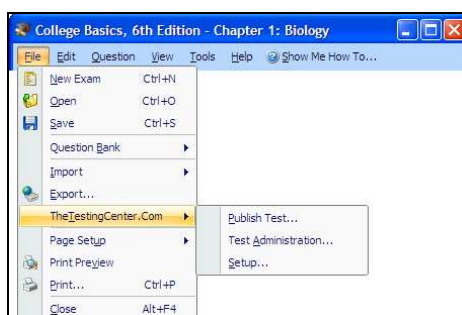
- Imprimir a prova em papel;
- Enviar para um processador de texto para posteriormente ser modificado.
- Colocar o teste online na *internet*, quer num servidor seleccionado pelo docente ou no centro dos testes (*TestingCenter*) dos criadores do programa (ver Imagem 3:32);
- Enviar o teste para uma LMS, criando geralmente um pacote de ficheiros que podem ser introduzidos no curso seleccionado. Está neste caso limitado às

seguintes plataformas *Blackboard LS 5*, *Blackboard LS 6 & 7*, *Blackboard LS CE 4 & 6* (anteriormente *WebCT CE*), *Blackboard LS Vista 3 & 4* (anteriormente *WebCT Vista*), *EDU 2.5+*, *MS QTI 1.2*, *WebCT 3* e *EDU 1*.

As questões de escolha múltipla e de verdadeiro ou falso podem ter a resposta correcta identificada pelo que essas questões podem ser corrigidas automaticamente quando for gerado um teste de avaliação a ser implementado através de uma LMS ou através de uma página interactiva na *internet*. Desta forma, os alunos podem ter uma percepção dos seus conhecimentos ao sujeitarem-se a auto-avaliações, podendo ver os seus resultados imediatamente.

Na eventualidade do docente não dispor de um servidor onde colocar os testes para os seus alunos realizarem, o programa permite-lhe colocá-los directamente num servidor da empresa que desenvolve o programa, o *TestingCenter* (ver Imagem 3:32) onde os testes gerados pelo programa Diploma podem ser colocados e geridos *online*. Para recorrer a esta funcionalidade é necessário possuir uma licença que permita o acesso ao *TestingCenter*.

No caso de recorrer ao *TestingCenter* ou usar uma LMS, há a possibilidade de os alunos resolverem directamente o teste num período de tempo estabelecido, ao fim do qual o teste é automaticamente encerrado. Algumas das questões podem ser automaticamente corrigidas e o docente ter parte da avaliação dos testes dos alunos. Caso seja esta a opção tomada, o docente pode recorrer à aplicação informática *Gradebook* para guardar os resultados das avaliações.



**Imagem 3:32 – Imagem indicativa do procedimento para realizar a ligação ao centro dos testes.**

### 3.4.3. Respondus

No decorrer da avaliação dos conteúdos facultados pelas editoras, em particular pela McGraw Hill através do seu livro “*Chemistry*” de *Raymond Chang*, deparamo-nos com uma base de questões com cerca de 2500 questões sobre os 25 capítulos do livro, possíveis de aceder via *internet* e que podem ser usadas pelos docentes que recomendam a referida obra aos seus alunos, mediante o programa informático *Respondus*.

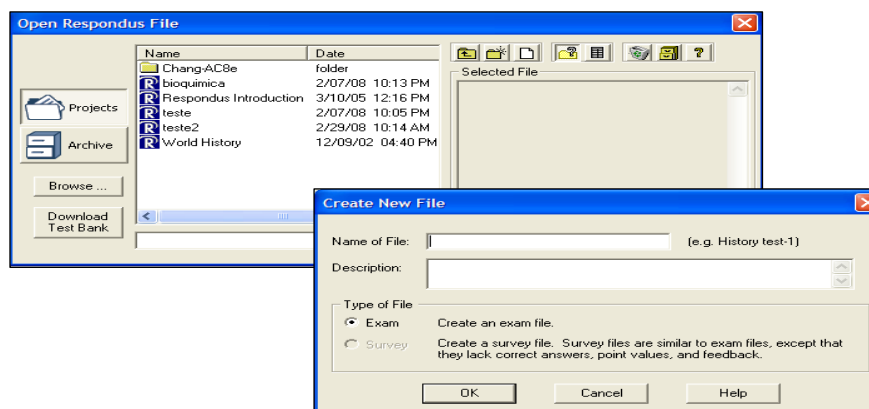
O programa Respondus existe em duas versões, a versão completa, sujeita a pagamento de uma licença, e uma versão gratuita designada por *Respondus LE (Light Edition)* que pode ser obtida directamente do sítio da *internet* da empresa que desenvolve este *software* ([www.respondus.com](http://www.respondus.com)). A versão completa é em tudo semelhante à versão LE, mas contém uma série de funcionalidades que não estão presentes na versão LE.

Através da versão gratuita é possível abrir e alterar as bases de questões existentes, criar novas bases de questões e criar testes de avaliação de diferente tipologia. A versão completa permite uma série de funcionalidades extra muito vantajosas como por exemplo a importação de questões de ficheiros originários de processadores de texto (ex. *Microsoft Word*), mas está sujeito ao pagamento de uma licença, o que inviabilizou um pouco a sua utilização. A versão completa foi utilizada apenas durante 30 dias, em modo de avaliação, sendo possível afirmar que se trata de um dos melhores programas referenciados neste trabalho, pela sua simplicidade e facilidade de utilização e por permitir definir aspectos que muitos dos outros programas semelhantes ainda não contemplam. Mesmo estando limitado ao uso da versão gratuita, dentro das funcionalidades disponíveis, este suplanta muitos dos programas disponíveis, em especial os que são apresentados nos capítulos seguintes e que são totalmente gratuitos no caso do seu uso ser direccionado ao ensino em instituições sem intuito lucrativo.

Ao iniciar o programa Respondus LE aparece uma interface permitindo seleccionar diferentes funcionalidades tendo forçosamente que se iniciar por se abrir ou criar um ficheiro do Respondus, é também apresentada a possibilidade de ir directamente para um *Wizard* que irá conduzir o utilizador na criação de um teste de avaliação.

Ao seleccionar as opções de abrir ou criar um ficheiro do Respondus vão surgir caixas de diálogo do programa de modo a seleccionar o ficheiro pretendido ou descrever o ficheiro a ser criado.

É possível ver na Imagem 3:33 a directoria **ChangAC8e** que foi facultada pela editora McGraw Hill contendo as questões para uso dos docentes como material de apoio à docência. São visíveis alguns ficheiros que foram criados pelos *docentes* envolvidos neste trabalho. Aquando da criação de um ficheiro aparece uma caixa de diálogo que se pode ver em seguida, sendo automaticamente guardada numa directoria do programa onde estão reunidos todos os ficheiros criados ou obtidos pela *internet*.



**Imagem 3:33 – Caixas de diálogo do programa Respondus LE que permitem abrirem uma base de questões (canto superior) ou criar uma base de questões (canto inferior)**

Tendo o docente realizado um registo do programa, indispensável para obter uma *password* para a instalação do *software*, pode em qualquer instante pesquisar no sítio da *internet* da empresa a existência de novos bancos de questões que possa utilizar nas suas aulas. Para tal é possível ver na imagem anterior um botão indicando: *Download Test Bank*.

Partindo de um ficheiro do *Diploma*, quer esteja vazio ou não, pode-se criar novas questões bem como alterar as já existentes. O programa admite questões de diferente tipo: escolha múltipla; verdadeiro ou falso; desenvolvimento; estabelecer correspondências; preencher espaços em branco; respostas múltiplas. O primeiro passo é o de seleccionar o tipo de questão a criar preenchendo seguidamente os campos respectivos, que especificam na questão quais as possíveis respostas e qual a resposta correcta, sendo possível atribuir uma ponderação à questão de forma a que ao criar um teste se possa seleccionar as questões não só pelas suas temáticas mas também pelo seu grau de dificuldade. O preenchimento das questões é feito directamente no quadro que aparece na imagem seguinte. Contudo, muitas vezes é necessário inserir tabelas, imagens, ficheiros, *links* para a Web, etc., pelo que basta colocar o cursor no campo a editar e seleccionar a opção de *Power Edit* iniciando-se uma janela com um processador de texto que permite realizar a edição do texto de uma forma mais fácil.

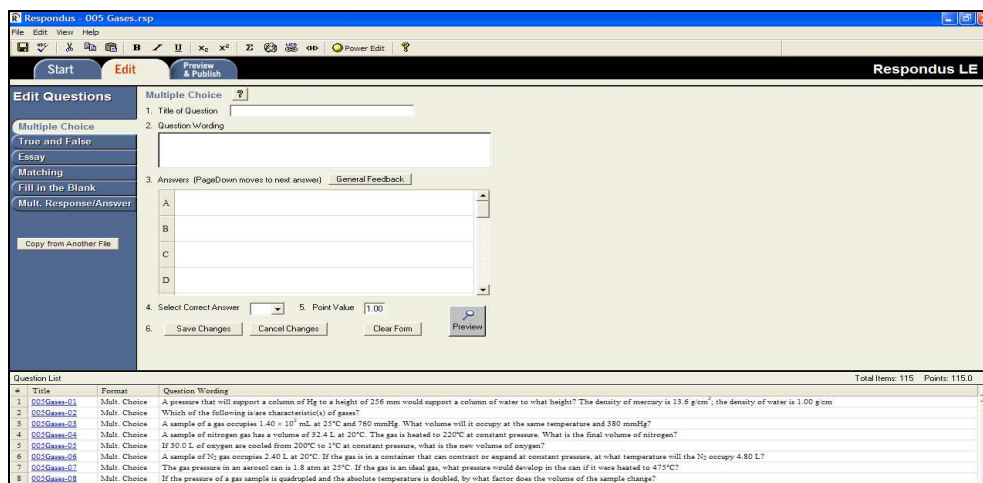


Imagem 3:34 - Imagem inicial do programa Respondus LE para editar as questões.

Na eventualidade de se introduzir algum erro, é sempre possível editar a questão, sendo mesmo possível alterar o seu tipo, como por exemplo modificar uma questão de escolha múltipla para uma questão de verdadeiro ou falso.

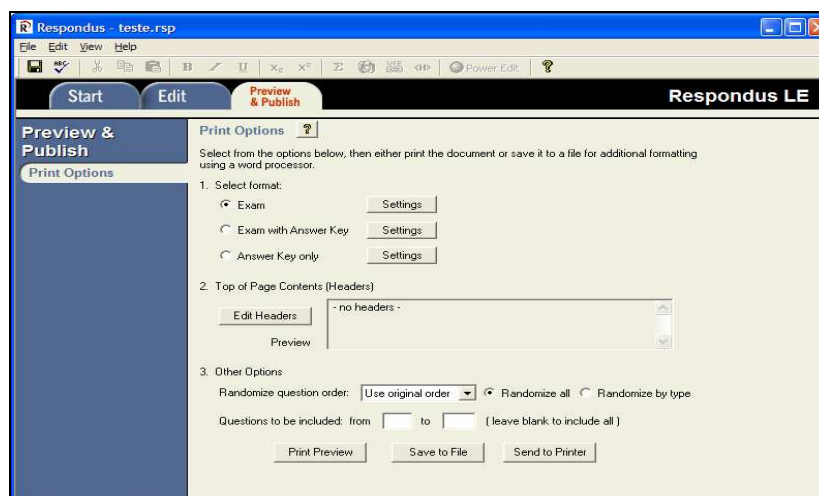
Trabalhando com a versão LE deste programa é apenas possível a criação de testes para serem impressos ou serem exportados para processadores de texto. Provas de avaliação baseadas em plataformas LMS ou em simples *sítios na internet* são apenas possíveis com versão completa.

Existem dois processos para a criação de testes. Ao iniciar o programa, aparece um ícone que nos direcciona para um *Exam Wizard*, mesmo sem ter aberto qualquer ficheiro do Respondus é possível seleccionar questões e criar um teste. O outro procedimento implica seleccionar as bases de questões que se deseja (ver Imagem 3:35) e ir através do *Preview and Print* criar o teste de avaliação.

As provas de avaliação, uma vez criadas, são guardadas pelo programa segundo um formato de ficheiros que apenas ele reconhece, podendo também exportar-se o referido teste segundo um formato electrónico reconhecível por processadores de texto.

Através do *Exam Wizard* pode-se criar um teste novo ou alterar um teste já existente, sendo possível realizar uma das funcionalidades mais interessantes deste programa que é a pesquisa e utilização de bases de questões criadas por outros docentes em todo o mundo e que vão sendo colocadas num computador (servidor) da responsabilidade da empresa que cria o programa, o denominado *Respondus Test Bank Network*. Possuindo uma ligação à *internet*, o programa *Respondus* liga-se automaticamente à rede das bases de questões e faz o *download* do material seleccionado de uma forma gratuita. Este facto permite a partilha

de conteúdos entre os docentes. Assim, nestas situações, os envolvidos vêm as suas bases de questões crescerem de uma forma quase exponencial.



**Imagem 3:35 - Imagem do Respondus LE para criar um teste e imprimi-lo.**

Na eventualidade do docente desejar criar um teste de avaliação utilizando as questões de um ficheiro e aceder às opções da impressão pode fazê-lo rapidamente utilizando o *Preview and Print* tal como se pode ver na Imagem 3:35. Pode criar um teste para ser impresso, já contendo ou não a sua resolução, com o cabeçalho que deseje e criando várias versões da mesma prova apenas por modificação da ordem das questões.

A versão LE destina-se principalmente a permitir um uso mais directo e simples sendo perfeitamente suficiente para o docente que apenas pretende guardar e gerir as suas questões e provas de avaliação de uma forma simples. No caso de docentes muito envolvidos na área do *e-learning*, a versão completa permite uma série de funcionalidades mais aprofundadas que requerem um domínio mais profundo de questões de ordem informática e da metodologia de ensino via *internet*.

São de salientar algumas áreas apenas abrangidas pela versão completa:

- Importação de questões de ficheiros produzidos por processadores de texto;
- Exportação de questões e testes sob algumas formas;
- Exportação de testes de avaliação em formato como HTML que permitem ser colocados *on-line* em servidores ou directamente em plataformas LMS permitindo a sua resolução pelos alunos via *internet*;
- Adicionar imagens e ficheiros multimédia.

### 3.4.4. HotPotatoes

#### a) Descrição

De todos os programas gratuitos, usados na avaliação dos alunos, o programa mais difundido é sem dúvida o *HotPotatoes*, estando já na sua versão 6.2. É uma versão totalmente gratuita para quem trabalhe para instituições de ensino públicas. A condição é que todo o material criado com o *HotPotatoes* esteja disponível num sítio da *internet*, acessível a quem o quiser, de modo a poder ser usado livremente, tendo a possibilidade de ser instalado em diversas línguas, entre elas o Português. Este programa de *software* é distribuído desde 1997, através da Empresa *Half-Baked Software Inc.* em associação com a Universidade de *Victoria (Humanities Computing and Media Centre)*. Este é um bom exemplo de produtos desenvolvidos entre o meio universitário e o meio empresarial e do qual resultam importantes avanços.

No nosso caso, não se recorreu a este programa por haver programas semelhantes facultados pelas editoras e já contendo questões dos autores dos livros recomendados nas unidades curriculares de Química e de Bioquímica. Outra das razões que nos afastou deste programa foi a sua complexa e difícil forma de trabalhar comparativamente com os restantes programas disponíveis. Contudo não poderíamos deixar de mencioná-lo dado tratar-se de uma referência neste tipo de aplicação informática.

Ao permitirem uma utilização gratuita da aplicação informática, na condição de haver uma partilha dos conteúdos criados, os criadores deste programa encaram-no como um revista científica ou mesmo uma Conferência, pois permite a partilha de conhecimentos, o que contribui para o desenvolvimento das áreas científicas envolvidas.

O programa tem como propósito a criação de testes de avaliação, em especial os testes interactivos, que podem ser colocados na *internet* (num servidor ou numa LMS) podendo ser acedidos por qualquer aluno que possua uma ligação à *internet*. Para permitir esta interacção por parte dos alunos e colocar os testes na *internet*, o programa utiliza um editor HTML e *JavaScript*. Contudo, o utilizador não necessita de conhecer quaisquer linhas de código, pois através de uma interface gráfico vai sendo apenas pedido ao utilizador que seleccione a informação pertinente, como questões, respostas, etc. Caso o utilizador registado não possua um servidor onde colocar os seus testes, pode recorrer ao servidor da *HotPotatoes* ([www.hotpotatoes.net](http://www.hotpotatoes.net))

O *HotPotatoes* funciona conjugando cinco simples programas, estando associados com um tipo de questão. Desta forma, tem-se:

- *JQuiz* – cria questões de quatro tipos distintos, incluindo escolha múltipla e pequenas respostas abertas, podendo fornecer informação sobre as respostas correctas, incorrectas e respostas de distração. Nas questões de resposta aberta, o aluno pode ser conduzido até atingir a sua resposta;
- *JCloze* – cria questões para preencher espaços em branco com a palavra ou expressão correcta, podendo ser disponibilizadas aos alunos hipóteses quanto à palavra em falta, ou uma pista em cada espaço vazio. Após serem respondidas as questões, podem ser automaticamente corrigidas e avaliadas segundo a ponderação estipulada pelo docente, podendo essa informação ser disponibilizada ao aluno;
- *JCross* – cria um “jogo” de palavras cruzadas em que as pistas são as questões, podendo ter virtualmente uma grelha de qualquer dimensão. Tal como o *JQuiz* e o *JCloze*, tem a possibilidade do aluno pedir uma pista quanto à resposta;
- *JMix* – cria questões em que são apresentadas palavras misturadas que é necessário ordenar, podendo admitir diversas respostas correctas, cada uma com a sua pontuação. Possui também a possibilidade de pistas de ajuda para os alunos;
- *JMatch* – cria questões onde é necessário ordenar algo (palavras, letras, expressões, etc.) ou questões para estabelecer uma correspondência .

Existe um sexto programa denominado *Masher* utilizado para criar unidades de avaliação contendo diferentes materiais numa simples operação, como por exemplo a criação de uma série de exercícios distintos sobre uma determinada temática. Outra funcionalidade do *Masher* é a de permitir colocar no servidor da *HotPotatoes* não só os ficheiros elaboradas pelo programa bem como permitir colocar nesse servidor páginas elaboradas por outros programas, as denominadas *Authoring Tools*.

## **b) O programa JQuiz**

Dos 5 programas iniciais referidos e que constituem o núcleo do *HotPotatoes*, o *JQuiz* é talvez aquele a que mais se recorra pois cria os quatro tipos de questões mais utilizadas nos testes de avaliação: escolha múltipla; resposta curta; híbridas (de resposta

aberta que se transforma em escolha múltipla após algumas tentativas); e múltipla selecção (onde o aluno tem de seleccionar algumas de uma série de opções).

Apesar da aparente diferença entre os 4 tipos de questões que o *JQuiz* gera, todas elas são definidas na mesma interface (ver Imagem 3:36) podendo ver-se que o aspecto gráfico é mais rudimentar face aos programas congéneres de cariz comercial. Permite no entanto, realizar tudo o que os outros fazem, desde inserir todo o tipo de informação na elaboração das questões, até exportar as questões para um LMS.

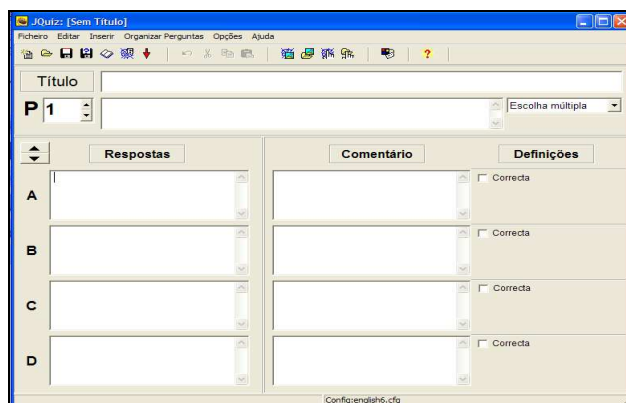


Imagem 3:36 – Imagem que surge ao criar uma questão do tipo Jquiz.

As questões de escolha múltipla apresentam um aspecto como o que se pode apreciar na Imagem 3:37, tendo o aluno de escolher uma das respostas. De imediato, o aluno obtém uma resposta do sistema, indicando se realizou a escolha correcta ou incorrecta, sendo a avaliação da questão ponderada com o número de tentativas que o aluno necessitou para atingir o resultado correcto. Desta forma, no caso apresentado na imagem, se o aluno necessitasse de três tentativas para seleccionar a opção C não teria qualquer cotação nesta questão assumindo-se que não conhecia a matéria em avaliação. Se o aluno seleccionasse, na primeira tentativa, a opção C teria de imediato a cotação máxima da questão, podendo também tentar as outras opções para poder ler as indicações que seriam dadas em caso de erro.

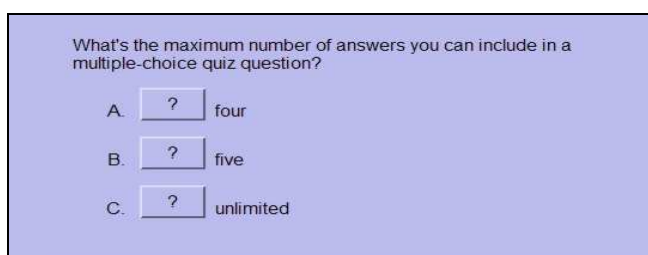


Imagem 3:37 – Exemplo de uma questão de escolha múltipla criada com o Jquiz, retirada dos exemplos que o HotPotatoes apresenta.

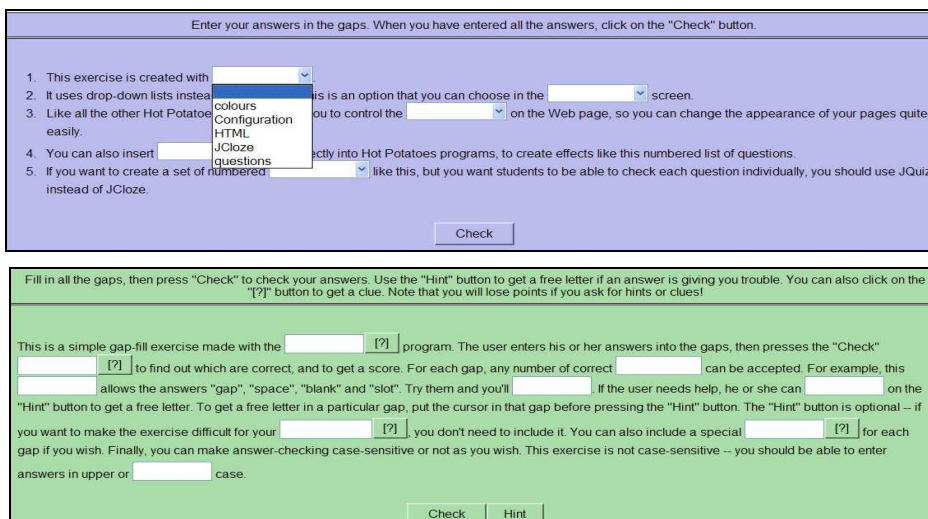
Nas respostas curtas, o aluno tem que escrever a resposta numa caixa de texto que irá comparar com uma lista de respostas correctas e incorrectas definidas pelo docente. Se for encontrada uma correspondência entre a resposta do aluno e alguma das possibilidades admitidas pelo docente, aparecerá uma mensagem indicando se a resposta está certa ou não. A avaliação da questão é feita com base no número de tentativas que o aluno necessitou para atingir a resposta correcta.

Numa questão híbrida combina-se a escolha múltipla com a resposta curta. Sendo apresentada inicialmente como uma resposta curta, se o aluno não conseguir responder num determinado número de tentativas, é automaticamente convertida numa pergunta de escolha múltipla.

As questões de múltipla selecção implicam que o aluno seleccione um conjunto de aspectos que se enquadrem dentro da resposta correcta. Poderia pensar-se nestas questões como questões de escolha múltipla mas é que não há uma única resposta, mas sim um conjunto de aspectos que têm de ser considerados de modo a considerar a resposta correcta.

### **c) O programa JCloze**

Este programa gera questões contendo espaços em branco para preencher com texto ou com opções predefinidas que se expandem no espaço em branco (ver exemplos na Imagem 3:38). O procedimento para gerar uma questão desta natureza é bastante simples basta ir introduzindo o texto e ir identificando onde se encontram as lacunas, havendo a possibilidade de definir se são apresentadas possíveis respostas para preencher os espaços.

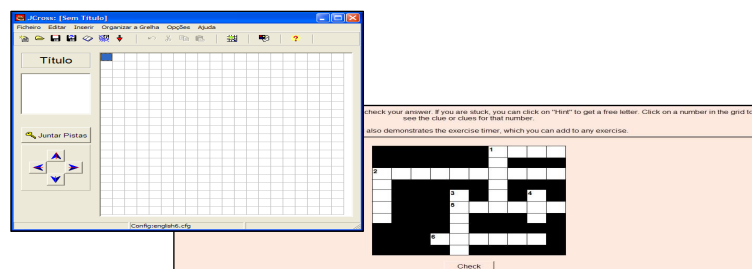


**Imagem 3:38 - Exemplo de uma questão de preencher os espaços, criada com o JCloze, retirada dos exemplos que o HotPotatoes apresenta**

### d) Os programas JCross, JMix e JMatch

Os restantes programas do *HotPotatoes*, o *JCross*, o *JMix* e o *JMatch* criam questões que não são muito utilizadas, em especial no ensino superior, mas podem tornar-se bastante úteis permitindo realizar alguns exercícios cujo intuito seja mais o de num ambiente mais descontraído, os alunos responderem a algumas questões. Ao associar, por exemplo, palavras cruzadas com um momento avaliativo, pode-se minimizar um pouco o nervosismo dos alunos, permitindo-lhes demonstrarem os seus conhecimentos fora de um ambiente de questões a que estão habituados.

A utilização destes três programas pode revelar-se de bastante utilidade em momentos de auto avaliação do aluno. Se forme aplicados durante os momentos avaliativos finais das unidades curriculares pode-se ainda estar a sobrecarregar os alunos com um nervosismo extra por os colocar perante questões que privilegiam a interpretação gráfica da questão em vez dos conceitos teóricos subjacentes.



**Imagem 3:39 - Imagem que surge ao criar uma questão do tipo JCross e um exemplo de uma questão criada retirada dos exemplos que o HotPotatoes apresenta**

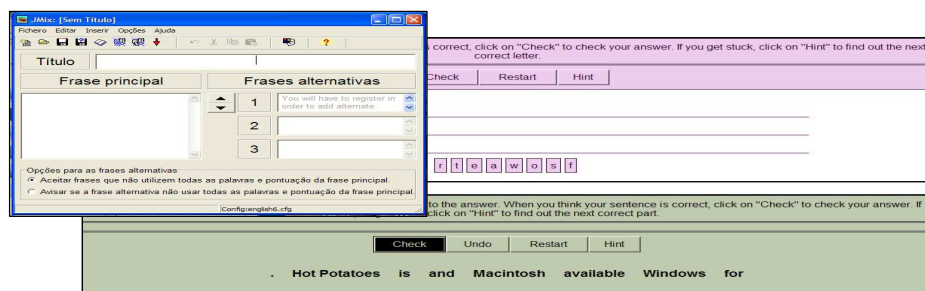


Imagem 3:40 - Imagem que surge ao criar uma questão do tipo JMix com dois exemplos de questões de colocar na ordem correcta retiradas dos exemplos que o HotPotatoes apresenta

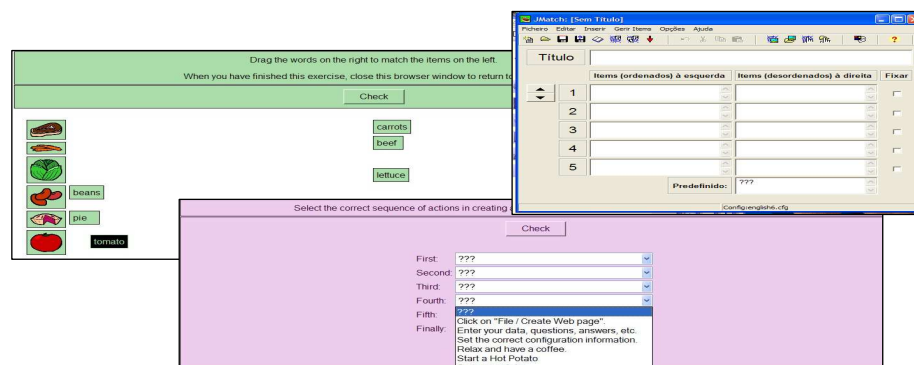


Imagem 3:41 - Imagem que surge ao criar uma questão do tipo JMatch, e dois exemplos de questões retiradas dos exemplos que o HotPotatoes apresenta

## e) O programa Masher e o HotPotatoes Net Server

Um dos principais problemas do *HotPotatoes* é que as questões são agrupadas pelo tipo de questão, segundo os cinco programas descritos, e na docência o principal interesse é o de agrupar as diferentes questões pela temática abordada. Para solucionar esta necessidade foi criado o *Masher* que é uma aplicação que compila automaticamente diferentes questões geradas por um dos cinco programas iniciais do *HotPotatoes*, congregando-os numa única unidade sob a forma de um ficheiro HTML, tendo as questões todas a mesma apresentação e aspecto gráfico.

Ao congregar questões de diferente tipo numa unidade sobre um determinado assunto, através de um ficheiro HTML, é possível a colocação deste mesmo ficheiro em plataformas LMS, permitindo a sua resolução aos alunos desde que possuam uma ligação à *internet*. Se o docente não possuir um servidor, pode alojar os seus ficheiros no servidor da *HotPotatoes (HotPotatoes Net Server)* mediante uma licença de utilização paga. Podem ser colocados ficheiros no servidor da *HotPotatoes* em termos de experiência, ficando apenas guardados por uns dias após os quais são eliminados. Para se ter acesso permanente ao

servidor e garantia de que os ficheiros estão sempre disponíveis e guardados, é necessário adquirir a licença de utilização

A aplicação informática do *Masher* já é considerada, pela empresa que a desenvolveu, como uma ferramenta de utilização profissional, pelo que ao instalar o *HotPotatoes* e conseqüentemente o *Masher*, este está limitado a criar unidades de exercícios com o máximo de 3 páginas. Os utilizadores com maiores necessidades têm que possuir uma chave de acesso apenas facultada a quem possuir uma licença comercial deste *software*. Esta pode ser obtida pelo sítio da *internet* da empresa: <http://www.halfbakedsoftware.com>

### 3.4.5. Aplicabilidade dos programas geradores de testes de avaliação

Dos três programas apresentados, actualmente o mais utilizado pelo docente é sem dúvida o *DIPLOMA*, uma vez que cobre todas as necessidades e está disponível sem qualquer limitação. O programa *RESPONDUS* continuou a ser utilizado esporadicamente como fonte de inspiração de questões para a unidade curricular de Química. Não podem ser usadas directamente as questões que acompanham o livro de “Química” de *Raymond Chang*, uma vez que se encontram em inglês, apesar de existir a versão portuguesa do livro.

Quanto aos programas totalmente gratuitos, como o caso do *HotPotatoes*, a sua utilização não é tão fácil nem tão amigável (menos *user friendly*) e apresentam menos funcionalidades, algumas delas bastante importantes, como a possibilidade de importar e exportar as questões.

Actualmente está construída a base de questões das diferentes unidades curriculares leccionadas pelo docente, contendo todas as questões que o docente havia criado ao longo de vários anos de docência e se encontravam dispersas pelos enunciados dos exames, frequências e testes. Houve necessidade de despender algum tempo (uma tarde) para que todas as questões da autoria do docente fossem compiladas e importadas para o programa *DIPLOMA* ficando desta forma todo esse material reunido numa única directoria de fácil e rápido acesso.

Ao criar provas de avaliação recorrendo ao *DIPLOMA*, o docente tem acesso instantâneo a todas as suas antigas questões, sendo livre de as usar novamente em conjunto com novas questões criando um teste em poucos minutos, em vez de demorar cerca de uma hora, caso pretendesse criar um teste sem recurso a este programa. Este

programa tem uma funcionalidade que permite poupar imenso tempo, permitindo criar diferentes versões da mesma prova ao alterar a ordem das questões e dentro das questões, alterar a ordem das possíveis respostas.

Como exemplo de utilização do *DIPLOMA*, pode-se apresentar o teste autodiagnóstico (ver Anexo 7) descrito no subcapítulo 4.4. criado para avaliar a real contribuição dos conteúdos multimédia no estudo dos alunos e permitir também aos alunos terem uma real percepção sobre a forma como seu estudo estava a ser feito.

Para elaborar o teste de autodiagnóstico, o docente recorreu à sua base de questões da unidade curricular de Bioquímica I (ver Imagem 3:42) na qual as diferentes questões estão separadas por capítulos, de acordo com o programa da unidade curricular, tendo desta forma à sua disposição cerca de três centenas de questões. Uma vez que o teste foi realizado na quinta semana lectiva, apenas foram utilizadas questões dos três primeiros capítulos: proteínas; nucleotídeos; glúcidos.

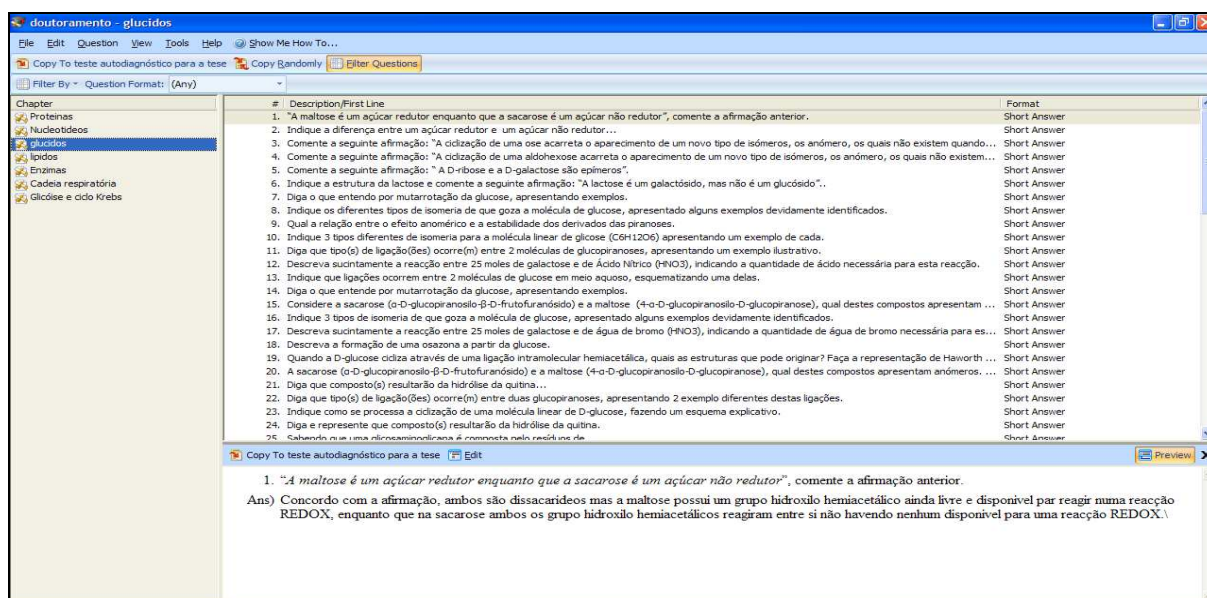


Imagem 3:42 – Base de questões de Bioquímica I

Rapidamente foram seleccionadas dez questões com as quais foi criado no programa *EXAM* o teste de auto diagnóstico, tal como se pode ver na Imagem 3:43. Uma vez criado o teste, existem diversas possibilidades de utilização podendo destacar-se as seguintes: exportá-lo para o *TestingCenter*; enviá-lo para uma plataforma LMS (*Blackboard*, *Moodle*, etc.); ou apenas exportá-lo para um processador de texto (*Microsoft Word*) de forma a ser impresso e entregue aos alunos uma versão em papel.

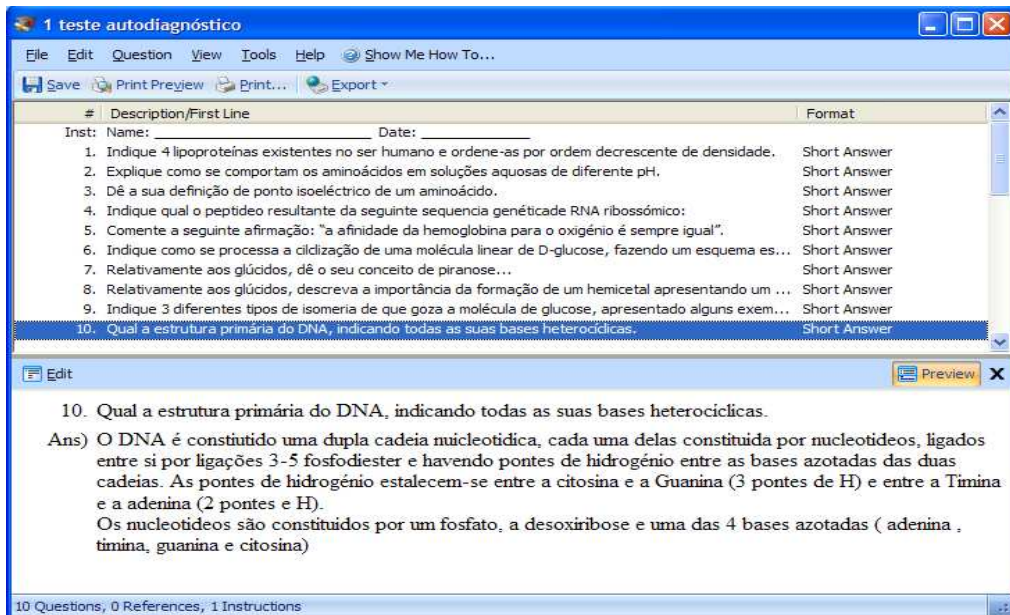


Imagem 3:43 – Questões seleccionadas para criar o teste autodiagnóstico.

Uma vez que a exportação do teste para plataformas LMS ou outras aplicações localizadas em servidores e acessíveis pela *internet* implica ter salas de informática disponíveis para todos os alunos realizarem a prova, para permitir a autenticação do utilizador, não foi possível realizar o teste desta maneira. Assim, optou-se por exportar a prova para o *Microsoft Word* (ver Imagem 3:44) e fazer uma versão impressa do mesmo (Anexo 7), sendo aplicada aos alunos em sala de aula.

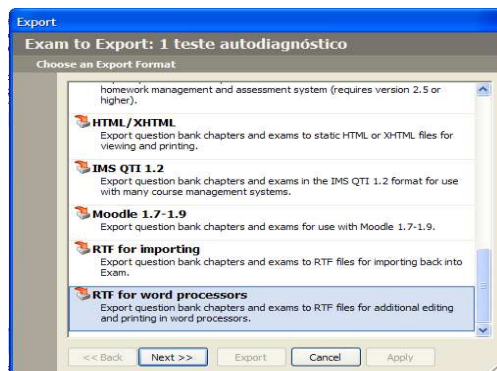


Imagem 3:44 – Caixa de diálogo do programa DIPLOMA para exportar o teste criado para o formato compatível com o *Microsoft Word*.

Os programas descritos anteriormente têm ainda outras funcionalidades que ainda não estão a ser implementadas, como o caso de permitir aos alunos mediante a plataforma de *e-learning* ou o *TestingCenter*, obterem provas para irem resolvendo no final das quais

---

podem ter a respectiva cotação, dado que algumas questões podem ser corrigidas pelo computador.

Ainda que este aspecto tenha sido tido em conta e tenha sido incluído no Inquérito 1 (ver Anexo 8) cujas respostas dos alunos indicaram esta funcionalidade como **muito importante** no seu estudo (ver Tabela 3) não foi possível implementá-la, por limitações informáticas a nível da sala de informática para os alunos e limitações na plataforma de *e-learning* do IPCB.

### 3.5. Plataforma de E-learning – Teleformar

#### 3.5.1. Introdução

Conhecidas em Portugal, entre outras designações por Plataformas Electrónicas de Ensino, mas internacionalmente conhecidas por LMS (*Learning Management Systems*) ou VLE (*Virtual Learning Environment*) começaram por ser desenvolvidas como forma de organizar cursos inteiramente baseados na *internet* (*e-learning*) sendo hoje em dia muito utilizados para complementarem o ensino presencial em sala de aula (*B-learning*).

Existem algumas LMS desenvolvidas desde a década de 90 sendo as mais conhecidas internacionalmente a *BlackBoard*<sup>25, 117, 207, 208</sup>, a *WebCT* e a *Moodle*<sup>17, 24, 209</sup> que foram adoptadas por algumas Universidades e Institutos Politécnicos em Portugal. Contudo algumas instituições de ensino Superior optaram por adquirir outras plataformas menos conhecidas, mas que apresentam igual ou melhor qualidade. Este foi o caso do Instituto Politécnico de Castelo Branco que adquiriu em 2005 uma licença de utilização da LMS desenvolvida pela empresa TELEFORMAR (ver Imagem 3:45). A escolha de uma LMS por parte de uma instituição prende-se com factores como as características técnicas, os custos de aquisição e manutenção, assistência técnica, facilidade de utilização, compatibilidade com outras plataformas (por exemplo secretarias electrónicas). Comparando os factores mencionados, cada plataforma tem os seus pontos fortes e fracos. No cômputo geral, os responsáveis do IPCB consideraram que a opção mais favorável era a plataforma da TELEFORMAR.

A empresa TELEFORMAR concebeu a sua LMS inicialmente para cursos de formação profissional, estando estruturada segundo uma concepção de cursos de pequena duração, com algumas características dos cursos profissionais. Desta forma, e desde a sua aquisição, tem havido uma estreita colaboração entre os coordenadores da plataforma no IPCB e a empresa TELEFORMAR de forma a incluir ou modificar determinados aspectos. Estando a empresa sediada em Condeixa-a-Nova é fácil e célere o contacto entre a empresa e o IPCB. No caso de se tratar de uma LMS como a *Blackboard*, a adaptação da plataforma às necessidades específicas do IPCB não seriam possíveis. Se se tivesse recorrido ao *Moodle*, ainda que gratuito, implicava a existência de uma equipa de informáticos no IPCB que dominasse esta plataforma para a modelar às suas necessidades.



**Imagem 3:45 - Página inicial da LMS adquirida pelo IPCB à empresa TELEFORMAR**

Relativamente às funcionalidades da plataforma da TELEFORMAR, comparativamente com as congéneres no mercado informático, podemos afirmar que se encontra ao nível das melhores. No entanto como qualquer aplicação informática, tem de estar em constante melhoria por parte dos seus criadores, para se manter no mesmo patamar de qualidade e serviço prestado. Uma vez que foi totalmente desenvolvida por uma equipa de informáticos pertencentes à empresa e construída segundo uma concepção modular, pode ser em qualquer altura actualizada ou modificada com extrema rapidez e eficiência.

Como podemos ver na imagem anterior, a plataforma da TELEFORMAR tem um aspecto gráfico específico para o IPCB, com pequenas alterações entre as seis Escolas Superiores que o constituem. Cada escola tem as suas características particulares, pelo que foi possível adaptar a plataforma às necessidades de cada Escola dada a relação de proximidade entre o IPCB e a TELEFORMAR. Constantemente os utilizadores da plataforma detectam aspectos que necessitam de ser modificados ou adicionados, e então são prontamente comunicados à empresa de forma a serem analisados as sugestões. Esta relação é muito vantajosa para a empresa que, desta forma, vê a sua plataforma cada vez mais completa e funcional, superando muitas das comercializadas actualmente, e dando à TELEFORMAR alguma vantagem comercial face aos seus concorrentes.

### 3.5.2. Função da plataforma no IPCB

Os responsáveis pelo IPCB, conscientes das modificações no sistema de ensino superior, pretendem manter-se actualizados, de forma a prestar um ensino de qualidade em todas as suas Escolas. Com esse intuito, adquiriram em 2005 a licença da LMS da empresa TELEFOMAR. Desde o início estavam muito claras as possibilidades e as responsabilidades que uma ferramenta desta natureza acarreta, ao permitir uma interacção sem precedentes entre os alunos e os docentes e, desta forma, estimular o processo de aprendizagem nos alunos. Isto implica, por parte da instituição, criar condições para ser utilizada quer pelos alunos quer pelos docentes, tendo estes que se actualizarem nas suas competências informáticas e verem assim o seu trabalho acrescido.

O IPCB, como instituição de Ensino Superior em Portugal, está principalmente vocacionado para o ensino presencial. Desta forma não seria muito fácil nem proveitoso transitar para um sistema puramente de *E-learning*. Assim, a plataforma tem como objectivo ajudar os alunos e docentes, como um complemento ao ensino presencial em sala de aula, falando-se neste caso de *Blended-learning*. A plataforma pode ser acedida em qualquer ponto através de uma ligação à *internet* e em qualquer instante, permitindo que seja utilizada pelos docentes durante as aulas ou utilizada pelos alunos fora dos seus horários lectivos.

A plataforma não é mais que um programa que armazena alguns ficheiros dos docentes contendo alguns conteúdos e os disponibiliza de uma forma controlada aos alunos que estejam autorizados. Trata-se de uma ferramenta onde podem ser colocados conteúdos que ajudam no processo de ensino/aprendizagem, mas a sua maior valência é a de permitir uma comunicação entre todos os envolvidos, mesmo fora do espaço físico da sala de aula. As LMS vieram aumentar de forma drástica a interacção entre aluno e docente e a interacção entre os alunos, com melhoria na qualidade de ensino.

A colocação de conteúdos nas LMS está limitada, devido à incapacidade dos sistemas em gerir ficheiros de grande dimensão e devido a uma largura de banda insuficiente para suportar múltiplos utilizadores a aceder a conteúdos informáticos com alguma dimensão. Uma ferramenta com a finalidade de armazenar grandes quantidades de informação, sempre acessíveis aos alunos e docentes, é um *LCMS - Learning Contents Management System* (ver Anexo 2)

### 3.5.3. Utilizadores da plataforma no IPCB- ESALD

Na plataforma existem diferentes níveis de utilizadores, com diferentes permissões e obrigações: os alunos; os docentes; os coordenadores; os administradores.

Aos alunos, a plataforma permite não só um contacto extra aula com o docente mas também lhes permite interagirem entre si, em especial aquando da realização de trabalhos de grupo, podendo estabelecer uma comunicação síncrona ou assíncrona, respectivamente, através do *Chat Room* e dos *emails*. Outra funcionalidade muito importante para os alunos é a possibilidade de poderem guardar trabalhos na plataforma, em especial quando se trata de trabalhos em grupo em que é necessária a colaboração de todos. Infelizmente a maioria dos alunos recorre à plataforma com o intuito de retirar ficheiro disponibilizados pelo docente e que possam complementar o seu estudo.

A plataforma permite aos docentes estabelecer uma relação com os alunos que ultrapassa os limites físicos da sala de aula e permite aos alunos interagirem entre eles, mesmo fora dos seus horários lectivos, estando em espaços físicos distintos. Mas tudo isto tem um preço elevado, em especial para os docentes que não criem regras rígidas de utilização destas ferramentas, regras que devem aplicar aos alunos e a eles próprios, sob pena de verem todo o seu tempo usurpado pelo trabalho. A plataforma serve aos docentes como uma extensão da aula presencial, e se o docente não usar limites, poderá ter alunos a tentar contactá-lo a um domingo ou a meio da madrugada na expectativa de ter uma resposta rápida ao seu problema. Em situações de não impor limites e regras, os alunos consideram que ao terem esta ferramenta ao seu dispor, também têm sempre ao seu dispor o docente, e se ele não cumprir com as expectativas criadas pelos alunos, ainda que descabidas e infundadas, é automaticamente rotulado de mau professor pelos alunos.

É da responsabilidade do docente criar conteúdos ou adaptar conteúdos para colocar na plataforma, dado que na ausência física do docente, o aluno tem de ter acesso a material didáctico auto-suficiente, como o caso das aulas multimédia apresentadas neste trabalho. Este processo de criação de conteúdos adequados a esta realidade é bastante custoso em termos de investimento pessoal dos docentes e investimento financeiros das instituições, e se faltar algum destes investimentos, fica comprometida a essência dos conteúdos das plataformas LMS.

### 3.5.4. Coordenação da Plataforma

Das funções do coordenador pode-se salientar as seguintes:

- Criar os cursos (unidades curriculares) com as respectivas acções (anos lectivos);
- Autenticar um utilizador como docente e associá-lo às unidades curriculares a que esteja ligado,
- Fazer reuniões periódicas com os restantes coordenadores do IPCB;
- Fazer reuniões com a empresa TELEFORMAR para indicar alterações a realizar;
- Incentivar o uso da plataforma por parte dos alunos e docentes;
- Realizar acções de formação para os docentes e alunos para explicar como utilizar a plataforma;
- Realizar acções de formação para os docentes para explicar como criar conteúdos para a plataforma;
- Monitorizar a importação dos dados da plataforma da secretaria electrónica para a plataforma de *E-learning*;
- Frequentar acções de formação sobre a generalidade do *B-learning* e ensino interactivo para implementar no IPCB algumas dessas metodologias.

### 3.5.5. Sala de aulas virtual

São muitas as condicionantes para uma boa utilização de uma LMS. Mais do que os meios, é necessária a boa vontade de todas as partes para se poder implementar um processo de ensino assistido por plataformas LMS.

Quando um aluno acede à plataforma e selecciona a unidade curricular que pretende consultar, depara-se com a chamada sala de aula virtual (ver Imagem 3:46) e tem à sua disposição uma série de funcionalidades pensadas para o ajudar no seu estudo. É necessário recordar que o docente trabalha única e exclusivamente como um intuito, o de transmitir os seus conhecimentos e que, neste processo, o aluno aprenda. O aluno é a razão de existirem os docentes e ferramentas como as LMS.

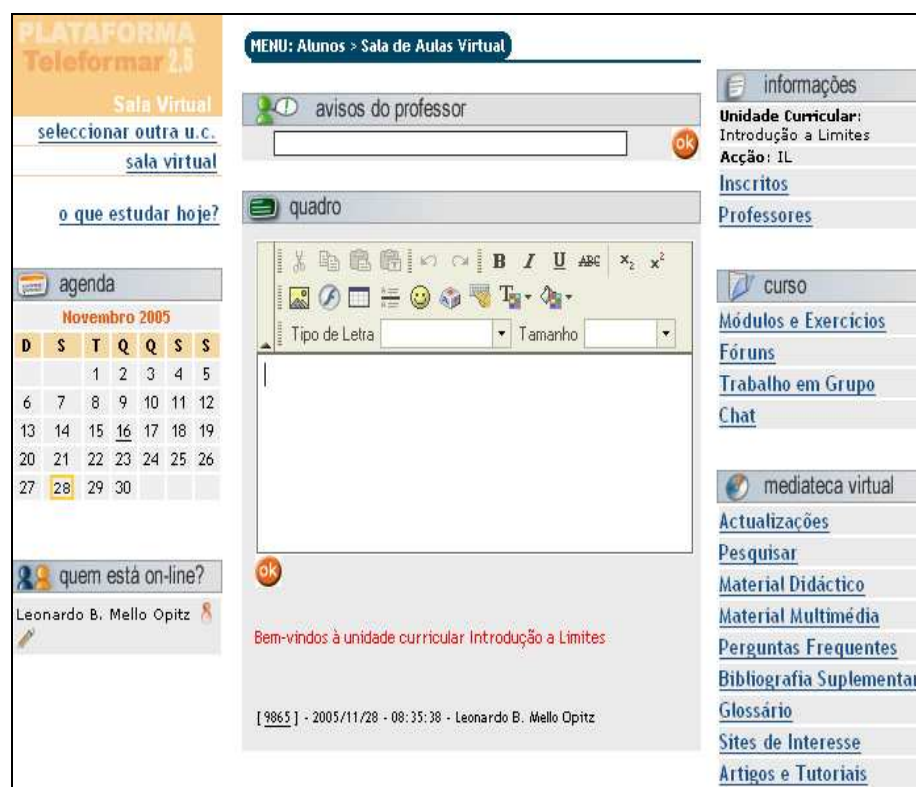


Imagem 3:46 – Sala de aula virtual para uma determinada unidade curricular, à qual o aluno acede após ter autenticado o seu acesso à plataforma e seleccionado a unidade curricular desejada.

As funcionalidades existentes na Sala de Aula Virtual são:

- **Inscritos** - terá acesso à lista de alunos que estão inscritos nesta unidade curricular;
- **Professores** - terá acesso à lista dos professores desta unidade curricular.
- **Módulos e Exercícios** - permite o acesso à listagem dos módulos da unidade curricular e à sua utilização, enunciados de exercícios para realizar e enviar para o professor;
- **Trabalho em Grupo** - permite o acesso à área de trabalho em grupo, onde os alunos podem trabalhar em equipa, trocar ficheiros e ideias;
- **Chat** – sistema de *chat* síncrono<sup>200</sup> em HTML (funciona mesmo com *firewall* e *proxys*);
- **Actualizações** – acesso às actualizações realizadas nos últimos 4 dias; Permite ainda efectuar pesquisas por palavra-chave na mediateca virtual;
- **Material Didáctico** – material escrito de apoio aos módulos (em formato Doc e Pdf), para *download*, consulta e impressão;

- **Material Multimédia** – pequenas animações, vídeos, sons, etc. que servem de apoio aos módulos;
- **Perguntas Frequentes** – resposta às perguntas frequentes sobre a unidade curricular;
- **Bibliografia** – listagem de obras para leitura complementar;
- **Glossário** – significado de alguns termos específicos/ técnicos utilizados nas unidades curriculares;
- **Sites de Interesse** – *links* para páginas da *internet* com conteúdos de interesse, para a unidade curricular;
- **Artigos e Tutoriais** – artigos e material informático (vídeos) de apoio às aulas;
- **Mensagens** dos intervenientes na unidade curricular. Por defeito, as mensagens apresentadas a vermelho pertencem ao professor, e as mensagens a azul aos alunos. No caso de enviar a mensagem sem querer, ou verificar que não é o que queria dizer, pode editá-la, carregando para o efeito sobre o número da mensagem que se encontra no canto inferior esquerdo da mesma;
- **Seleccionar Curso** – permite-lhe seleccionar a unidade curricular (ou unidade curricular onde se encontra inscrito) que pretende estudar;
- **Sobre o Curso** – informações várias sobre a unidade curricular seleccionada;
- **Sala de Aulas** – o espaço privilegiado para a aprendizagem da unidade curricular;
- **Ajuda on-line** – informações sobre os primeiros passos para utilizar o ambiente formativo;
- **Agenda** – A agenda serve para organizar e agendar as sessões presenciais e virtuais. Permite-lhe programar o seu estudo e verificar as actividades definidas pelo professor;
- **Aviso do professor** – Os avisos do professor estão numa área especial utilizada para divulgar avisos importantes do professor;

### 3.5.6. Aplicabilidade da LMS da TELEFORMAR

A plataforma da TELEFORMAR foi adquirida em 2005 pelo IPCB tendo começado nessa altura a formação dos utilizadores. Inicialmente foi seleccionado um pequeno grupo de elementos, os coordenadores da plataforma, sendo eles os responsáveis por realizar a formação aos docentes e alunos em cada Unidade Orgânica do IPCB.

A fase inicial do projecto mostrou-se bastante complexa pois exigiu adquirir novos conhecimentos nas áreas de *e-learning* tais como a gestão e funcionamento da plataforma e dos seus utilizadores, a criação e gestão das unidades curriculares, a criação de conteúdos de diferente natureza adequados ao *e-learning*, a interacção da plataforma de *e-learning* com a plataforma da secretaria virtual, etc.

Paralelamente ao processo de constante actualização, o docente teve de incentivar a utilização da plataforma bem como organizar e leccionar pequenos cursos aos alunos e aos docentes sobre o funcionamento da plataforma e a concepção de conteúdos para *e-learning* (este curso era exclusivo dos docentes).

Muitos foram os trabalhos realizados, alguns repetidos um elevado número de vezes enquanto se aperfeiçoava o modo de trabalhar com a plataforma. Muitas vezes foram propostas alterações à empresa TELEFORMAR com base nas dificuldades sentidas sendo algumas vezes realizadas alterações na plataforma, benéficas para ambas as partes. As principais dificuldades prenderam-se com a grande reestruturação dos cursos devido ao processo de Bolonha, com a mudança de instalações com consequentes dificuldades nos sistemas informáticos, com as modificações sentidas no Ensino Superior Politécnico em Portugal quanto ao seu financiamento e com as alterações dos estatutos da carreira docente.

Pelas razões mencionadas, a utilização da plataforma passou por períodos de alta e baixa utilização. Verificando-se inicialmente uma elevada adesão por parte dos utilizadores, foi necessário, durante os dois primeiros anos, realizar anualmente 3 cursos de formação para os docentes e 2 cursos para os alunos. Nesses anos verificou-se elevados índices de utilização da plataforma. Embora não explorando todas as suas potencialidades, todos os docentes e alunos demonstravam bastante vontade de utilizar a plataforma.

Nos dois anos iniciais os utilizadores foram sendo estimulados a recorrer à plataforma, nomeadamente o docente e os alunos de Química e de Bioquímica, tal como foi referido ao longo deste trabalho, permitindo estabelecer uma ligação pós aula presencial entre os alunos e os docentes. Nestas unidades curriculares a metodologia do docente era a

de utilizar a plataforma mais do que um repositório de conteúdos. A plataforma foi usada para trabalhos individuais e em grupo, quer no processo de serem indicados os trabalhos pelo docente, quer nas etapas seguintes, permitindo aos alunos trabalharem conjuntamente recorrendo à plataforma para se juntarem e debaterem a evolução do trabalho, tendo um elo de comunicação com o docente para tirar dúvidas.

No caso específico da Química e Bioquímica da ESALD-IPCB, o recurso à plataforma para clarificar dúvidas dos alunos processou-se maioritariamente de um modo assíncrono, ainda que a plataforma permita a comunicação em termos síncronos. O docente optou por aceder apenas à plataforma durante o horário de trabalho, enquanto se encontrava nas instalações da Escola. Os alunos maioritariamente recorriam à plataforma quando estavam em casa, as suas dúvidas ficavam registadas e eram clarificadas no dia seguinte.

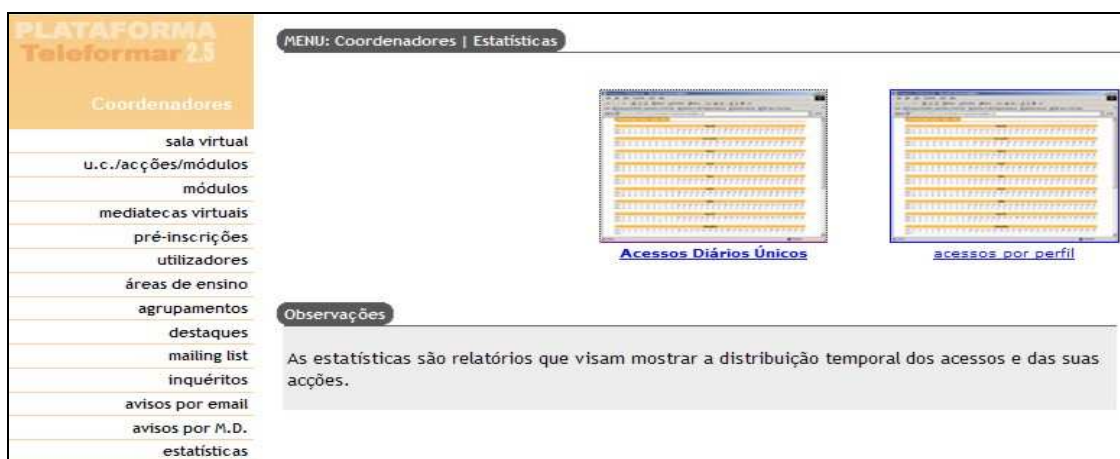
Segundo a perspectiva dos alunos, a comunicação com o docente deveria ser de forma síncrona. Isto deve-se a que os alunos encaram a plataforma como algo sempre disponível, e como tal consideram que todas as suas funcionalidades deverão estar sempre disponíveis incluindo o contacto com o docente. Contudo, as regras foram definidas no início de cada semestre, tendo o docente alertado para esta realidade. O docente não pode alargar o seu horário de trabalho para 24 horas por dia, sete dias por semana, há necessidade de criar regras, ainda que esporadicamente possam ser contornadas.

Tendo os alunos conhecimento da disponibilidade do docente, são obrigados a gerir o seu estudo de forma mais independente, não podendo interromper o seu estudo à espera de uma resposta imediata do docente. Desta forma, usando um processo de comunicação mais assíncrono, os alunos só recorrem à plataforma quando pretendem estudar ou realizar as tarefas que lhes foram incumbidas, sendo obrigados a desenvolver um estudo mais autónomo.

A decisão de estabelecer a regra de horário de disponibilidade do docente na plataforma surgiu por duas razões: a primeira era a falta de tempo do docente que cada vez se agravava mais com a atribuição de mais serviço docente; a segunda razão era os comentários dos alunos dos primeiros cursos para os quais não havia sido implementada esta metodologia.

Comparando as duas situações descritas pode-se afirmar que, com a comunicação em moldes assíncronos, os alunos são mais disciplinados e há um menor número médio de acessos e de duração mais curta à plataforma. Inicialmente enquanto não se havia estabelecido o horário de atendimento online, havia muitos alunos com um elevado número de acessos de curta duração. Os casos descritos correspondem aos alunos que iam

accedendo à plataforma para ver se o docente estava online e caso não estivesse saíam, repetindo este passo sucessivamente na tentativa de contactar o docente. Após estabelecer as regras de contacto, verificou-se uma diminuição do número de ligações médio por aluno, sendo os próprios alunos a confirmar que começaram a utilizar a plataforma mais como uma ferramenta de trabalho em vez de a encararem maioritariamente como um repositório de conteúdos que após terem sido descarregados electronicamente, ficava restrita à função de ter o docente sempre disponível.



**Imagem 3:47 – Controle da estatística de acesso à plataforma LMS pelo coordenador**

Os dados que fundamentam as alegações anteriores foram obtidos através da própria plataforma (como é possível ver na Imagem 3:47), dado que guarda os registos dos acessos por utilizador e por período de tempo, tendo sido feita esta análise no ano lectivo de 2005/2006 aquando da implementação da plataforma. Contudo, houve em 2008 e em 2009 a reestruturação dos cursos segundo o processo de Bolonha, pelo que houve necessidade de eliminar todas as unidades curriculares existentes e introduzir novas, nos respectivos anos lectivos, com a respectiva carga lectiva associada aos alunos e docentes. Durante esta mudança, houve necessidade de pedir à empresa TELEFORMAR que realizasse esta operação mexendo na base de dados directamente, o que acarretou a eliminação dos registos anteriores nomeadamente a estatística dos acessos.

Nos anos lectivos de 2007/2008 e de 2008/2009 houve grandes dificuldades no funcionamento da plataforma por dificuldades informáticas com os servidores e na importação dos dados da plataforma de Secretaria Virtual bem como dificuldades devido à mudança de instalações, com problemas eléctricos da sala de informática e dos servidores. As dificuldades ainda se agravaram por, na Unidade Orgânica ESALD-IPCB, existir apenas um docente e um funcionário com funções de coordenação e ambos com um horário bastante sobrecarregado. Desta forma, nos dois anos lectivos mencionados, a utilização da

plataforma foi muito limitada, estando actualmente a tentar-se estimular os docentes e alunos à utilização da mesma.

No ano lectivo de 2009/2010 recomeçou-se a utilizar a plataforma mais intensivamente. No entanto apenas foi possível começar a sua utilização dois meses após o início das aulas, porque os dados das unidades curriculares, docentes e alunos, estão introduzidos na plataforma de Secretaria Virtual (da empresa DIGITALIS) sendo necessária a exportação dos mesmos para a plataforma da TELEFORMAR num formato em que seja reconhecidos e correctamente introduzidos nas bases de dados da plataforma de *e-learning*. Esta exportação / importação só foi realizada com sucesso ao fim de dois meses de aulas, estando a planear-se novamente cursos de formação para docentes e alunos.

## 4. Principais resultados

Seguidamente são apresentados os principais resultados obtidos da aplicação das aulas multimédia criadas pelo docente, sozinho ou com o apoio informático especializado.

### 4.1. *Análise das aulas por parte dos alunos e do docente*

Desde o início deste projecto, os alunos foram sendo inquiridos acerca de vários aspectos das aulas multimédia criadas pelo docente. As informações que foram sendo recolhidas permitiram que as aulas que iam sendo criadas fossem de alguma forma optimizadas para os utilizadores em questão, alunos da ESALD – IPCB. Este tipo de metodologia permite obter resultados mais rapidamente, pois as sugestões dos alunos, após alguma discussão, puderam ser implementadas e as dificuldades monitorizadas. Assim, interessava ir mantendo um registo dessas mesmas opiniões e de que forma vão evoluindo com o tempo, pelo que foi elaborado o inquérito 1 (Anexo 8).

O inquérito 1 foi aplicado a 40 alunos de Bioquímica da ESALD-IPCB no ano lectivo de 2009/2010 sendo posteriormente os dados introduzidos no programa informático SPSS (*Statistical Package for Social Scientists*) para ser realizada a análise estatística necessária.

O inquérito está dividido em diferentes partes. Da questão 1 à 7 pretende-se caracterizar o aluno quanto ao género, idade, curso, frequência de algumas unidades curriculares durante o Ensino Secundário, recurso à *internet* e PC e horas de estudo relativos a cada unidade curricular. Da pergunta 8 à 25 pretende-se registar as opiniões e avaliar os conhecimentos dos alunos face às metodologias de ensino apoiadas nas novas tecnologias. Da pergunta 8 à 22 foi utilizada uma escala de Likert de 1 a 5 (do nada ao muito), com o 3 a identificar uma posição neutra ou de suficiente, o 2 insuficiente e o 4 como bastante, sendo possível desta forma quantificar todas estas variáveis cuja natureza é qualitativa com um nível de mensuração ordinal.

O inquérito foi aplicado aos alunos três semanas após o início do semestre, o que permite que já se tenham ambientado a esta metodologia e já tenham disponíveis conteúdos extra para o seu estudo, sendo possível obter uma primeira opinião com alguma fundamentação. Com a aplicação deste inquérito no mesmo ano, mas em diferentes alturas do semestre, bem como em anos consecutivos, pode-se ir caracterizando a população

estudantil bem como notar alterações nas suas respostas, em especial nos seus conhecimentos e hábitos de uso das metodologias de ensino apoiadas pelas novas tecnologias, permitindo uma maior ou menor aplicação das mesmas.

Dos dados recolhidos através do inquérito 1, têm especial relevância neste capítulo os que foram compilados na Tabela 3, onde consta o seu mínimo, máximo, média e desvio padrão. As variáveis recolhidas têm diferentes naturezas e níveis de mensuração, pela a interpretação dos seus parâmetros estatísticos não é sempre igual.

**Tabela 3 – Estatística descritiva de algumas questões do inquérito 1, aplicado aos alunos de Bioquímica em 2009, obtida através do programa informático SPSS.**

	N	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Desvio Padrão
Idade	40	17	30	18	18,65	2,304
Frequência de Química	39	11	12	11	11,15	0,366
Frequência de Biologia	39	11	12	12	11,79	0,409
Frequência de Matemática	39	9	12	12	11,87	0,570
Horas de estudo de Bioquímica	38	1	5	2	2,42	0,889
Lidar com meios informáticos	40	3	5	4	3,78	0,620
Plataformas e-learning no secundário	40	1	5	4	2,78	1,476
Uso das TIC no secundário	39	2	5	4	4,08	0,839
Uso de TIC no estudo	40	2	5	4	4,12	0,723
Uso dos conteúdos de bioquímica do docente	35	2	5	4	4,14	0,810
Uso dos conteúdos de bioquímica da Internet	39	1	5	3	3,23	0,986
Importância do docente criar conteúdos	40	3	5	5	4,25	0,707
Importância do docente alterar conteúdos	40	3	5	5	4,60	0,545
Conteúdos disponibilizados antes da aula	40	1	5	4	4,10	1,128
Conteúdos disponibilizados depois da aula	40	1	5	3	3,00	1,502
Conteúdos disponibilizados apresentados na aula	40	2	5	4	4,15	0,736
Importância presença em sala de aula	40	3	5	5	4,70	0,516
Sucesso de estudo exclusivamente e-learning	40	1	3	2	2,07	0,694
Sucesso de estudo blended-learning	40	1	5	4	4,08	0,997
Contributo de documentos e texto	40	2	5	4	3,88	0,648
Contributo de cópia do escrito no quadro	39	1	5	3	3,05	0,972
Contributo de imagens	40	1	5	4	3,90	0,841
Contributo de animações e simulações computacionais	40	1	5	4	3,82	1,217
Contributo de vídeos exemplificativos	40	1	5	4	3,95	1,197
Contributo de questões e exercícios	40	2	5	5	4,48	0,847
Contributo de combinação entre 2 ou mais dos conteúdos	40	1	5	5	4,22	1,187
Duração dos conteúdos da Q22_7	32	7	25	14	15,2	4,56

Podemos ver sucintamente na Tabela 3, que por exemplo, quanto á idade, reponderam 40 alunos, cujas idades estão compreendidas entre os 17 e os 30 anos, sendo a média etária de 18,7 anos com um desvio padrão de 2,30 anos. Já para outras variáveis, nomeadamente as avaliadas por uma escala de Likert, faz mais sentido, em termos estatísticos, analisar a mediana em vez da média, como medida de tendência central.

É ainda possível ver que a tabela foi gerada pelo programa informático SPSS, o qual calcula os parâmetros estatísticos como a média e o desvio padrão com duas e três casas decimais respectivamente, sendo da responsabilidade do utilizador realizar o

arredondamento para o número de Algarismos significativos adequado. Por vezes, são atribuídos mais Algarismos significativos para se poder analisar alterações no parâmetro estatístico. Por exemplo, a variável expressa como o último ano em que frequentou a disciplina de Química (no ensino secundário), sendo uma variável quantitativa discreta apenas assume valores finitos, assim a média dessa variável deveria ser arredondada às unidades, o que não permitiria uma análise das suas alterações quando são inferiores à unidade.

As aulas apresentadas neste capítulo são representativas das muitas aulas criadas pelo docente, traduzindo assim já o resultado de uma aprendizagem do docente da forma e modo de criar aulas multimédia. Tendo os alunos identificado alguns aspectos para valorizar uma aula desta natureza com os dados obtidos pelo questionário 1 (ver Tabela 3), consideram-se as seguintes extrapoláveis para todas as aulas desta natureza, sendo as principais conclusões:

- Os alunos na sua maioria recorrem bastante às TIC durante o Ensino Secundário, mas com uma aplicação reduzida no caso das plataformas de *e-learning*;
- Os alunos reconhecem que é bastante importante o recurso às TIC no seu estudo, valorizando bastante para tal os conteúdos disponibilizados pelo docente em detrimento dos encontrados na internet. Além disso, preferem maioritariamente que estes conteúdos lhes sejam facultados durante a aula;
- Os conteúdos disponibilizados pelo docente são bastante mais valorizados quando é o próprio a criá-los, podendo desta forma alterá-los, de acordo com as necessidades;
- Um estudo que combina a presença em sala de aula e as componentes auxiliares por intermédio das TIC é muito superior à metodologia exclusivamente de *e-learning*;
- Os conteúdos disponibilizados para complemento ao estudo têm diferentes contribuições, sendo as componentes mais estáticas as menos valorizadas relativamente às mais dinâmicas, interagindo mais com o aluno e com um maior efeito visual destacando-se as questões e os exercícios;
- Temas de curta duração, no máximo 15 minutos, ainda que reconhecendo que a duração de cada temática esteja dependente da natureza dos mesmos conteúdos.

Resultante de conversas informais com os alunos foi ainda possível identificar alguns aspectos considerados importantes pelos alunos, como:

- Aula com vários subcapítulos, isto é, os assuntos descritos com pormenor, permitindo ir directamente ao aspecto desejado;
- Descrições orais breves mas concisas;
- Presença do docente sob a forma de vídeo e som ou apenas som.

Pode-se afirmar que os alunos que recorreram a esta aula multimédia através da plataforma LMS inicialmente foram muito apreensivos quanto a este formato ao qual não estavam habituados, mas aos poucos esta forma de apresentação foi-se revelando bastante importante para o seu estudo. Os alunos que recorrem a estas aulas são quase forçados a manter um estudo constante de forma a poder usar estes conteúdos. De entre os aspectos mais importantes focados pelos alunos logo no início do semestre, foi a presença do docente sob a forma de imagem vídeo e voz. Os alunos parecem mais confiantes nos conteúdos da aula multimédia, mesmo os alunos que não conhecem o docente. Uma aula neste formato confere-lhes mais segurança quanto à veracidade e autenticidade da aula. Após um período inicial e já havendo um melhor relacionamento entre docente e alunos, estes referiram que a imagem do docente já não era tão significativa pois a sua voz era suficiente para associarem o docente ao conteúdo e à autenticidade do mesmo.

Os alunos que não recorreram a este material de apoio ao estudo referiram diferentes aspectos, tais como:

- Não possuírem equipamento informático, ou ligação à *internet* em casa, não podendo aceder aos conteúdos colocados na plataforma LMS;
- Compreenderem bem a matéria e conseguirem tomar bons apontamentos em sala de aula, não sentido a necessidade de recorrer a mais material;
- Não se conseguirem adequar a esta metodologia de ensino.

Os docentes envolvidos neste projecto foram adquirindo conhecimentos para criação de conteúdos através de pesquisa bibliográfica, consulta de trabalhos semelhantes, em especial no estrangeiro e análise detalhada dos trabalhos que iam criando, identificando alguns aspectos que parecem pouco relevantes, mas cuja importância se constatou ser crucial:

- 
- Tipo e tamanho de letra;
  - Fundos e conjugação de cores;
  - Planeamento cuidado do texto a escrever e gravar oralmente;
  - Temporização e encadeamento das imagens;
  - Aulas num formato electrónico que ocupe pouco espaço e de boa qualidade, sendo uma opção os ficheiros do tipo \*.flv (*flash*).

Este trabalho dos docentes foi em muito facilitado pelo facto de terem alguns projectos desenvolvidos em colaboração com especialistas da área da informática (subcapítulo 3.3. .). Contudo todo o trabalho foi fruto de muita pesquisa e longas horas experimentando novas formas e processos.

A criação de uma aula, como as apresentadas neste capítulo, demoraram cerca de uma hora a produzir em virtude dos conhecimentos que foram sendo adquiridos e da celeridade em trabalhar com as ferramentas informáticas envolvidas. Desde a criação das imagens e sua alteração, planeamento dos textos e descrições orais a incluir na aula multimédia, coordenação de todas as componentes numa aula única e o processo final de disponibilizar a aula numa plataforma tipo LMS. Caso se estivesse a considerar o mesmo processo há um ano a mesma aula não seria produzida em tão breve espaço de tempo nem com os detalhes que hoje teria. A criação deste tipo de aulas multimédia como complemento ao ensino presencial, é um processo muito moroso e trabalhoso, sendo necessário que todos os envolvidos, alunos e docentes estejam em constante comunicação para otimizar os conteúdos elaborados. Estes nunca se podem considerar como concluídos e por esse motivo são sempre considerados como projectos com data de início e sem data de conclusão.

Dos vários aspectos focados anteriormente pode-se sintetizar alguns, como sendo os maiores impedimentos para a implementação destas metodologias no ensino superior em Portugal:

- Formação inicial do docente na temática da criação de conteúdos;
- Formação do docente na utilização das ferramentas informáticas,
- Aquisição dos vários programas de *software* necessários, dado o seu elevado valor económico;
- Constante alteração dos conteúdos criados de modo a optimizá-los;

- Elevado tempo necessário para a criação de qualquer aula multimédia mesmo que de curta duração;
- Não existência de estudos sistematizados sobre o contributo deste tipo de conteúdos na aprendizagem;
- Uma simples alteração curricular ou alteração das unidades curriculares leccionadas pelo docente impedem a utilização dos conteúdos por si criados.

## **4.2. Análise comparativa das aulas**

A elaboração das aulas multimédia e a sua disponibilização aos alunos permitiram realizar alguns estudos comparativos de modo a identificar a influência de alguns factores no processo de aprendizagem dos alunos, através de conteúdos multimédia. Os estudos realizados foram meramente qualitativos, dada a pequena dimensão dos grupos de estudo, mas já podem indiciar alguns aspectos que merecem estudos aprofundados. Estudos dessa natureza podem vir a demonstrar as vantagens de uma boa utilização das novas TIC no ensino. Os estudos realizados basearam-se numa comparação dos resultados em provas de avaliação dos diferentes grupos (aprofundados nos subcapítulos 4.4. e 4.3. ), bem como numa análise dos comentários feitos pelos alunos de uma forma informal e as opiniões dos alunos expressas no questionário 2 (em Anexo 9 e 10).

O questionário 2 foi elaborado com vista a analisar as componentes de ensino multimédia, foi sendo aperfeiçoado e foi fruto de alguma discussão com docentes do Ensino Superior envolvidos nestas metodologias.

Neste capítulo, é abordada a análise qualitativa baseada nas conversas informais e nos questionários 2. Este tipo de questionário destina-se a avaliar cada uma das componentes multimédia criadas para auxílio ao estudo, sendo proposto o seu preenchimento aos alunos após a utilização de cada componente. Desta forma, foram inicialmente recolhidos conjuntos de questionários em papel referentes às diferentes ferramentas criadas o que levantava algumas dificuldades no processamento dos dados obtidos verificou-se também uma baixa participação dos alunos. Após algum tempo, optou-se por usar o mesmo questionário através de uma aplicação informática disponibilizada pelo *GOOGLE* ([www.google.com](http://www.google.com))

Ao aplicar o questionário através da *internet* pelo *GOOGLE*, este é apresentado ao aluno logo após a utilização da ferramenta de estudo, podendo ser rapidamente preenchido.

Desta forma, aumentou significativamente o número de inquéritos respondidos e permitiu que os dados recolhidos fossem automaticamente tratados podendo obter-se directamente a estatística descritiva ou, em opção obter uma folha de cálculo compatível com o EXCELL ou com o SPSS, permitindo assim análises estatísticas mais aprofundadas, nomeadamente, a realização de testes e hipóteses, correlações entre variáveis, etc.

Neste capítulo, apenas são apresentados os dados referentes às avaliações feitas à aula multimédia da ciclização das aldoses e da aula multimédia sobre a actuação da enzima DHL.

Do questionário 2 fazem parte 12 questões, das quais as iniciais pretendem caracterizar o aluno, e só a partir da 4ª questão é que se avaliam as ferramentas. Havendo algumas questões abertas (as questões 10.1, 11.1 e 12) as principais conclusões obtidas por uma análise das mesmas será exclusivamente em termos qualitativos sendo apresentada no final deste tópico. As restantes questões têm também uma natureza qualitativa mas com um nível de mensuração ordinal, pelo que foi criada uma escala de Likert, de 1 a 5 correspondendo do Nada ao Muito ou do Insuficiente ao Excessivo, consoante o caso. Desta forma, foi possível obter alguns parâmetros estatísticos que podem servir para uma análise não paramétrica.

Relativamente à aula sobre a ciclização das aldoses, foram recolhidos 19 inquéritos, enquanto que sobre a aula da enzima DHL foram recolhidos 15 inquéritos. Estão apresentados na Tabela 4 os dados estatísticos obtidos após o tratamento dos dados com o programa SPSS.

**Tabela 4 – Estatística descritiva de algumas questões do Inquérito 2, aplicado aos alunos de Bioquímica em 2009.**

Questão	Título do conteúdo	N	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Desvio padrão
Ajuda do conteúdo	Ciclização das aldoses	19	3	5	4,00	4,21	0,713
	Actuação da enzima DHL	15	2	5	4,00	4,13	0,915
Estruturação do conteúdo	Ciclização das aldoses	19	3	5	4,00	4,16	0,602
	Actuação da enzima DHL	15	3	5	4,00	4,27	0,704
Diminuição tempo de estudo	Ciclização das aldoses	19	3	5	4,00	4,00	0,745
	Actuação da enzima DHL	15	2	5	4,00	4,27	0,884
Duração do conteúdo	Ciclização das aldoses	19	3	5	4,00	3,79	0,631
	Actuação da enzima DHL	15	3	5	4,00	3,80	0,676
Duração da descrição do conteúdo	Ciclização das aldoses	19	1	5	3,00	2,95	1,353
	Actuação da enzima DHL	15	1	5	3,00	2,73	1,751

Relativamente à Tabela 4, pode ver-se que para a última questão analisada, sobre a duração do conteúdo multimédia, houve 19 respostas sobre a aula da ciclização das aldoses, havendo respostas desde o valor 1 ao 5 (na escala de Likert de 1 a 5), apresentando uma mediana de 3 valores, uma média de 2,95 e um desvio padrão de 1,35. Os valores da mediana, média e desvio padrão são referentes à escala de Likert de 1 a 5, pelo que a sua interpretação tem de ser feita em relação ao significado de cada uma desses valores. O valor 1 indica o **nada** e o valor 5 indica o **muito**.

Os valores da média e do desvio padrão são calculados pelo programa SPSS, com duas e três casas decimais respectivamente, cabendo ao utilizador o arredondamento para o número de algarismos significativos adequados. A necessidade destes parâmetros serem calculados com várias casas decimais, está relacionado com a necessidade de efectuar algumas análises comparativas. Se a média estivesse arredondada à unidade, os valores médios das respostas, para a questão da duração das aulas multimédia analisadas, teriam um valor de 3, em vez dos valores 2,95 e 2,73, não indicando a ligeira diferença entre as mesmas.

Dos resultados obtidos pode-se destacar que não há diferenças significativas, do ponto de vista dos alunos, entre as duas aulas, quanto aos parâmetros avaliados, tendo valores médios semelhantes. Mesmo em termos de medianas pode-se ver que são os mesmos valores para ambas as aulas em cada questão.

Pode-se ver que onde há uma maior amplitude dos dados (de 1 a 5) e uma maior dispersão dos mesmos (maior desvio padrão) é referente à duração dos conteúdos, tendo assim nesta variável o caso de maior heterogeneidade das respostas. Quanto às restantes questões, pode-se ver uma maior homogeneidade dos dados, encontrando-se mais concentrados em redor das medidas de tendência central (média e mediana), tendo estes valores classificáveis como de **Bastante** segundo a escala de Likert que foi utilizada.

Os dados obtidos reflectem um pouco do que já se antevia do questionário 1, bem como das impressões expressas pelos mesmos alunos em conversas informais com o docente, quanto à percepção dos alunos, da contribuição de uma metodologia de *B-learning* no seu estudo.

Com o questionário 2 foi possível fazer uma síntese das opiniões dos alunos, embora nem sempre as impressões dos mesmos coincidam com a realidade do processo de ensino/aprendizagem. É necessário ver realmente como a implementação destas metodologias e em especial estas aulas multimédia vão influenciar o processo de ensino/aprendizagem.

Por isso, foram recolhidos dados que permitissem tirar conclusões sobre diferentes aspectos destas metodologias. O intuito era o de realizar um estudo estatístico aprofundado, o que não foi possível uma vez o número de variáveis envolvidas e em constante modificação é elevado, por exemplo:

- As unidades curriculares leccionadas na ESALD-IPCB sofreram alterações curriculares ao longo dos últimos anos, sendo a última adequação do currículo a imposta pelo Processo de Bolonha;
- Ingresso de alunos com diferentes percursos académicos e com classificações finais muito diferentes entre si, situação que se agrava com as sucessivas alterações curriculares que ocorreram no ensino secundário;
- Pequeno tamanho das turmas, havendo em média a admissão de 25 alunos por curso;
- Apenas alguns alunos recorriam aos conteúdos e desses apenas um pequeno grupo comentava com o docente as suas impressões sobre esta abordagem;
- Sobrecarga do serviço docente atribuído, impossibilitando desenvolver todo o trabalho pretendido.

Pode-se distinguir duas situações que ocorreram. Relativamente a alguns parâmetros, foi possível realizar estudos estatísticos que realmente comprovam as mais valias destes procedimentos e que serão apresentados nos subcapítulos 4.4. e 4.3. . Trata-se da análise aos resultados em provas de avaliação com e sem recurso aos conteúdos multimédia. Uma segunda situação onde as variáveis, mais de natureza qualitativa, foram analisadas com base nos comentários dos alunos e nas observações realizadas pelo docente. Este caso vai ser apresentado seguidamente, onde é possível constatar a influência de alguns factores no processo de ensino/aprendizagem.

Foram realizadas algumas análises qualitativas, comparando diferentes grupos de trabalho, aos quais, e de uma forma deliberada, se facultaram diferentes recursos e de diferente forma, obtendo-se resultados indicativos sobre a validade do trabalho desenvolvido. Permitiram também ajustar o processo de ensino às particularidades inerentes a esta metodologia. Muitas foram as situações em que, fruto dos comentários e análises realizadas, se optou por modificar um determinado elemento das aulas multimédia.

Tendo como ponto de partida as imagens e diagramas nos quais se basearam as aulas, interessava avaliar até que ponto os alunos beneficiam dos conteúdos elaborados. Desta forma, foram comparados grupos de alunos com acesso a diferentes formas do

mesmo material ou, tratando-se do mesmo grupo, ao qual são disponibilizados diferentes conteúdos em diferentes situações<sup>210, 211</sup>:

1. Disponibilizar a aula multimédia logo após a matéria ter sido leccionada em sala de aula **v.s.** disponibilizar as aulas multimédia no início do semestre,
2. Facultar aos alunos apenas imagens impressas **v.s.** imagens sob a forma de aula multimédia;
3. Aula multimédia contendo vídeo **v.s.** aula multimédia contendo apenas som;
4. Aula multimédia usada em sala de aula **v.s.** aula multimédia criada para uso exclusivo dos alunos no seu auto-estudo;
5. Aula multimédia criada pelo docente **v.s.** aula multimédia criada em colaboração com os especialistas informáticos;
6. Material multimédia criado pelo docente **v.s.** material multimédia disponível na *internet*.

Relativamente aos pontos indicados, a análise do comportamento dos diferentes grupos permitiu chegar a algumas conclusões, que são descritas seguidamente, e enumeradas segundo a mesma ordem:

1. Uma análise comparativa desta situação indicou um aspecto extremamente importante. Nos casos em que era facultado todo o material de apoio no início do semestre, o absentismo dos alunos era superior. Tratando-se de alunos do primeiro ano do ensino superior, alguns ficam com a falsa sensação de não necessitarem das aulas presenciais para assimilar os conhecimentos, sendo precisamente esses alunos os que posteriormente revelam maiores dúvidas e piores resultados. Em virtude dos resultados e comportamento de alguns alunos, optou-se por disponibilizar os conteúdos de apoio ao estudo somente após a aula presencial correspondente. O material de apoio, ainda que bastante completo, não cobre a totalidade dos aspectos focados em sala de aula, nem permite uma elevada interligação com o docente, tal como é possível estabelecer nas aulas presenciais;
2. Pode-se constatar que havia duas situações possíveis que merecem uma análise separada, envolvendo a presença ou falta às aulas presenciais. No caso dos alunos que assistiam às aulas presenciais, notou-se alguns resultados mais animadores nos alunos que dispõem da aula multimédia comparativamente aos alunos que só possuíam as imagens, dado que ao assistirem às aulas e realizarem os seus próprios apontamentos, as imagens

vêm complementar o seu raciocínio fundamentado nos seus apontamentos das aulas presenciais. Quanto aos alunos que, por algum motivo (trabalhadores estudantes, dirigentes associativos, alunos doentes, etc. ...), faltam com regularidade às aulas presenciais, têm melhores resultados académicos e menos dúvidas, os que têm à sua disposição as aulas multimédia. No cômputo geral, os alunos com melhores resultados académicos, melhor percepção dos conteúdos e menos dúvidas, são os que assistem regularmente às aulas presenciais e complementam o seu estudo regular com o apoio das aulas multimédia;

3. Comparando as aulas multimédia contendo ou não o vídeo do docente, foi referido por alguns alunos que a presença visual da imagem do docente lhes transmitia uma maior sensação de confiança, em especial as aulas iniciais onde os alunos ainda não conhecem devidamente o docente. Há que diferenciar assim dois momentos temporais: no início do semestre, quando os alunos desconhecem o docente e as novas metodologias e consequentemente estão mais apreensivos com o período após a terceira ou quarta semana lectiva onde os alunos estão mais integrados na metodologia e habituados ao docente. Nas primeiras semanas, muitos alunos afirmaram que as melhores aulas eram as que continham o vídeo pois dava-lhes uma maior sensação de segurança, face ao que era exposto. Com o passar do tempo, a maioria dos alunos começou a comentar que a imagem do docente já não era relevante, pois continuavam a poder ouvir a voz do mesmo e isso dava-lhes a mesma confiança nos conteúdos. Desta forma, conseguiu-se compreender algum efeito psicológico da imagem do docente no processo de aprendizagem, tornando mais credíveis as aulas multimédia. Dada a maior dificuldade em produzir e colocar na *internet* aulas contendo vídeo comparativamente com aulas apenas contendo o som, optou-se por criar aulas com vídeo para os conteúdos das primeiras semanas lectivas, passando gradualmente a recorrer a aulas multimédia contendo apenas a voz do docente;
4. Foram criadas algumas aulas multimédia que apenas foram disponibilizadas aos alunos para o seu auto estudo, sem terem sido utilizadas pelo docente nas aulas presenciais, contrariamente à maioria das aulas. As aulas exclusivas dos alunos foram criadas com base nas apresentações (diapositivos, imagens, esquemas, ...) que o docente usa na aula presencial. Estas aulas multimédia podem ajudar o aluno no seu auto estudo, dado que

contêm imagens ilustrativas do processo devidamente explicadas, através de uma gravação áudio. Desta forma, pretende-se complementar os conteúdos leccionados em sala de aula e torná-los auto-suficientes. Na generalidade, as aulas usadas pelo docente em sala de aula, são aulas que podem ser usadas em diferentes situações e às quais o docente recorre com alguma frequência enquanto que as aulas exclusivas para os alunos são mais específicas de uma determinada temática. Os alunos pensam ter melhores resultados e menos dúvidas, quando lhes são disponibilizadas as aulas multimédia já utilizadas pelo docente em sala de aula, dado que o seu auto-estudo se torna uma extensão da aula, estando mais confiantes nessas aulas por estarem habituados a vê-las em sala de aula, enquanto que as aulas criadas exclusivamente para os alunos lhes criam mais desconfiança. Este aspecto ficou notório ao realizar a avaliação de alguns conteúdos transmitidos por aulas exclusivas para os alunos. Estes ao não responderem acertadamente, pretendiam desculpar-se dizendo que nem tinham visto bem esse aspecto na aula. As aulas usadas pelo docente são exploradas em sala de aula e os alunos conseguem ser direccionados para os aspectos importantes;

5. Neste campo, os alunos não manifestam grande diferença entre os dois tipos de aulas, dizem que ambas seguem a mesma lógica e estão estruturadas de forma semelhante. No entanto as aulas criadas com a ajuda dos especialistas informáticos contêm funcionalidades que não existem nas restantes;
6. Poder-se-ia afirmar que este campo merecia um estudo separado, dependendo em muito da qualidade dos conteúdos. Infelizmente muitos são os conteúdos acessíveis na *internet*, mas muitos deles contêm erros, outros estão mal estruturados e alguns são incompreensíveis para os alunos por não conterem qualquer indicação do processo em causa. Por algumas vezes, recorremos a conteúdos que não foram criados por nós, tendo sempre o cuidado de referenciar conteúdos que consideramos válidos e de fácil utilização. Mesmo desta forma, os alunos demonstram mais dificuldades nestes casos. A primeira impressão dos alunos é a de que o docente, ao indicar algo disponível na *internet* está a indicar algo que terá passado pelo “controle de qualidade” do docente. Quanto aos conteúdos disponíveis na *internet* e a que os alunos acedem por iniciativa própria, pode-se dizer que, infelizmente, a maioria das vezes, os induz em erros.

### **4.3. Análise estatística dos resultados avaliativos de Bioquímica entre 2004 e 2005**

A introdução das aulas multimédia, como apoio à docência e ao estudo dos alunos, ocorreu no ano lectivo de 2005/2006 na unidade curricular de Bioquímica, leccionada na ESALD-IPCB. Neste primeiro ano, ainda eram poucas as aulas criadas pelos docentes e disponibilizadas aos alunos. Foram disponibilizadas apenas 4 aulas referentes aos primeiros capítulos, entre elas a aula sobre a ciclização das aldoses.

A avaliação da unidade curricular de Bioquímica era realizada de igual forma para os 3 dos 4 cursos de Tecnologias da Saúde, sendo na altura realizada por intermédio de 3 mini testes, um trabalho de pesquisa escrito e apresentado oralmente e uma frequência final. Tendo referido que os conteúdos multimédia apenas foram disponibilizados para os primeiros capítulos, a sua repercussão apenas se poderia reflectir na primeira prova escrita, o primeiro mini teste. Desta forma, compilados os resultados avaliativos dos primeiros mini testes em 3 cursos (curso A, curso B e curso C), foi feito um estudo comparativo dos mesmos entre dois anos lectivos consecutivos.

Seguidamente são apresentados os dados referentes às avaliações nos primeiros mini testes realizados nos anos lectivos de 2004/2005 e de 2005/2006. Foi também realizada uma análise estatística para demonstrar a mais valia deste tipo de conteúdos.

Nas Tabela 5 e Tabela 6 estão indicados os dados estatísticos obtidos após o tratamento das classificações dos primeiros mini testes em 2004 e em 2005, de uma forma global ou analisados separadamente por ano e por curso. Uma primeira análise permite constatar que em 2004 a média das classificações é ligeiramente inferior à de 2005 e as classificações de 2004 apresentam uma maior dispersão, uma vez que têm uma maior amplitude e maior variância.

**Tabela 5 – Estatística descritiva das classificações, do primeiro mini teste de Bioquímica em 2004 e 2005.**

Classificação	Ano		Estatística	Erro
	2004	Média		8,3909
Estimativa intervalar da média para um nível de confiança de 95%		Valor mínimo	7,6822	
		Valor máximo	9,0997	
Mediana		8,7776		
Desvio Padrão		2,88312		
Mínimo		1,17		
Máximo		15,60		
Skewness (parâmetro de assimetria)		-0,245	0,295	
Kurtosis (parâmetro de achatamento)		0,042	0,582	
2005		Média		9,8744
	Estimativa intervalar da média para um nível de confiança de 95%	Valor mínimo	9,1931	
		Valor máximo	10,5557	
	Mediana		10,0000	
	Desvio Padrão		2,77154	
	Mínimo		1,75	
	Máximo		15,92	
	Skewness (parâmetro de assimetria)		-0,579	0,295
	Kurtosis (parâmetro de achatamento)		0,618	0,582

Ao analisar a Tabela 6 pode-se constatar o reduzido número de alunos, rondando os 20 alunos por curso e por ano, bem como constatar os diferentes resultados avaliativos em função do curso. Há cursos com melhores classificações médias, bem como classificações máximas muito mais elevadas que outros como o curso B e o curso C em 2004. A realidade descrita deveu-se essencialmente a:

- Um maior empenhamento dos alunos de certos cursos;
- Alunos com diferentes perfis, nalguns casos valorizando pouco a unidade curricular de Bioquímica para a sua formação académica e conseqüentemente dedicando-lhe pouco tempo;
- Ocorrência de outras provas avaliativas em datas próximas o que dispersou o estudo dos alunos.

De certa forma esta metodologia avaliativa é bastante útil pois os alunos face aos seus resultados, tentam melhorá-los, dedicando mais tempo de estudo à unidade curricular, muitas vezes impelidos não só pelo desejo de obterem aprovação à unidade curricular como pela rivalidade entre cursos.

**Tabela 6 – Estatística descritiva das classificações por curso e por ano, do primeiro mini teste de Bioquímica em 2004 e 2005.**

	N	Amplitude	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Nota A 2004	22	9,77	2,88	12,64	9,1198	2,53414
Nota B 2004	20	12,43	3,17	15,60	9,4200	2,94977
Nota C 2004	24	9,25	1,17	10,42	6,8653	2,56561
Nota A 2005	24	10,92	5,00	15,92	9,5865	2,85486
Nota B 2005	23	10,58	4,00	14,58	10,4928	2,25587
Nota C 2005	19	11,92	1,75	13,67	9,4895	3,21699
Casos em falta	0					

Todas as análises realizadas anteriormente às classificações foram meramente resultantes de uma apreciação dos dados sem qualquer fundamentação estatística. Como primeira etapa na realização de testes de hipóteses, é a verificação da normalidade dos dados e a homogeneidade das variâncias.

Para verificar a normal distribuição dos dados foi realizado um teste de Kolmogorov-Smirnov (pois temos mais de 30 dados em cada amostra), aos dados de 2004 e de 2005. Neste teste a hipótese nula é ( $H_0$ ) a que considera que os dados têm uma distribuição normal. Da Tabela 7 é possível ver que se obtém uma significância de 20% para as classificações de 2004 e de 6% para as classificações de 2005. Sendo estes valores superiores ao nível de significância geralmente aceite, de 5%, pode-se afirmar que os dados apoiam estatisticamente a alegação de que o seu comportamento é normalizado.

**Tabela 7 – Teste de Hipóteses para comprovar a normalidade das classificações por ano, do primeiro mini teste de Bioquímica em 2004 e 2005.**

Ano	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Valor estatístico	Graus de liberdade	Significância	Valor estatístico	Graus de liberdade	Significância
Classificação 2004	0,087	66	0,200*	0,986	66	0,685
2005	0,106	66	0,061	0,972	66	0,140

a. Correção da significância de Lilliefors

\*. Este é o menor valor da verdadeira significância.

Para verificar a homogeneidade das variâncias foi realizado um teste de Levene aos dados de 2004 e de 2005. Neste teste a hipótese nula é ( $H_0$ ) a que considera que há homogeneidade das variâncias. Na Tabela 8 é possível ver que ao realizar este teste, obtém-se uma significância de 93% para as classificações de 2004 e de 35% para as classificações de 2005. Sendo estes valores superiores ao nível de significância geralmente

aceites, de 5%, pode-se afirmar que os dados apoiam estatisticamente a alegação de que há homogeneidade das variâncias.

**Tabela 8 – Teste de Hipóteses de Levene para comprovar a homogeneidade da variância das classificações, do primeiro mini teste de Bioquímica em 2004 e 2005.**

Notas de 2004				Notas de 2005			
Estatística de Levene	Graus de liberdade 1	Graus de liberdade 2	Sig.	Estatística de Levene	Graus de liberdade 1	Graus de liberdade 2	Sig.
0,072	2	63	0,930	1,073	2	63	0,348

Tendo-se verificado a normalidade dos dados e a homogeneidade das variâncias pode-se recorrer a testes paramétricos para realizar comparações entre as diferentes amostras disponíveis.

Dada a primeira constatação dos diferentes resultados em função do curso, em especial para o ano lectivo de 2004/05 foram realizados 2 testes de *Oneway ANOVA* e as respectivas comparações múltiplas (teste de *Scheffe*) para comparar as classificações dos 3 cursos em cada ano lectivo (desde a Tabela 9 à Tabela 12)

Para testar a igualdade das 3 classificações médias foi realizado um teste de *Oneway ANOVA* aos dados de 2005 e outro teste aos dados de 2004. Neste teste, a hipótese nula é ( $H_0$ ) a que considera que há igualdade entre todas as médias das classificações dos 3 cursos.

Do teste realizado aos dados de 2005 e que estão na Tabela 9 é possível ver que se obtém uma significância de 42%, sendo este valor superior ao nível de significância geralmente aceite de 5% pode-se afirmar que os dados apoiam estatisticamente a alegação de que não há diferença em nenhuma das classificações médias dos 3 cursos. Estes dados são ainda apoiados pelo teste de *Scheffe* cujos dados constam da Tabela 10, indicando a existência de apenas um grupo.

**Tabela 9 – Teste de Hipóteses (ANOVA) para comparar a igualdade médias das classificações, do primeiro mini teste de Bioquímica, no ano lectivo de 2005/2006**

Notas de 2005					
	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Média dos quadrados	F	Sig.
Entre Grupos	13,598	2	6,799	0,882	0,419
Dentro dos Grupos	485,694	63	7,709		
Total	499,293	65			

**Tabela 10 – Comparações múltiplas com uma Teste de Hipóteses (SCHEFFE) para comparar a igualdade da média das classificações, do primeiro mini teste de Bioquímica, no ano lectivo de 2005/2006**

Scheffe		
Curso	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Curso C	19	9,4895
Curso A	24	9,5865
Curso B	23	10,4928
Sig.		0,495

Do teste realizado aos dados de 2004 e que estão indicados na Tabela 11, é possível ver que se obtém uma significância de 0,4%. Sendo este valor inferior ao nível de significância geralmente aceite de 5% pode-se afirmar que os dados apoiam estatisticamente a alegação de que há diferença de pelo menos uma das classificações médias.

**Tabela 11 – Teste de Hipóteses (ANOVA) para comparar a igualdade média das classificações, do primeiro mini teste de Bioquímica, no ano lectivo de 2004/2005.**

Notas de 2004					
	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Média dos quadrados	F	Sig.
Entre Grupos	88,730	2	44,365	6,189	0,004
Dentro dos Grupos	451,575	63	7,168		
Total	540,304	65			

Para verificar qual das médias de 2004 se diferencia, foi realizado um teste de Scheffe, o qual processa comparações múltiplas entre todas as amostras de 2004. Neste teste a hipótese nula ( $H_0$ ) exprime a igualdade entre as médias das classificações de dois cursos. Da Tabela 12 é possível ver que se obtém uma significância muito baixa quando se comparam as classificações de 2004 do curso C com os restantes cursos. Verifica-se que é a classificação média do curso C que é distinta da dos dois restantes cursos. Quanto aos cursos A e B, pode-se aceitar a alegação de que as suas classificações médias são semelhantes.

**Tabela 12 – Comparações múltiplas com um Teste de Hipóteses (SCHEFFE) para comparar a as classificações, do primeiro mini teste de Bioquímica, no ano lectivo de 2004/2005**

(I) curso	(J) curso	Diferença média (I-J)	Erro padrão	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
					Valor mínimo	Valor máximo
Curso A	Curso B	-0,30021	0,82717	0,936	-2,3740	1,7736
	Curso C	2,25451*	0,79024	0,022	0,2733	4,2357
Curso B	Curso A	0,30021	0,82717	0,936	-1,7736	2,3740
	Curso C	2,55472*	0,81059	0,010	0,5225	4,5870
Curso C	Curso A	-2,25451*	0,79024	0,022	-4,2357	-0,2733
	Curso B	-2,55472*	0,81059	0,010	-4,5870	-0,5225

Scheffe			
curso	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Curso C	24	6,8653	
Curso A	22		9,1198
Curso B	20		9,4200
Sig.		1,000	0,934

Outra afirmação feita ao analisar os dados estatísticos foi a de que o recurso aos conteúdos multimédia melhorava as classificações dos alunos. Para tentar demonstrar a afirmação, foram comparadas as notas dos primeiros mini testes entre dois anos consecutivos.

Para testar tal afirmação, em termos estatísticos, recorreu-se a um teste *t-STUDENT* com o qual se comparam as classificações médias de duas amostras independentes, cujos dados são apresentados na Tabela 13. Ao comparar as classificações de 2004 com as de 2005, e tendo já verificado a igualdade entre as variâncias através de um teste de Levene (significância de 53%, superior a 5%, o que nos faz aceitar a Hipótese nula que exprime a igualdade das variâncias) tem-se para o teste *t-STUDENT* uma significância de 0,3% para um teste bicaudal, pelo que somos impelidos a rejeitar a Hipótese Nula ( $H_0$ ) que indica a igualdade das classificações médias de 2004 e 2005.

Desta forma, e ao rejeitar a  $H_0$ , aceita-se a Hipótese Alternativa ( $H_A$ ) que contempla a diferença entre as classificações de 2004 e as de 2005. Uma vez que entre os dois anos lectivos analisados a única alteração introduzida foi a disponibilização de alguns conteúdos multimédia, pode-se deduzir que esta melhoria avaliativa se terá devido a este factor, sem contudo esquecer outras variáveis e que poderão ter desempenhado o seu papel no mesmo sentido.

**Tabela 13 – Teste de Hipótese (*t-STUDENT*) para amostras independentes, para comparar a igualdade das médias das classificações, do primeiro mini teste de Bioquímica, entre os anos lectivos de 2004/2005 e de 2005/2006**

		Teste de Levene para igualdade de variâncias		Teste t-Student para igualdade de médias						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Diferença média	Erro padrão da diferença	Estimativa intervalar para a diferença, para um intervalo de confiança de 95%	
									Inferior	Superior
<b>Classificação</b>	Considerando igual variância	0,397	0,530	-3,013	130	0,003	-1,48345	0,49227	-2,45735	-0,50956
	Considerando diferente variância			-3,013	129,798	0,003	-1,48345	0,49227	-2,45737	-0,50954

Estes resultados estatísticos são apenas um dos possíveis de elaborar, dado que poderiam ser apresentados tantos estudos quantas as unidades curriculares, os anos lectivos e os cursos em causa, na sua maioria, conducentes a conclusões semelhantes. Foram resultados iniciais como os descritos anteriormente que iam justificando o desenvolvimento de mais conteúdos para serem disponibilizados aos alunos, nas diferentes unidades curriculares, de uma forma gradual, já que a realização de uma aula desta natureza tem os seus custos em termos de tempo e esforço.

#### **4.4. Análise estatística, dos resultados avaliativos de Bioquímica, em 2009**

Dos 77 alunos inscritos e que frequentam as aulas presenciais da unidade curricular de Bioquímica, foram criados dois grupos, o grupo 1 com 43 alunos e o grupo 2 com 34 alunos, sendo os elementos dos grupos seleccionados aleatoriamente, de modo a ficarem dois grupos com elementos representativos dos 3 cursos. Ambos os grupos estavam nas mesmas condições, com excepção dos conteúdos multimédia que eram facultados exclusivamente ao grupo 2.

Em virtude de não se pretender prejudicar ou beneficiar nenhum dos alunos, esta experiência teve uma duração limitada, apenas durante as primeiras 5 semanas de aulas. No final foi aplicado um teste de cariz auto diagnóstico, sem interferência na classificação final da unidade curricular. Este teste foi muito benéfico quer para o docente quer para os alunos, ao docente permitiu-lhe conduzir este estudo enquanto que os alunos sentiram-se motivados e, na sua maioria empenharam-se bastante no seu estudo e preparação para o teste.

Após o teste autodiagnóstico, todos os alunos tiveram acesso aos conteúdos multimédia sendo livres de os utilizarem livremente, caso fosse essa a sua vontade, ficando desta forma todos em igualdade de circunstâncias.

Ao longo das 5 semanas foram leccionados os capítulos referentes às proteínas, ácidos nucleicos e glúcidos (até às oses mais abundantes), sendo facultados ao grupo 2, através da plataforma de *e-learning*, os seguintes conteúdos multimédia:

1. Reacção de esterificação;
2. Ponto isoeléctrico dos aminoácidos;
3. Ligação peptídica;
4. Hemoglobina – ligação ao oxigénio;
5. Nucleotídeos;
6. Ciclização das aldoses.

Estes conteúdos foram sendo criados ao longo de vários anos, todos eles da mesma tipologia, descrições orais feitas pelo docente enquanto as animações ou imagens se vão sucedendo.

Todos os alunos do grupo 2 tinham acesso aos conteúdos, mas apenas alguns fizeram realmente uso dos mesmos. Uma vez que o docente é o responsável da plataforma de *E-learning* na ESALD-IPCB, pode constatar que alguns alunos apenas acederam aos conteúdos uma única vez e durante breves momentos, embora na maioria dos casos, eles tenham recorrido a estes conteúdos.

Após as 5 semanas iniciais, foi realizado o teste de autodiagnóstico (ver Anexo 7) o qual foi rapidamente criado pelo docente utilizando o programa informático para gerir e criar testes de avaliação, *DIPLOMA*, o qual é extensivamente descrito no subcapítulo 3.4.2. O teste foi elaborado contendo 10 questões, todas elas com um grau de dificuldade médio, sendo cotada cada questão em 2 valores. Das questões propostas, podem ser agrupadas por temas da seguinte forma:

- Questões 1 a 3 e 5 → Proteínas;
- Questões 6 a 9 → Glúcidos;
- Questões 4 e 10 → Ácidos nucleicos.

Os testes de autodiagnóstico foram recolhidos aleatoriamente e corrigidos, sendo posteriormente inseridas as cotações de cada questão no programa de tratamento estatístico *SPSS* onde foi possível tratá-los e tirar algumas conclusões que são apresentadas seguidamente.

Tendo como interesse verificar a mais valia de todas as aulas multimédia, e em particular o caso da aula sobre a ciclização das aldoses, foram obtidas as diversas classificações em função do grupo ter ou não acesso aos conteúdos multimédia:

- Classificação total - contém todas as questões e com um valor possível a variar entre 0 e 20.
- Classificação total das oses - referente às questões 6 a 9 e com um valor possível a variar entre 0 e 8.
- Classificação total sem oses - referente às questões 1 a 5 e 10 e com um valor possível a variar entre 0 e 12.

Os dados foram tratados estatisticamente, como indicado na Tabela 14, com os respectivos histogramas na Imagem 4:1

**Tabela 14 – Estatística descritiva das classificações por grupo, do teste de autodiagnóstico de Bioquímica em 2009/2010.**

Grupo		Estatística	Erro padrão	
Total	Sem conteúdos de apoio	Média	7,3628	0,44777
		Mediana	7,5000	
		Desvio padrão	2,93623	
		Mínimo	0,50	
		Máximo	12,90	
	Com conteúdos de apoio	Média	10,0000	0,50302
		Mediana	11,0000	
		Desvio padrão	2,93309	
		Mínimo	4,00	
		Máximo	16,00	
Total das oses	Sem conteúdos de apoio	Média	1,4442	0,18981
		Mediana	1,2000	
		Desvio padrão	1,24467	
		Mínimo	0,00	
		Máximo	5,50	
	Com conteúdos de apoio	Média	2,2647	0,21336
		Mediana	2,3000	
		Desvio padrão	1,24411	
		Mínimo	0,00	
		Máximo	6,00	
Total sem oses	Sem conteúdos de apoio	Média	5,9186	0,32806
		Mediana	6,0000	
		Desvio padrão	2,15122	
		Mínimo	0,50	
		Máximo	9,00	
	Com conteúdos de apoio	Média	7,7353	0,39653
		Mediana	8,8500	
		Desvio padrão	2,31214	
		Mínimo	3,00	
		Máximo	10,20	

Na Tabela 14 estão compilados alguns parâmetros da Estatística Descritiva referente às classificações no teste autodiagnóstico, dos quais podemos constatar que a classificação média do grupo, com acesso às aulas multimédia, é sempre a mais elevada, qualquer que seja o grupo de questões analisadas, tal como podemos ver no gráfico da Imagem 4:2. Desta forma, somos levados a pensar que as aulas multimédia ajudam os alunos no seu estudo, repercutindo-se directamente nas suas classificações em provas de avaliação.

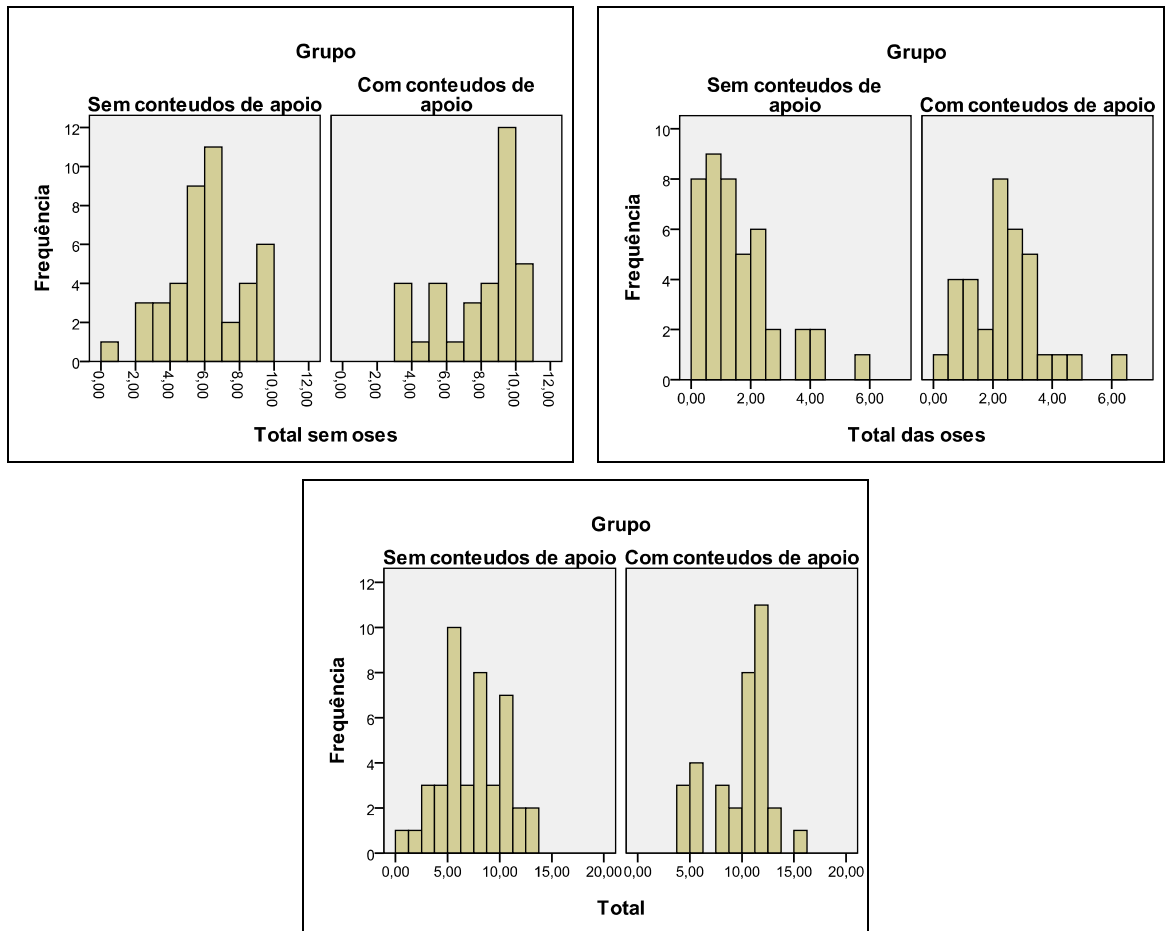


Imagem 4:1 – Classificações do teste de autodiagnóstico, por grupo e por tipo de questão.

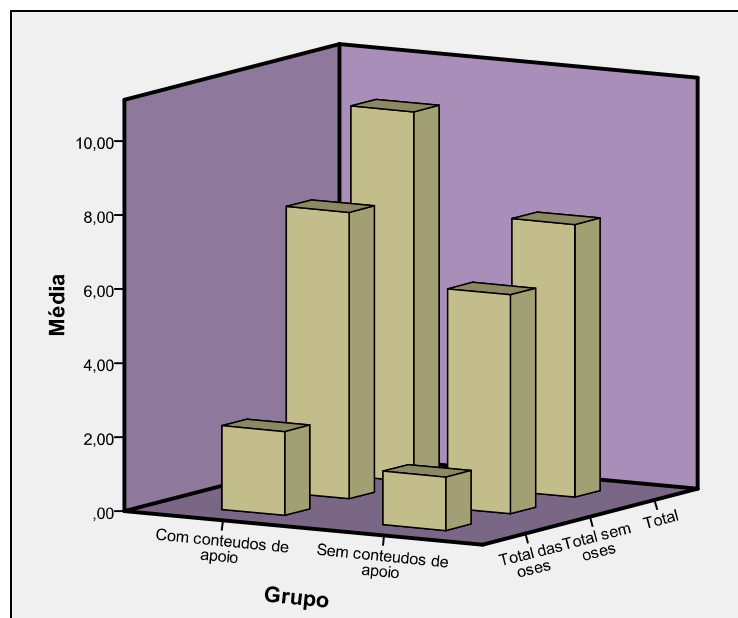


Imagem 4:2 – Classificações médias do teste de autodiagnóstico de Bioquímica, por grupo em 2009/2010.

Para se poder testar estatisticamente a alegação anterior, pode-se realizar alguns testes de hipóteses. É necessário verificar inicialmente a normalidade dos dados, o que foi feito recorrendo a um teste de *Kolmogorov-Smirnov* (uma vez que possuímos mais de 30 dados em cada amostra) e cujos dados constam na Tabela 15, onde é possível ver que, para alguns casos aparecem significâncias muito baixas, de 1%, de 0,8% e de 0%, valores muito abaixo de 5%, aceite usualmente, pelo que tem de se aceitar, nesses casos, que os dados não seguem uma distribuição normal, pelo que somos direccionados para testes não paramétricos, ainda que para as restantes situações os dados verifiquem a normalidade.

**Tabela 15 – Teste de Hipóteses para comprovar a normalidade das classificações por grupo, do teste de autodiagnóstico de Bioquímica em 2009/2010.**

Grupo		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Total	Sem conteúdos de apoio	0,074	43	0,200*	0,985	43	0,836
	Com conteúdos de apoio	0,174	34	0,010	0,928	34	0,028
Total das oses	Sem conteúdos de apoio	0,159	43	0,008	0,877	43	0,000
	Com conteúdos de apoio	0,108	34	0,200*	0,958	34	0,211
Total sem oses	Sem conteúdos de apoio	0,117	43	0,154	0,951	43	0,063
	Com conteúdos de apoio	0,218	34	0,000	0,850	34	0,000

a. Correção da significância de Lilliefors  
 \*. Este é o menor valor da verdadeira significância

Tendo verificado que nem sempre é comprovada a normalidade dos dados há que realizar um teste de *Mann-Whitney*, que compara os resultados entre dois grupos independentes verificando se os dados têm um comportamento semelhante (hipótese nula –  $H_0$ ) ou comportamentos distintos.

Foram feitos três testes de *Mann-Whitney*, comparando as classificações dos dois grupos de estudo, estando os resultados expressos na Tabela 16. No primeiro teste, foram comparadas as classificações totais obtendo-se uma significância de 0%, o que nos leva a rejeitar  $H_0$  e consequentemente a admitir a diferença de comportamentos entre os dois grupos com maior prevalência no grupo com acesso aos conteúdos multimédia. No segundo e terceiro testes os valores obtidos da significância são de 0% e de 0,1% o que nos leva às mesmas conclusões.

**Tabela 16 – Testes de Hipóteses (*Mann-Whitney*) para comprovar a igualdade das classificações por grupo e por tipo de questão, do teste de autodiagnóstico de Bioquímica em 2009/2010.**

Grupo		N	Média dos postos	Soma dos postos
Total	Com conteúdos de apoio	34	49,31	1676,50
	Sem conteúdos de apoio	43	30,85	1326,50
	Total	77		
Total sem oses	Com conteúdos de apoio	34	49,16	1671,50
	Sem conteúdos de apoio	43	30,97	1331,50
	Total	77		
Total das oses	Com conteúdos de apoio	34	48,12	1636,00
	Sem conteúdos de apoio	43	31,79	1367,00
	Total	77		

	total	Total sem oses	Total das oses
Mann-Whitney U	380,500	385,500	421,000
Wilcoxon W	1326,500	1331,500	1367,000
Z	-3,597	-3,552	-3,189
Sig. (teste bicaudal)	0,000	0,000	0,001

Desta forma somos levados a concluir, face aos valores das classificações, que o recurso a aulas multimédia é bastante benéfico para os alunos na auto-aprendizagem, com repercussões directas nas suas avaliações.



## 5. Notas Finais

Em virtude da extensão e quantidade de trabalhos realizados, não há apenas uma conclusão, mas sim um conjunto de conclusões dentro de cada trabalho realizado que se vão conjugando para se ter uma visão mais clara sobre o recurso às TIC no Ensino Superior. Desta forma, apresentam-se as conclusões relativas aos trabalhos apresentados no capítulo três, de uma forma separada, sendo avaliada no final a situação no seu todo.

No capítulo 3 abordou-se a concepção e criação de aulas multimédia realizadas apenas pelo docente ou com a colaboração de engenheiros informáticos, com o intuito de as disponibilizar aos alunos, quer através da plataforma de *e-learning* quer na sala de aula. A colocação dos conteúdos na plataforma permite ao aluno organizar o seu estudo de acordo com as suas disponibilidades e ritmo de aprendizagem, mas permite também ao docente e em sala de aula recorrer a esse repositório de conteúdos para o ajudar no ensino presencial.

Sendo as aulas multimédia destinadas aos alunos, é com base nos seus comentários, avaliações, utilização e desempenho que o docente pode aperceber-se da utilidade das mesmas, podendo ir alterando os aspectos menos positivos e fortalecendo os pontos mais fortes. Foi seguindo esta metodologia que foi possível ir recriando os conteúdos disponibilizados, sendo as versões actuais fruto de diversas intervenções. Neste aspecto há a diferenciar duas situações distintas: no caso das aulas multimédia elaboradas pelo docente, este realizava todas as alterações em tempo útil, enquanto que as aulas elaboradas com ajuda de informáticos, ainda que mais elaboradas, requeriam a ajuda dos mesmos para proceder a qualquer alteração. Desta forma, conclui-se que a situação ideal deve passar por juntar o melhor dos dois aspectos, ou seja, nas instituições de ensino haver equipas multidisciplinares encarregues da criação e alteração dos conteúdos educativos conjuntamente com o docente da unidade curricular, mas simultaneamente deve haver uma forte aposta na formação dos docentes de forma a torná-los mais independentes na criação dos seus conteúdos, apoiada por um investimento nas ferramentas necessárias, nomeadamente as LCMS e equipamentos como os quadros interactivos.

De entre as funções da equipa multidisciplinar referida, deveria considerar-se a avaliação dos novos conteúdos e metodologias. Pode concluir-se, a partir deste estudo, que existe uma enorme quantidade de variáveis às quais se deverá estar atento que permitem avaliar se o processo educativo está a decorrer conforme o esperado. Não é possível, em termos institucionais, ficar apenas dependente da versão do docente baseada muitas vezes em conversas informais com os seus alunos. Ainda que muito válidas e enriquecedoras não poderão justificar a implementação de medidas estruturais profundas. Para se proceder a

qualquer intervenção, torna-se necessário, cada vez mais, ser capaz de diagnosticar exactamente o local e forma de actuação, pelo que é imprescindível uma análise cuidada e especializada.

Nos trabalhos desenvolvidos foi extremamente positiva a reacção dos alunos, em especial, relativamente aos conteúdos para os quais estas tecnologias os ajudavam a compreender alguns pontos nos quais sempre havia dificuldade. Esta situação foi expressa muitas vezes quando os alunos referiam que durante o ensino secundário não tinham percebido bem um conceito ou situação e que, com esta abordagem, conseguiam finalmente compreendê-la. Com isto não se quer dizer que foi encontrada a solução para todas as dificuldades de aprendizagem, pois há alunos mais receptivos a estas metodologias do que outros. É de referir que quase a totalidade dos alunos começou por aceder a estes conteúdos através da plataforma LMS mas, com o passar do tempo, apenas alguns o foram fazendo de forma regular e constante. As razões que podem explicar uma utilização diferenciada destes recursos, por parte dos alunos, poderá ser o facto dos alunos não estarem habituados, por não ser um processo generalizado em todas as unidades curriculares, falta de tempo ou motivação, etc.

Estes aspectos, bem como outros de natureza pedagógica, do processo de concepção e de criação dos conteúdos foram desenvolvidos na parte final do capítulo 3, devendo referir-se que as conclusões a que se foi chegando são válidas para a população que esteve em causa, os alunos de Química e Bioquímica dos primeiros anos dos cursos ministrados na ESALD-IPCB. Contudo, considera-se que são generalizáveis para a maioria da população estudantil do Ensino Superior Português.

No subcapítulo 3.3.4 foi abordada a questão dos materiais multimédia obtidos a partir de diferentes origens, com o intuito de auxiliar os alunos e os docentes no processo de ensino/aprendizagem. Foram apresentados alguns exemplos de envolvimento de editoras, instituições e investigadores, muitos deles disponibilizando apresentações em *Power Point*, *sítios na internet* para apoio à docência e programas informáticos. De entre os programas informáticos disponibilizados, foi dado um especial ênfase às bases de questões para gerar testes de avaliação, tendo sido este tema extensivamente abordado no subcapítulo 3.4.

Quando se procede à pesquisa de material, é extremamente importante já possuir uma visão da natureza dos conteúdos, somente assim, poderemos à partida realizar uma pré-selecção de entre os inúmeros materiais disponíveis. O problema não está em encontrar material educativo na *Internet*, mas ser capaz de seleccionar de entre os diferentes materiais, aqueles que demonstram mais potencialidades. Essa sensibilidade vai-se adquirindo paulatinamente à medida que o docente se envolve mais nesta temática. Desta

forma poderá seleccionar os conteúdos com interesse em função da unidade curricular e do tipo de aluno a que se destina.

Quanto ao tipo e natureza dos conteúdos, devem verificar-se algumas condições, tais como:

- Os programas informáticos não devem ser muito específicos e de difícil obtenção;
- Sem tamanho informático excessivo;
- Estarem preferencialmente redigidos em português ou em inglês;
- Sem erros científicos ou de funcionamento;
- Não haja um excesso de informação a ser transmitida;
- Protegidos por direitos de autor, mas que permitam o seu acesso.

O tipo de aluno que está envolvido também pode condicionar a forma de transmitir o tipo de conteúdo. Há aspectos a considerar, tais como:

- Alunos do Ensino Superior Universitário ou Politécnico;
- Alunos com o estatuto de trabalhadores estudantes <sup>79</sup>;
- Curso de Formação profissional;
- Formação contínua ao longo da vida <sup>80</sup>;
- Alunos com necessidades educativas especiais;
- Ano lectivo da unidade curricular <sup>170</sup>;
- Alunos que possuem ou não um computador pessoal (PC);
- Tempo lectivo e tempo que despendem com o estudo da unidade curricular;
- Facilidade com que os alunos lidam com as novas tecnologias.

Foi também apresentada a aplicação dos Quadros Brancos Interactivos (QBI) e como a sua utilização pode beneficiar o processo de ensino/aprendizagem, em especial nas ciências naturais como a Química e a Bioquímica. Apresentaram-se alguns exemplos de utilização e as vantagens para os alunos, docentes e instituições, tal como o rápido acesso aos conteúdos lectivos de diferente natureza e a possibilidade de os combinar obtendo uma aula com diferentes componentes através de uma única ferramenta, podendo no final guardar todo o trabalho realizado para posterior utilização.

Tornou-se claro que os QBI são ferramentas cada vez mais complexas que permitem cada vez mais aplicações. São um elemento central nas instituições que recorrem às TIC, o que levanta duas sérias questões: a primeira é que, ao estar a direccionar de tal forma o ensino através das novas TIC, corre-se o risco de esquecer como dar uma aula apenas com um quadro de ardósia e giz, e a segunda questão é a de que ao dar tanta relevância as estas tecnologias, todo e qualquer docente que não recorra a elas corre o risco de ser considerado desactualizado e com métodos pedagógicos ultrapassados.

Sendo um forte defensor da implementação da novas TIC ao ensino, creio que, como em tudo na vida, é necessário ter alguma moderação nas medidas tomadas, não radicalizando e nem deixando que se criem confusões. Por exemplo, o QBI deve ser visto como um complemento, como mais uma ferramenta não centrado tudo em seu redor, correndo o risco de ter todo o processo tão centrado numa ferramenta que, caso ela falhe, pode inviabilizar o normal decurso de uma aula.

No subcapítulo 3.4. aborda-se uma ferramenta bastante útil para alunos, docentes e instituições. São os programas informáticos que armazenam questões de avaliação e que podem criar e gerir provas de avaliação, tendo-se dado destaque ao programa Diploma. No caso do trabalho realizado, apenas foi analisado o benefício directo para o docente o facto de ter, de uma forma agrupada, uma colecção de questões que poderá usar rapidamente poupando tempo e esforço.

No caso dos alunos, foi reconhecido pelos mesmos a mais valia de uma ferramenta desta natureza que lhes permitisse irem consolidando o seu estudo, com base na resolução de testes de treino, tendo de imediato a resolução dos mesmos e a respectiva avaliação.

A nível institucional, uma ferramenta desta natureza poderia acarretar profundas modificações na sua forma de funcionamento e na mentalidade dos docentes. A instituição, ao disponibilizar uma ferramenta semelhante à descrita, poderia permitir a partilha de questões entre diferentes docentes da instituição, sendo guardado um repositório de questões, de acesso mais ou menos condicionado. Seria necessário que as instituições comesçassem a encarar esta função docente, isto é, a criação de questões de avaliação, como uma parte importante na docência. É claramente perceptível que boas respostas estão associadas a boas questões.

No subcapítulo 3.5. foi abordada uma aplicação informática quase imprescindível para o *E-learning*, as LMS. É nestas plataformas que podem ser colocados e disponibilizados aos alunos os conteúdos dos quais se falou anteriormente. Dada a enorme variedade destes produtos no mercado, é bastante importante a escolha da LMS, analisando previamente factores como a dificuldade de utilização, o tempo necessário para

os utilizadores se ambientarem bem como as despesas de manutenção, factores que poderão inviabilizar a sua implementação.

Novamente nesta situação a experiência nesta área vai dando alguma sensibilidade quanto ao tipo de LMS que cada instituição necessitará, muito em virtude do tipo de ensino, do tipo de alunos e de docentes que tenha. Imaginemos a situação de uma instituição que opte pelo *MOODLE*, por ser gratuito, mas que não possua pessoal qualificado para a implementar e monitorizar constantemente, realizando as intervenções que sejam necessárias. Seria então catastrófica a escolha, pois com as dificuldades sempre a surgirem, estas levariam a que os alunos e docentes a abandonassem bem como iriam criar um clima de desconforto, face a qualquer outra LMS que fosse implementada posteriormente.

Estas plataformas têm um papel fundamental num processo ensino/aprendizagem que inclua novas tecnologias aplicadas ao ensino. São elas que permitem juntar num único local várias componentes do processo educativo, permitindo-lhes complementar as aulas presenciais. Nalguns casos, são o único meio de contacto entre aluno e docente, como nos cursos puramente *E-learning*. Ao congregar num local todos os conteúdos para o ensino de uma matéria, a plataforma permite rentabilizar o tempo de trabalho quer do aluno quer do docente que assim podem aceder a tudo sem despendem muito tempo à procura dos mesmos. No caso do docente, há ainda a vantagem acrescida que caso necessite leccionar novamente a mesma matéria, já tem uma base de trabalho bastante extensa que poderá sempre ir complementando.

Com base nesta tecnologia, o docente pode estruturar o programa da unidade curricular que lecciona, não só para tarefas a desempenhar dentro da sala de aula mas também fora da mesma, podendo assim ter acesso ao trabalho realizado pelo aluno fora da sala de aula. Este sempre foi um dos aspectos considerados importantes em qualquer unidade curricular, isto é, o esforço realizado pelo aluno fora do horário lectivo, mas somente agora, com recurso a tecnologias como estas, o docente poderá aferir realmente esse trabalho realizado pelo aluno e contabilizá-lo no processo avaliativo.

No decurso deste trabalho, não foram encontrados na literatura estudos com a especificidade e abrangência deste. Apenas foram compiladas teses de doutoramento abordando a implementação das TIC no ensino<sup>74, 109, 110 117</sup> e alguns estudos sobre o uso das TIC para ultrapassar dificuldades lectivas específicas da Química<sup>40, 212, 213</sup>. Neste trabalho, tratou-se de conciliar aspectos dispersos ao longo de várias dissertações e artigos científicos, como o processo de criação de aulas multimédia, a sua implementação no

processo de ensino/aprendizagem, o uso de outras TIC, de forma a ultrapassar dificuldades de aprendizagem dos alunos no ensino superior.

Diversos estudos<sup>74, 109, 110</sup> exprimem a importância das TIC no processo de ensino/aprendizagem, no entanto para uma implementação bem sucedida destas tecnologias, o docente deverá possuir formação específica nesta área. À semelhança das conclusões deste estudo, enfatiza-se o papel do docente e valoriza-se o seu esforço, devendo ser acompanhado por um investimento institucional, nomeadamente na sua formação, de forma a poder implementar metodologias de ensino baseadas nas novas TIC.

Os trabalhos que abordam especificamente o uso de TIC para superar dificuldades lectivas específicas<sup>40, 51, 117, 213</sup>, reflectem um elevado sucesso em cada um dos estudos, tal como ocorre nos casos das aulas multimédia aqui apresentados. É possível ver que esta melhoria na leccionação teve consequências directas nos alunos, bem como nos docentes. Embora tenha de haver, por parte destes, um esforço acrescido, este é acompanhado por um sentimento de realização pessoal.

Esta é uma área ainda a dar os primeiros passos, mas que são passos de gigante. O que hoje é a última versão da tecnologia, amanhã estará ultrapassado com as novidades que vão surgindo sempre a um ritmo exponencial, segundo uma máxima que é o de fazer mais e melhor do que as tecnologias existentes. Em Portugal, já se começa tarde na utilização das novas TIC no Ensino, estando agora a dar-se alguns passos significativos, mas ainda muito tímidos face ao que é praticado internacionalmente. Quanto mais tempo se demorar a atingir o estado de conhecimento e implementação destas tecnologias no Ensino, mais difícil e custoso será o processo.

Este trabalho desvendou apenas alguns aspectos da aplicação das novas TIC ao Ensino. Sendo esta área tão extensa, seria demasiado pretensioso tentar realizar um trabalho que abrangesse tudo. Contudo, a nossa vontade foi a introdução neste campo tão fascinante e motivador, abrindo esta porta para que possamos avançar um pouco mais, e levando connosco todos os que de alguma forma, ao ler este trabalho, se entusiasmem, o usem como ponto de partida e prossigam numa área em que cada um é que traça o seu caminho.





---

**BIBLIOGRAFIA**

- (1) Simões, J. A., De regresso aos Gregos? A crise das ciências tradicionais, *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, **2005**, 98, 12-13.
- (2) Alessi, S. M.; Trollip, S. R. *Multimedia for Learning. Methods and Development.*, 3rd ed.; Alyn & Bacon - Pearson Education Company: Needham Heights, Massachusetts, 2001.
- (3) Almeida, A. M.; Dourado, L. G. P.; Maia, M. E.; Freitas, M. *Concepção e concretização das acções de formação*: Lisboa, 2000.
- (4) Batista, C.; Valeiro, C.; Carvalho, C.; Ferreira, F.; Oneto, R. *Fichas de Bolso: Apoio ao Profissional de Formação*: Lisboa, 2000.
- (5) Estrela, A.; Pinto, M.; Silva, I. L.; Rodrigues, A.; Pinto, P. R. *Formação de Professores por Competências - Projecto FOCO*: Lisboa, 1991.
- (6) GEPE *O Ensino das Ciências nas Escolas da Europa : Políticas e Investigação*: Lisboa, 2006.
- (7) Marques, F.; Cotrim, A.; Batista, C.; Guedes, C. *Catálogo de Recursos Técnico-Pedagógicos 2003: Formação a Distância e e-Learning*: Lisboa, 2003.
- (8) Mateus, A.; Maia, E.; Alves, J. M.; Serra, J. M.; Pedrosa, M. A. *Materiais Didácticos 1*: Lisboa, 2000.
- (9) MCT *Portugal na Sociedade da Informação*; Ministério Ciência Tecnologia - Observatório Ciências Tecnologias: Lisboa, 2002.
- (10) Rosa, E. Ò. *Modelos de Aprendizagem a Distância para adultos: um Estudo Experimental*: Lisboa, 2002.
- (11) Silva, R. V.; Silva, A. V.; Moraes, M. C.; Moran, J. M.; Morgado, L.; Souza, R. R.; Porto, S. C.; Azevedo, W.; Ramos, J. P.; Carneiro, R. *Educação, Aprendizagem e Tecnologias - Um Paradigma para Professores do Século XXI*; APGC - Associação Portuguesa para a Gestão do Conhecimento: Lisboa, 2005.
- (12) Vareiro, C.; Ferreira, F.; Oneto, R. *Fichas de Bolso: Apoio ao Profissional de Formação*: Lisboa, 1999.
- (13) Hartman, S. J.; DeMatteis, M. J. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2008**, Vol. 4, 1, 1-13.
- (14) Belloni, M.; Christian, W. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2005**, Vol. 1, 1, 1-15.
- (15) Belo, J. L.; Ismael, M. I.; Simões, M. F. *Elaboração de conteúdos para as plataformas de E-learning como suporte à docência da Química e da Bioquímica*, XX Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química, Campus da Caparica - FCT|UNL, 14 a 16 de Dezembro 2006.

- (16) Belo, J. L.; Marques, D.; Romão, B.; Metrolho, J. C.; Oliveira, P. B. *Ferramenta multimédia para suporte ao ensino de Controlo em cursos de Engenharia*, Conferência Luso Moçambicana de Engenharia, Maputo - Moçambique 2001.
- (17) Bilbao, J.; Rodríguez, M.; Bravo, E.; García, O.; Varela, C.; González, P.; Valdenebro, V.; Uranga, M. E. *Use of the MOODLE platform to improve the results of the students*, INTED2007. International Technology, Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.
- (18) Brown, G.; Peterson, N. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2008**, Vol. 4, 2, 190-197.
- (19) Curiskis, N. J. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2006**, Vol. 2, 1, 42-48.
- (20) Cuthrell, K.; Lyon, A. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2007**, Vol. 3, 4, 357-362.
- (21) Davi, A.; Frydenberg, M.; Gulati, G. J. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2007**, Vol. 3, 3, 222-233.
- (22) Gilbert, J. A. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2008**, Vol. 4, 1, 51-56.
- (23) Power, M. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2008**, Vol. 4, 4, 503-514.
- (24) Reis, E.; Paiva, J. C. *MOODLE SOFTCIÊNCIAS: a case of dissemination and support to the implementation of LCMS MOODLE and the b-learning in the Portuguese non superior education*, INTED2007. International Technology, Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.
- (25) Loke, J. C. F. *Journal of Instructional Science and Technology*, **2006**, Vol. 8, 1.
- (26) Burchum, J. R.; Russell, C. K.; Likes, W.; Adymy, C.; Britt, T.; Driscoll, C.; Graff, J. C.; Jacob, S. R.; Cowan, P. A. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2007**, Vol. 3, 1, 40-52.
- (27) Balcells, J. P.; Martin, J. L. *Os Métodos no Ensino Universitário*; Livros Horizonte, Lda: Lisboa, 1985.
- (28) Campos, B. P.; Roldão, M. C.; Alarcão, I.; Canário, R.; Formosinho, J. *Formação Profissional de Professores no Ensino Superior*, INAFOP - Instituto Nacional de Acreditação da Formação de Professores, 2001.
- (29) Fevereiro, M. P.; Caetano, H. V.; Santos, M. G. *Cadernos didácticos de Ciências*: Lisboa, 2001.
- (30) GEPE *Modernização Tecnológica das Escolas 2006/07*: Lisboa, 2008.
- (31) Lagana, A.; Doyle, A.; Troalen, L. *European Funding: COST Cooperation in the field of Scientific and Technical Research*, European Chemistry Thematic Network - Newly Appointed University Chemistry Teaching Staff Summer School, Malta, 22-27 June 2005 2005; 13-14.
- (32) Duran, M.; Besalú, E.; Duran, J.; Planas, M. *"LAQUIMICA.NET", a project to build a bridge with secondary education - a tool to improve learning within chemical studies at the university of Girona.*, INTED2007. International

- Technology, Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.
- (33) Parslow, G. R. *Biochemistry and Molecular Biology Education* **2005**, Vol. 33, 4, 309.
- (34) Sánchez, J. M.; Hidalgo, M.; Salvadó, V. *VALORA: a pc program for the self-learning of acid base titrations*, INTED2007. International Technology, Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.
- (35) HaiJew, S. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2008**, Vol. 4, 2, 211-216.
- (36) Abrantes, A. F.; Vieira, C. S.; Silva, M. F., Estudo sobre a "Quantidade de substância" e Mole., *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, **2003**, 90, 65-68.
- (37) Chen, C. J. *Journal of Instructional Science and Technology*, **2006**, Vol. 9, 2, 1-16.
- (38) Cook, M. P. *Science Education*, **2006**, Vol. 90, 1073-1091.
- (39) Serrano, J. A. *Graphical tools for learning*, INTED2007. International Technology, Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.
- (40) Paiva, J. C. *Ensino do Equilíbrio Químico: subtilezas e simulações computacionais*, Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2000.
- (41) Barneto, G.; Cárdenas, A. P. *Methodological changes in organic chemistry learning*, INTED2007. International Technology, Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.
- (42) Martins, I. P.; Simões, C. S. N.; Simões, T. S.; Lopes, J. M.; Costa, J. A.; Claro, P. R., Educação em Química e Ensino de Química Perspectivas curriculares – Parte II, *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, **2005**, 96, 33-37.
- (43) Paiva, J. C.; Trindade, J.; Gil, V. M., Estereoscopia no Ensino da Química, *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, **2002**, 86, 63-70.
- (44) Pou-Amérigoa, R.; Ochandob, L. E.; Serrano-Andrésa, L. *Teaching innovation in the framework of the European higher education area: an ECTS experience in chemistry*, INTED2007. International Technology, Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.
- (45) Fonseca, I. M., Erros experimentais – uma abordagem pedagógica 1 – Parte I, *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, **2005**, 95, 37-41.
- (46) Jiménez, L.; Estupinyà, P.; Mans, C. *Teaching chemistry has to be tedious, boring and monotonous?*, INTED2007. International Technology, Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.
- (47) Martins, I. P.; Simões, M. O.; Simões, T. S.; Lopes, J. M.; Costa, J. A.; Claro, P. R., Educação em Química e Ensino de Química – Perspectivas curriculares, *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, **2004**, 95, 42-45.
- (48) Carmo, H.; Ferreira, M. M. *Metodologia da Investigação: Guia para Auto-aprendizagem*, 2 ed.; Universidade Aberta: Lisboa, 2008.

- (49) Oliveira, A. G. *Bioestatística, Epidemiologia e Investigação*; LIDEL- Edições Técnicas, Lda.: Lisboa, 2009.
- (50) García, M. C. *Does european credit transfer system stimulate the student participation and learning?*, INTED2007. International Technology, Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.
- (51) Doorman, L. M. *Modelling motion: from trace graphs to instantaneous change*, Tese de Doutoramento, Utrecht University, Utrecht, 2005.
- (52) Gillett, J. E. *Chemical Engenniering Technology*, **2001**, Vol. 24, 6, 561-570.
- (53) Kennewell, S.; Beauchamp, G. *Learning, Media and Technology*, **2007**, Vol. 32, 3, 227-241.
- (54) BECTA, *Getting the most from your interactive whiteboard - A guide for primary schools*, 2004.
- (55) Balanskat, A.; Blamire, R.; Kefala, S., *The ICT Impact Report - A review of studies of ICT impact on schools in Europe*, 2006.
- (56) SMART; Technologies, *Interactive Whiteboards and Learning: A Review of Classroom Case Studies and Research Literature*, 2004
- (57) Moss, G.; Jewitt, C.; Levačić, R.; Armstrong, V.; Cardini, A.; Moss, F. C., *The Interactive Whiteboards, Pedagogy and Pupil Performance Evaluation: An Evaluation of the Schools Whiteboard Expansion (SWE) Project*: London Challenge London, 2007.
- (58) Haldane, M. *Learning, Media and Technology*, **2007**, Vol. 32, 3, 257-270.
- (59) Zevenbergen, R.; Lerman, S. *Mathematics Education Research Journal*, **2008**, Vol. 20, 1, 108-126.
- (60) Higgins, S.; Beauchamp, G.; Miller, D. *Learning, Media and Technology*, **2007**, Vol. 32, 3, 213-225.
- (61) Hodge, S.; Anderson, B. *Learning, Media and Technology*, **2007**, Vol. 32, 3, 271-282.
- (62) Paiva, J. *As Tecnologias de Informação e Comunicação: Utilização pelos Professores*; Ministério da Educação: Departamento de Avaliação Prospectiva e Planeamento: Lisboa, 2002.
- (63) Paiva, J. *As Tecnologias de Informação e Comunicação: Utilização pelos Alunos*; Ministério da Educação: Departamento de Avaliação Prospectiva e Planeamento: Lisboa, 2003.
- (64) Teixeira, P. I. *Cadernos didácticos de Ciências*: Lisboa, 2001.
- (65) Kwache, P. Z. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2007**, Vol. 3, 4, 395-399.
- (66) Nieto, A. L.; Guijarro, E.; Berjano, E. J. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2006**, Vol. 2, 1, 22-29.
- (67) Olapiriyakul, K.; Scher, J. M. *Internet and Higher Education*, **2006**, Vol. 9, 4, 287-301.

- 
- (68) Stav, J. B. *A European audio-video information base*, INTED2007. International Technology, Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.
- (69) Toprakci, E. *Journal of Instructional Science and Technology*, **2006**, Vol. 9, 1, 1-16.
- (70) Carroll, J. A. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2007**, Vol. 3, 4, 466-480.
- (71) Grant, M. R.; Thornto, H. R. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2007**, Vol. 3, 4, 346-356.
- (72) Shea, P. A. *New Directions for Student Services*, **2005**, Vol. Winter no. 112, 15-24.
- (73) Agustí, M. F.; Serrano, M. J. H. *The impact of technology and education in our current society: training for information searching (via internet) in the european framework for higher education*, INTED2007. International Technology, Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.
- (74) Carrão, E. M. *Repensar a informática educativa: construção de um dispositivo para dar vez e voz aos professores na utilização de softwares educacionais*, Tese de Doutoramento, Universidade do Minho, Braga, 2001
- (75) Hollis, V.; Madill, H. *Occupational Therapy International*, **2006**, Vol. 13, 2, 61-78.
- (76) Irwin, C.; Berge, Z. *Journal of Instructional Science and Technology*, **2006**, Vol. 9, 1, 1-7.
- (77) Pagliarello, M. C. *Reluctant teachers and traditional learning methods: the multimedia teaching as a cross-roads between the old and the new*, INTED2007. International Technology, Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.
- (78) Wilson, M. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2008**, 73-83.
- (79) O'Lawrence, H. *Journal of Education and Human Development*, **2007**, Vol. 1, 1.
- (80) McGee, P.; Green, M. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2008**, Vol. 4, 2, 146-157.
- (81) Tomczak, M. *Ten years of online oceanography, a review of motivation and outcomes*, INTED2007. International Technology, Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.
- (82) Paulsen, M. F., *The Online Report on Pedagogical Techniques for Computer-Mediated Communication*; NKI Oslo, Norway, 1995.
- (83) Rekkedal, T., *Courses on the WWW - Student Experiences and Attitudes Towards WWW Courses*; Ericsson Systems Expertise, Ireland, University of Rome III, Italy, NKI Distance Education, Norway, 1998.
- (84) Rekkedal, T., *Torstein Rekkedal: Courses on the WWW - Student Experiences and Attitudes Towards WWW Courses - II* Ericsson Systems Expertise, Ireland, University of Rome III, Italy, NKI Distance Education, Norway, 1999.

- (85) Keegan, D.; Dias, A.; Batista, C.; Olsen, G.-A.; Fritsch, H.; Follmer, H.; Micincová, M.; Paulsen, M. F.; Dias, P.; Pimenta, P., *E-Learning - O Papel dos Sistemas de Gestão da Aprendizagem na Europa, Formação a Distância & e-Learning*, **2002**.
- (86) Osborne, J.; Dillon, J., *Science Education in Europe: Critical Reflections*; King's college: London, 2008.
- (87) Belo, J. L.; Mendes, S.; Lopes, A. *Chemistry, a new approach with new technologies - PCChem*, Teaching and Learning in Higher Education: New Trends and Innovations, Universidade de Aveiro, 13 - 17 April 2003; 83.
- (88) Belo, J. L.; Opitz, L. *A multimedia chemistry lesson, for an e-learning platform.*, INTED2007. International Technology Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.
- (89) Brito, A.; Rodriguez, M. A.; Niaz, M. *Journal of Research in Science Teaching*, **2005**, Vol. 42, 1, 84-111.
- (90) Cardinale, A.-M.; O'Brien, J. *The European Image of Chemistry*, European Chemistry Thematic Network - Newly Appointed University Chemistry Teaching Staff Summer School, Malta, 22-27 June 2005 2005; 11-12.
- (91) Duran, M.; Guillaumes, L. *Blogging as an educational tool in chemistry: why it works for some students and does not for others*, INTED2007. International Technology, Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.
- (92) Kent, S.; Milsted, A.; Essex, J.; Frey, J. *A computer-aided drug discovery system for chemistry outreach and teaching* INTED2007. International Technology, Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.
- (93) Reid, N.; Mbajirgu, N. *Factors Influencing Curriculum Development in Chemistry*; Higher Education Academy Physical Sciences Center, 2006.
- (94) Bennett, S.; Yates, P.; Keating, J. J.; Palafox, M. *Assessment and Evaluation*, European Chemistry Thematic Network - Newly Appointed University Chemistry Teaching Staff Summer School, Malta, 22-27 June 2005 2005; European Chemistry Thematic Network, 2005; 18-20.
- (95) Byers, B.; Overton, T.; O'Connor, C.; Ma, R. *Promoting learning through Peer Group Work*, European Chemistry Thematic Network - Newly Appointed University Chemistry Teaching Staff Summer School, Malta, 22-27 June 2005 2005; 9-10.
- (96) Dickinson, J.; Magyarfalvi, G.; SToyanov, S. *Using the Web in Teaching and Learning*, European Chemistry Thematic Network - Newly Appointed University Chemistry Teaching Staff Summer School, Malta, 22-27 June 2005 2005; 28-29.
- (97) Koeckhoven, J.; O'Donnell, C.; Brindell, M. *Portfolios for students and staff*, European Chemistry Thematic Network - Newly Appointed University Chemistry Teaching Staff Summer School, Malta, 22-27 June 2005 2005; 4-6.
- (98) Maciejowska, I.; Athanassopoulos, C.; Cresswell, S.; O'Leary, P. *Widening Participation/ The Many Roles of the Teacher*, European Chemistry Thematic

- Network - Newly Appointed University Chemistry Teaching Staff Summer School, Malta, 22-27 June 2005 2005; 32-33.
- (99) Mimero, P.; Petrova, M. A.; Tepner, O. *Widening Participation*, European Chemistry Thematic Network - Newly Appointed University Chemistry Teaching Staff Summer School, Malta, 22-27 June 2005 2005; 21-22.
- (100) Overton, T.; Maciejowska, I.; Malek, K.; Strašík, S. *Context and Problem-Based Learning*, European Chemistry Thematic Network - Newly Appointed University Chemistry Teaching Staff Summer School, Malta, 22-27 June 2005 2005; 23-27.
- (101) Wallace, R.; Byers, B.; Maciejowska, I.; Lilienkampf, A.; Wietecha-Posluszny, R. *Supervision*, European Chemistry Thematic Network - Newly Appointed University Chemistry Teaching Staff Summer School, Malta, 22-27 June 2005 2005; 23-27.
- (102) Yates, P., *Proceedings of Second Summer School*; European Chemistry Thematic Network: Malta, 2007.
- (103) Yates, P.; Athanassopoulos, C.; Cresswell, S.; O'Leary, P., *Networking and Conclusions*; European Chemistry Thematic Network, 2005: Malta, 2005.
- (104) Yates, P.; Cave, G.; Tepner, M., *European Developments in Chemical Education*; European Chemistry Thematic Network, 2005: Malta, 2005.
- (105) Yates, P.; Markic, S.; zahariev, A., *Presentation Skills*; European Chemistry Thematic Network, 2005: Malta, 2005.
- (106) Mimero, P. *Two projects to ease students mobility: quality labels for diploma recognition and the echemtest assessment tool*, INTED2007. International Technology, Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.
- (107) Reid, N. *Getting Started in Pedagogical Research in the Physical Sciences*; Higher Education Academy Physical Sciences Center, 2006.
- (108) Paiva, J. C.; Figueira, C.; Brás, C.; Sá, R., *E-learning: o estado da arte*; Sociedade Portuguesa de Física – Softciências, 2004.
- (109) Machado, M. J. *A formação de professores em tecnologias de informação e comunicação como promotora da mudança em educação*, Tese de Doutoramento, Universidade do Minho, Braga, 2001
- (110) Meirinhos, M. F. *Desenvolvimento profissional docente em ambientes colaborativos de aprendizagem a distância : estudo de caso no âmbito da formação contínua*, Tese de Doutoramento, Universidade do Minho, Braga, 2006.
- (111) Magalhães, A. L., As limitações da linguagem no ensino da Mecânica Quântica, *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, **2002**, Vol. 86, 15, 70-73.
- (112) Schrum, L.; Burbank, M. D.; Capps, R. *Internet and Higher Education*, **2007**, Vol. 10, 204-211.
- (113) Sousa, J. A., Químio-informática. Conteúdos que urge ensinar., *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, **2002**, 84, 55-59.

- (114) Educação, M. d. *Educação e Formação em Portugal*: Lisboa, 2007.
- (115) Estrela, M. T.; Esteves, M.; Rodrigues, Â. *Síntese da Investigação sobre Formação Inicial de Professores em Portugal (1990-2000)*; INAFOP - Instituto Nacional de Acreditação da Formação de Professores, IIE - instituto de Inovação Educacional, 2002.
- (116) Mateus, A.; Dourado, L. G. P.; Freitas, M. J. *Concepção e concretização das acções de formação*: Lisboa, 2000.
- (117) Runnestø, R.; Ristesund, G. *Experiences with Learning Management Systems in Norwegian Universities and Colleges*, Diploma project, NITH - Norges Informasjonsteknologiske Hogskole, Bekkestua, 2002
- (118) Heilesen, S. B.; Josephsen, J. *Computers & Education*, **2008**, Vol. 50, 2, 525-534
- (119) DeRouin, R. E.; Fritzsche, B. A.; Salas, E. *Human Resource Management*, **2004**, Vol. 43, Summer/Fall, 2 & 3, 147-162.
- (120) Russell, A. T.; Comello, R. J.; Wright, D. L. *Journal of Education and Human Development*, **2007**, Vol. 1, 1.
- (121) Brew, A. *New Directions for Teaching and Learning*, **2006**, Vol. 107, 13-23.
- (122) Glawin, R. *An Annotated Bibliography of Research Into The Teaching and Learning of The Physical Sciences at The Higher Education Level (update 2003-2006)*; LSTN (Learning and Teaching Support Network) Physical Sciences Center: Centre for Science Education, University of Glasgow., 2007.
- (123) Schnackenberg, H. L. *Journal of Education and Human Development*, **2007**, Vol. 1, 2.
- (124) Ashcraft, D.; Treadwell, T.; Kumar, V. K. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2008**, Vol. 4, 1, 109-116.
- (125) INOFOR *Metodologias e Conteúdos dois pilares do e-learning*: Lisboa, 2003.
- (126) Bradshaw, G. L. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2005**, Vol. 1, 2, 1-10.
- (127) Bradshaw, G. L.; Crutcher, R. J. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2006**, Vol. 2, 4, 226-233.
- (128) Valadares, J. *Estratégias Construtivistas e investigativas no ensino das ciências.*, O Ensino das Ciências no âmbito dos Novos Programas, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 4 de Maio 2001.
- (129) Arriada, M. C.; Ramos, E. F. *Como promover condições favoráveis a aprendizagem cooperativa apoiada por computador*, RIBIE 2000 - V Congresso Ibero-americano de Informática Educativa, Viña Del Mar 2000.
- (130) So, H.-J.; Brush, T. A. *Computers & Education*, **2008**, Vol. 51, 1, 318-336.
- (131) Souto, J. A. *Individual and collaborative experiences of self-learning education in chemical engineering*, INTED2007. International Technology, Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.
- (132) Beltrán, S. *El Aula Inteligente. Nuevo Horizonte Educativo*; Espasa: Madrid, 1998.

- (133) Gibbons, M. *The Self Directed Learning Handbook: challenging adoslecent student to excel*; John Wiley and Sons, 2002.
- (134) Delialioglu, O.; Yildirim, Z. *Computers & Education*, **2008**, Vol. 51, 1, 474-483.
- (135) Butrimiene, E.; Danilevicius, E. *Prerequisites for a Systemic Employment of E-learning: Adequacy between the Opportunities and Students' Needs (Lithuanian Case Study)*, INTED2007. International Technology, Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.
- (136) Kumar, M. *Journal of Instructional Science and Technology*, **2005**, Vol. 7, 2.
- (137) Esteban, M., El diseño de entornos de aprendizaje constructivista., *RED: Revista de Educación a Distancia*, **2002**, Vol. 6.
- (138) Zapata, M., Evaluación de un Sistema de Gestión del Aprendizaje, *RED: Revista de Educación a Distancia*, **2003**, Vol. 8.
- (139) GEPE *Perfil do docente 2005/06*: Lisboa, 2007.
- (140) GEPE *Perfil do docente 2006/07*: Lisboa, 2007.
- (141) Rego, A.; Sousa, L. *Psychologia*, **2000**, Vol. 25, 67-74.
- (142) Rego, A.; Sousa, L. *Psychologia*, **2000**, Vol. 25, 75-87.
- (143) Rinaudo, M. C.; Chiecher, A.; Donolo, D., Listas de distribución: recursos mediadores para aprender y enseñar a distancia., *RED: Revista de Educación a Distancia*, **2002**, 6.
- (144) INOFOR *O e-Learning e a gestão do conhecimento*: Lisboa, 2003.
- (145) INOFOR *e-Formadores*: Lisboa, 2004.
- (146) Rego, A., Comportamentos de cidadania docente universiaria: Operacionalização de um construto., *Revista de educação - Departamento de Educação da F. C. da U. L.*, **2001**, Vol. X, 1 87-97.
- (147) Maçada, D. L.; Tijiboy, A. V. *Aprendizagem cooperativa em ambientes telemáticos*, RIBIE 1998- IV Congresso Ibero-americano de Informática Educativa, Brasília 1998.
- (148) Mickell, T. S.; Danner, B. S. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2007**, Vol. 3, 2, 105-111.
- (149) Sparks, P.; Mentz, L. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2006**, Vol. 2, 4, 268-275.
- (150) Jabr, N. H.; Kallow, S. A.-K.; Al-Kindee, M. *Journal of Education and Human Development*, **2007**, Vol. 1, 2.
- (151) Bartholomew, K. W. *Internet and Higher Education*, **2007**, Vol. 10, 4, 283-286.
- (152) Bliuc, A.-M.; Goodyear, P.; Ellis, R. A. *Internet and Higher Education*, **2007**, Vol. 10, 4, 231-244.
- (153) Bonk, C. *Blended Learning, Situations and Solutions*: Indiana Unversity, 2006.
- (154) Botella, A. G. *Guided virtual learning in blended environments*, INTED2007. International Technology, Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.

- (155) Garrison, D. R.; Kanuka, H. *Internet and Higher Education*, **2004**, Vol. 7, 95-105.
- (156) Yelon, S. *Performance Improvement* **2006**, Vol. 45, 3, 22-26.
- (157) Montague, D.; Parker, M.; Hanson, S.; Chastain, C. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2007**, Vol. 3, 4, 429-436.
- (158) Johnson, M. J.; Hall, J. L. *Journal of Education and Human Development*, **2007**, Vol. 1, 1.
- (159) Dell, C. A.; Hobbs, S. F.; Miller, K. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2008**, Vol. 4, 4, 602-610.
- (160) Santos, A. *O Papel dos Sistemas de Gestão da Aprendizagem* Braga 2002.
- (161) Hurlburt, S. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2008**, Vol. 4, 2, 182-189.
- (162) Fose, L.; Mehl, M. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2007**, Vol. 3, 3, 277-287.
- (163) Frydenberg, M. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2008**, Vol. 4, 2, 169-181.
- (164) Chin, S. S.; Williams, J. B. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2006**, Vol. 2, 1, 12-21.
- (165) Iiyoshi, T. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2005**, Vol. 1, 1.
- (166) Schoner, V.; Buzza, D.; Harrigan, K.; Strampel, K. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2005**, Vol. 1, 1.
- (167) Windle, R.; Wharrad, H.; McCormick, D.; Dandrea, J.; Bath-Hextall, F.; Leighton, B.; Lacey, J.; Bentley, E.; Cook, J.; Holley, D. *Does a community of practice approach to the development of learning objects support reuse of e-learning materials in health science education?*, INTED2007. International Technology, Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.
- (168) Handal, B.; Herrington, A. *Journal of Instructional Science and Technology*, **2005**, Vol. 7, 2.
- (169) Elsenheimer, J. *Performance Improvement*, **2006**, Vol. 45, 8, 26-30.
- (170) Tyler-Smith, K. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2006**, Vol. 2, 2, 73-86.
- (171) Cooper, S. T.; Tyser, R. W.; Sandheinrich, M. B. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2007**, Vol. 3, 3, 214-221.
- (172) RicoJuan, J. R.; Carrasco, R. C. *How to create easily video presentations using open source tools*, INTED2007. International Technology, Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.
- (173) Lam, K.-Y. *Electronic library resources in the learning process*, INTED2007. International Technology, Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.
- (174) Belo, J. L.; Romão, B.; Costa, M.; Metrolho, J. C.; Oliveira, P. B. *Interactive Teaching tool for Control Engineering*, Teaching and Learning in Higher

- Education: New Trends and Innovations, Universidade de Aveiro, 13 - 17 April 2003; 91.
- (175) Belo, J. L.; Simões, M. F.; Ismael, M. I. *Criação de aulas multimédia : O docente sozinho ou com a ajuda de um informático*, XXI Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Química, FEP, 11 a 13 de Junho 2008.
- (176) Laubsch, P. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2006**, Vol. 2, 2, 62-74.
- (177) Muijs, D.; Robinson, W.; Kyriakides, L.; Campbell, J. *Assessing Teacher Effectiveness: Developing a Differentiated Model*; Taylor & Francis, 2004.
- (178) Abbitt, J. T. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2007**, Vol. 3, 4, 437-447.
- (179) Bubas, G.; Kermek, D. *Courseware tools and social software in a hybrid university course: a case study with an evaluation of the online components*, INTED2007. International Technology, Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.
- (180) Latterell, C. M.; Deneen, L. *Journal of Instructional Science and Technology*, **2006**, Vol. 9, 2, 1-12.
- (181) Mandernach, B. J.; Gonzales, R. M.; Garrett, A. L. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2006**, Vol. 2, 4, 248-261.
- (182) Tesone, D. V.; Ricci, P. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2008**, Vol. 4, 3, 317-324.
- (183) Livne, N. L.; Livne, O. E.; Wight, C. A. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2007**, Vol. 3, 3, 295-306.
- (184) Pollanen, M. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2007**, Vol. 3, 2, 203-213.
- (185) Stein, D. S.; Wanstreet, C. E.; Glazer, H. R.; Engle, C. L.; Harris, R. A.; Johnston, S. M.; Simons, M. R.; Trinko, L. A. *Internet and Higher Education* **2007**, Vol. 10, 2, 103-115.
- (186) Corral, A. M.; Campos, J. L.; Franco, A.; Roca, E. *Docent guides in chemical engineering studies*, INTED2007. International Technology, Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.
- (187) Mackey, T. P.; Ho, J. *Computers & Education*, **2008**, Vol. 50, 1, 386-409.
- (188) Silva, V. S., A Internet no desvendar da Ciência em casa., *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, **2003**, 90, 69-72.
- (189) *SPSS Statitics*® 17 - Programa Informático de IBM - SPSS Inc.
- (190) Carvalho, H. *Análise Multivariada de Dados Qualitativos-Utilização da ACM com o SPSS*, 1 ed.; Edições Sílabo: Lisboa, 2008.
- (191) Maroco, J. *Análise estatística : com utilização do SPSS*, 3 ed.; Sílabo: Lisboa, 2007.
- (192) Miller, R. L.; Acton, C.; Fullerton, D. A.; Maltby, J. *SPSS for Social Scientists*; Palgrave MacMillan: New York, 2002.
- (193) Pereira, A. *Guia prático de utilização do SPSS - Análise de dados para Ciências Sociais e Psicologia*, 3ª ed.; Edições Sílabo: Lisboa, 2002.

- (194) Pestana, M. H.; Gageiro, J. N. *Análise de dados para ciências sociais : a complementaridade do SPSS*, 3 ed.; Sílabo: Lisboa, 2003.
- (195) Pinto, R. R. *Introdução à análise de dados : com recurso ao SPSS*, 1 ed.; Sílabo: Lisboa 2009.
- (196) Dawson, B.; Trapp, R. G. *Bioestatística Básica e Clínica*, 3 ed.; McGraw-Hill Interamericana do Brasil, Lda: Rio de Janeiro, 2003.
- (197) Larson, R.; Farber, B. *Estatística Aplicada*; Prentice Hall: São Paulo, 2004.
- (198) Murteira, B.; Ribeiro, C. S.; Silva, J. A. e.; Pimenta, C. *Introdução à Estatística*; MCGRAW-HILLde Portugal, Lda.: Lisboa, 2002.
- (199) Fontes, W., *Transparências usadas em aula de Bioquímica*, Material Multimédia obtido a Setembro de 2005, <http://www.unb.br/cbsp/bioq/> e <http://www.lbqp.unb.br/bioq/>
- (200) Young, A. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2008**, Vol. 4, 2, 217-225.
- (201) ACDlabs® 10.0 - Programa Informático de Advance Chemistry Development, Inc.,
- (202) Chang, R. *Chemistry*, 8 ed.; McGraw - Hill: New York, 2005.
- (203) Jones, L.; Atkins, P. *Chemistry: Molecules, Matter, and Change*, 4 ed.; W.H.Freeman and Company: New York, 2002.
- (204) Berg, J. M.; Tymoczko, J. L.; Stryer, L. *Biochemistry*, 5 ed.; WH Freeman and Company: New York, 2002.
- (205) Halpern, M. J. *Bioquímica*, 2 ed.; LIDEL - Edições Técnicas, Limitada: Lisboa, 1997.
- (206) Quintas, A.; Freire, A. P.; Halpern, M. J. *Bioquímica - Organização Molecular da Vida* LIDEL - Edições Técnicas, Lda: Lisboa, 2008.
- (207) Martin, F. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2008**, Vol. 4, 2, 138-145.
- (208) Shelmet, M.; Shields, C.; Huggins, J. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2008**, Vol. 4, 1, 128-137.
- (209) Rinaldi, E.; Dellacasa, C.; Monducci, S.; Ricci, G.; Stabile, G.; Corona, S.; Rubbi, F. *Continuing education in health sciences: the creation of a virtual campus to facilitate e-learning*, INTED2007. International Technology, Education and Development Conference, Valencia - Spain, 7 - 9 Março 2007.
- (210) Ginns, P.; Ellis, R. *Internet and Higher Education*, **2007**, Vol. 10, 1, 53-64.
- (211) Hannay, M.; Newvine, T. *Journal of Online Learning and Teaching*, **2006**, Vol. 2, 1, 1-10.
- (212) Weerawardhana, K. W. P. A. *Teaching strategies that support student development of conceptual understanding of chemical equilibrium using visualization software*, Tese de Doutoramento, Faculty of Education, University of Wollongong, Wollongong, 2006.
- (213) Hewson, L. *Animating the mind: an analysis of animation as a representational mode for learning.*, Tese de Doutoramento, Faculty of Education, University of Wollongong, Wollongong, 2002.





## ANEXO 1 - GLOSSÁRIO DE *E-LEARNING*

Elaborado pelo SoftCiências – Centro de Competência Nónio e disponível em <http://nautilus.fis.uc.pt/el> e complementado com o glossário disponível em [http://www.brandon-hall.com/free\\_resources/glossary.shtml](http://www.brandon-hall.com/free_resources/glossary.shtml)

**ADL:** *Advanced Distributed Learning*

**AICC:** *Aviation Industry CBT (Computer-Based Training) Committee* é uma associação internacional para o treino de profissionais da aviação baseado em métodos computacionais.

**AoD:** *Audio on Demand*

**API:** *Application Program Interface (API)* é uma linguagem e formato de mensagem de uma aplicação que lhe permite comunicar com sistemas operativos ou outros programas computacionais tais como programas de gestão de bases de dados etc. Os API permitem às aplicações computacionais comunicarem entre si e poderem funcionar conjuntamente partilhando dados e funcionalidades.

**Aprendizagem assíncrona:** Aprendizagem em que a interacção entre o professor e o aluno ocorre em intervalos de tempo diferentes.

**Aprendizagem colaborativa:** Conjunto de métodos e técnicas de aprendizagem para utilização em grupos estruturados, assim como de estratégias de desenvolvimento de competências mistas (aprendizagem e desenvolvimento pessoal e social), onde cada membro do grupo é responsável quer pela sua aprendizagem quer pela aprendizagem dos restantes elementos.

**ASP:** *Application Service Provider (ASP)*, é uma empresa que oferece acesso a aplicações de *software* através da *internet* que assim não necessitam de estar localizadas no computador do cliente. Ao usar ASP torna mais fácil o uso do *software* ao não ser necessário instalá-lo e qualquer actualização ser realizada nos servidores da ASP.

**Assessment:** Processo utilizado para avaliar uma determinada aptidão ou nível de conhecimento do aluno ou formando.

**Authoring Tool:** Ver Modo Autor.

**AVI:** *Audio Video Interleave*, é um formato de ficheiro electrónico multimédia

**Browser:** Ferramenta utilizada para visualizar informação na *World Wide Web* (www), tipicamente em formato HTML.

**CAI:** *Computer Assisted Instruction* (Instrução Assistida por Computador)

**CBT:** *Computer Based Training*. Processo de aprendizagem em que os conteúdos são disponibilizados através do computador, a partir de disquetes ou *CD-ROM*. Normalmente, este termo não se aplica a aplicações via *internet*.

**Chat:** Serviço on-line que permite a comunicação em tempo real através da digitação de texto.

**Chunk of Content:** Instrução necessária para ensinar um determinado objectivo.

**Collaborative Tools:** Ferramentas que permitem aos alunos o trabalho colaborativo, através de e-mail, grupos de discussão ou chats.

**Cliente:** Computador que utiliza serviços prestados por um servidor.

**CMI:** *Computer Managed Instruction* é uma funcionalidade desenvolvida para treino computacional que fornece dados sobre os progressos e resultados do aluno para uma LMS

**CMS:** *Computer Management Systems* (CMS), são utilizados para armazenar e posteriormente localizar e aceder a grandes quantidades de dados e informação. Os CMS trabalham indexando textos, clips de áudio, imagens, etc., numa base de dados. Muitas vezes incluem funcionalidades de controlo e capacidades de verificar o que entra e sai da base de dados. Ao ter funcionalidades integradas muito robustas em termos informáticos permite localizar rapidamente qualquer elemento da base de dados através de palavras-chave tais como a data em que foi criado, o autor, etc.

**Conteúdo:** Conhecimento que irá ser transmitido. Pode ser texto, vídeo, áudio, animação ou simulador.

**CSCL:** *Computer-Supported Collaborative Learning* (Aprendizagem Colaborativa Suportada por Computador). Pode ser definida como uma estratégia educativa em que dois ou mais sujeitos constroem o seu conhecimento através da discussão, da reflexão e tomada de decisões, e onde os recursos informáticos, entre outros, actuam como mediadores do processo de ensino-aprendizagem.

**DNS:** *Domain Name System*. Sistema de endereçamento, da *internet*, para tradução de nomes em números.

**Download:** Processo de captura de informações pela cópia de arquivos localizados em computadores distantes para o seu próprio computador local.

**Educação à Distância:** Situação de ensino/aprendizagem em que o instrutor e o aluno estão separados no tempo ou no local, ou em ambos. Os materiais de aprendizagem são fornecidos de forma remota, síncrona ou assíncrona, por correio, e-mail, vídeo ou áudio conferência, TV, etc.

**E-learning:** Situação de ensino/aprendizagem que inclui um vasto número de aplicações e processos tais como, *web-based learning*, *computer-based learning*, salas de aula virtuais e colaboração digital. Inclui o fornecimento de conteúdo via *internet*, *Intranet*, cassetes áudio e vídeo, transmissão via satélite, TV interactiva e *CD-ROM*.

**E-mail:** Correio electrónico.

**Ergonomia:** Princípios do design relacionados com eficiência e conforto do utilizador.

**ERP:** *Enterprise resource planning*, é um programa informático para gerir e coordenar todos os recursos, informações e funções de um negócio.

**Feedback:** Comunicação entre o instrutor ou o sistema e o aluno, como resultado de uma acção.

**FLV:** *Flash Video* é um formato de ficheiro electrónico multimédia usado para visualizar vídeos na *internet* usando o *Adobe Flash Player*.

**Fórum de discussão:** Ferramenta que permite a afixação, com carácter de mensagens de texto que ficam visíveis para todos os outros indivíduos. O acesso a um fórum pode ser restrito. Por vezes usado como sinónimo de grupo de discussão.

**FTP:** *File Transfer Protocol*. Conjunto de normas para transferência (envio e recepção) de ficheiros entre computadores da *internet*.

**GIF:** *Graphics Interchange Format*, é um formato de ficheiro electrónico para imagens.

**Grupos de discussão:** Refere-se à utilização de ferramentas que permitem a conversação, por texto, entre indivíduos. Esta conversação decorre de forma assíncrona, isto é, as mensagens são criadas e deixadas num repositório, onde os interessados poderão, mais tarde, proceder à respectiva leitura. Os grupos de discussão estão normalmente arrumados por temas e, em cada tema, as mensagens assumem uma estrutura hierárquica que reflecte a sua relação.

**Hipermédia:** Documento que contém ligações dinâmicas para outros media, como vídeo, imagens, animações, etc.

**Hipertexto:** Página da *Web* (documento) com palavras-chave que permitem fazer ligação a outras páginas ou *sites* na *internet*.

**HTML:** *Hypertext Markup Language*. Formato típico em que estão disponíveis os documentos visualizáveis nos browsers e mantidos na *World Wide Web*.

**HTTP:** *Hypertext Transfer Protocol*. Protocolo criado para funcionar com documentos HTML, permitindo a localização de outros documentos em servidores deste sistema, bem como a transferência da informação necessária, através da rede, até ao computador com a aplicação-cliente.

**Ícones:** Símbolos visuais utilizados para representar acções ou circunstâncias. Indicam a necessidade de uma acção particular ou resposta do utilizador.

**IEEE:** *Institute of Electrical and Electronics Engineers*. Esta instituição integra o *Learning Technology Standards Committee* que está a desenvolver normas, recomendações e guias para implementação de sistemas de *e-learning* (plataformas).

**ILS:** *Integrated Learning System*. Sistema que inclui *software*, hardware e estruturas de rede para serem utilizadas em educação. Para além de fornecerem conteúdos organizados por níveis, incluem normalmente várias ferramentas relacionadas com avaliação de conhecimentos, gestão da unidade curricular, controlo do progresso dos alunos, entre outras.

**ILT:** *Led Training*. Fornece instruções numa sala de aula real ou virtual Segundo as ordens de um instrutor.

**Interactividade:** Característica resultante da interligação de dois ou mais sistemas, de forma que as acções de um resultam em reacções do outro, que por sua vez resultam em novas acções do primeiro e assim adiante.

**Interface:** Ambiente de interacção homem/máquina em qualquer sistema de informática ou automação. O projecto de uma interface eficiente, fácil de manusear e amigável (*user-friendly*) é um factor importante no planeamento de qualquer sistema de comunicação não-presencial.

**Internet:** A "rede das redes" de computadores que possibilita a comunicação global entre milhões de utilizadores.

**Intranet:** Rede interna de computadores.

**IP:** *internet Protocol*. Norma que define o processo de endereçamento e transmissão de dados pela *internet*.

**IRC:** *internet Relay Chat*. Ver chat.

**ISO:** *International Organization for Standardization*.

**ISD Model:** *Instructional Systematic Design model*, desenvolvido nos anos 60, trata-se de um processo metódico para a concepção e desenvolvimento de instruções

**JPEG:** *Joint Picture Experts Group*, que estabeleceu normas para a compressão de imagens estáticas.

**LAN:** *Local Area Network*, Rede local de computadores.

**Link:** Parte de texto ou imagem que sendo seleccionado (nomeadamente clicando com o rato) desencadeia o surgimento de algo, nomeadamente de mais texto, imagens, filmes, sons, ficheiros, etc. Os links podem ser encontrados, por exemplo, em páginas HTML na *World Wide Web*.

**LCMS:** *Learning Content Management System*, é um ambiente informático onde o utilizador pode criar, armazenar, reutilizar, gerir e disponibilizar conteúdos de aprendizagem, trabalhando geralmente a partir de um repositório central de dados, geralmente uma base de dados segundo um modelo de objectos de aprendizagem.

**LMS:** *Learning Management System* (plataforma de ensino a distância). Ambiente onde se podem armazenar, gerir e encaminhar os conteúdos de aprendizagem.

**M-learning:** *Mobile Learning*, tipo de ensino onde os conteúdos são enviados por intermédio de um telemóvel.

**Modo Autor:** *Software* que permite ao instrutor a criação/personalização do conteúdo para a sua unidade curricular. Normalmente estas ferramentas já se encontram vocacionadas para o ensino.

**MPEG:** *Moving Picture Experts Group*, é um formato de ficheiro electrónico multimédia.

**Newsgroup:** Ver Grupos de discussão.

**Objecto de aprendizagem:** Filosofia orientadora na construção de conteúdos e na forma de os ordenar. Os objectos de aprendizagem referem-se a partes autónomas de conteúdos de formação que podem ser conjugados com outros objectos de aprendizagem. São para uma utilização em múltiplos contextos de formação, com a finalidade de aumentar a sua flexibilidade, tornando a actualização dos cursos mais acessível.

**WMV:** *Windows Media Vídeo*, é um formato de ficheiro electrónico multimédia desenvolvido pela *Microsoft*.

**PDF:** *Portable Document Format*, é um formato de ficheiro electrónico criado pela *Adobe Systems*.

**Portfólio:** Documento formal que apresenta as experiências de aprendizagem fora da escola, sendo utilizado para solicitar reconhecimento académico da aprendizagem experimental.

**QoS:** *Quality of Service*.

**RCTS:** Rede Ciência, Tecnologia e Sociedade, a rede informática portuguesa que serve a comunidade científica e educativa.

**Servidor:** Computador que tem como principal função prestar serviços aos outros computadores da rede.

**Síncrona (Comunicação):** Processo de comunicação no qual as mensagens emitidas por uma pessoa são imediatamente recebidas e respondidas por outras pessoas.

**Sistema de gestão de conhecimento:** Aplicação que recolhe, armazena e disponibiliza informação a todos os indivíduos de uma mesma organização.

**SCORM:** *Sharable Content Object Reference Model*, é um conjunto de standards o qual quando aplicado aos conteúdos de cursos, produz objectos de aprendizagem reutilizáveis e de pequena dimensão. Como resultado da iniciativa do ADL do Departamento de Defesa, o compilador de elementos SCORM pode facilmente juntar-se com outros compiladores de elementos produzindo um repositório modular para treino.

**SME:** *Subject Matter Expert*, é um especialista no domínio do curso.

**SMS:** *Short Message Service*.

**SWF:** *Small Web Format* ou *Shockwave Flash*, é um formato de ficheiro electrónico multimédia e gráficos vectoriais criado inicialmente pela *FutureWave Software*, estando actualmente sobcontrolo da *Adobe Systems*.

**TCP:** *Transmission Control Protocol*, norma que define o processo de transmissão de pacotes de informação em redes de telecomunicações, garantindo que eles sejam recebidos na mesma ordem em que foram emitidos. Também é chamado TCP/IP.

**TIC:** Tecnologias de Informação e Comunicação.

**TBT:** *Technology-Based Training*, é um termo genérico que pode incluir desde aprendizagem online até *CD-ROM*, qualquer coisa que use a tecnologia para o ensino, geralmente fora da sala de aula.

**TIF ou TIFF:** *Tagged Image File Format*, é um formato de ficheiro electrónico de imagens.

**Tutor:** Elemento importante em muitos sistemas de Educação à Distância, sendo o principal responsável pelo processo de acompanhamento e controlo do ensino-aprendizagem.

**Upload:** Processo de transferência de qualquer informação electrónica do computador de origem para outro computador distante ou para a rede em geral.

**URL:** *Uniform Resource Locator*, termo técnico para o endereço de um *sítio na internet*.

**Videoconferência:** Encontros/reuniões mantidos entre indivíduos espacialmente afastados, recorrendo para além do som à imagem.

**VLE:** *Virtual Learning Environment*, o mesmo que LMS

**WAN:** *Wide Area Network*, quando a área de abrangência de uma rede se estende por toda uma região, várias regiões ou países, como é o caso da *internet*.

**WBT:** *Web-Based Training*, é um processo de treino que é distribuído utilizando um *browser internet*.

**Webmaster:** Criador de páginas Web.

**World Wide Web (www):** Representa a componente da *internet* dedicada ao suporte (e disponibilização) de informação mantida em formato HTML.

**XHTML:** *Extensible Hypertext Markup Language*, é uma extensão do formato HTML

**XML:** *Extensible Markup Language*, linguagem de codificação de páginas Web.



## ANEXO 2 - CONCEITOS DE LMS E LCMS

Os *Learning Management Systems* (LMS) e os *Learning Content Management Systems* (LCMS) têm funções muito distintas. A função principal de uma LMS é a de controlar os alunos que a usam, registando os seus progressos e desempenho ao longo das actividades de treino que vai executando. Em contrapartida, uma LCMS serve para gerir os conteúdos ou os objectos de aprendizagem, que serão disponibilizados aos alunos no momento específico.

	LMS	LCMS
Utilizadores principais	Instrutores, administradores e gestores de formação	Criadores de materiais de ensino e de design, gestores de projectos
Permite o controlo de:	Alunos	Materiais de ensino
Controle da evolução da turma	Nem sempre	Não
Relatório dos resultados de treino e desempenho	Objectivo principal	Objec. secundário
Colaboração dos alunos	Sim	Sim
Registar os dados do perfil dos utilizadores	Sim	Não
Partilha das informações dos utilizadores com um sistema ERP	Sim	Não
Calendarizar eventos	Sim	Não
Analisar competências	Sim	Em alguns casos
Criação de conteúdos	Não	Sim
Organizar conteúdos reutilizáveis	Não	Sim
Criar testes de questões e de administração	Sim	Sim
Pré testes dinâmico e aprendizagem adaptativa	Não	Sim
Ferramentas para gerir o processo de desenvolvimento de conteúdos	Não	Sim
Disponibilizar conteúdos através de controlos de navegação e uma interface com o utilizador	Não	Sim

Adaptado do texto original disponível em: [http://www.brandon-hall.com/free\\_resources/lms\\_and\\_lcms.shtml](http://www.brandon-hall.com/free_resources/lms_and_lcms.shtml)



## ANEXO 3 – ALGUNS ASPECTOS DOS DIREITOS DE AUTOR

Em Portugal a regulamentação dos direitos de autor, está expressa na Lei 50/2004 de 24 de Agosto, transpondo a Directiva n.º 2001/29/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 22 de Maio.

No referente ao Ensino Superior e em especial ao uso de conteúdos disponíveis o decreto-lei apresenta na sua redacção no artigo 75 alíneas 2 a 4:

2) São lícitas, sem o consentimento do autor, as seguintes utilizações da obra:

a) A reprodução de obra, para fins exclusivamente privados, em papel ou suporte similar, realizada através de qualquer tipo de técnica fotográfica ou processo com resultados semelhantes, com excepção das partituras, bem como a reprodução em qualquer meio realizada por pessoa singular para uso privado e sem fins comerciais directos ou indirectos;

e) A reprodução, no todo ou em parte, de uma obra que tenha sido previamente tornada acessível ao público, desde que tal reprodução seja realizada por uma biblioteca pública, um arquivo público, um museu público, um centro de documentação não comercial ou uma instituição científica ou de ensino, e que essa reprodução e o respectivo número de exemplares se não destinem ao público, se limitem às necessidades das actividades próprias dessas instituições e não tenham por objectivo a obtenção de uma vantagem económica ou comercial, directa ou indirecta, incluindo os actos de reprodução necessários à preservação e arquivo de quaisquer obras;

f) A reprodução, distribuição e disponibilização pública, para fins de ensino e educação, de partes de uma obra publicada, contanto que se destinem exclusivamente aos objectivos do ensino nesses estabelecimentos e não tenham por objectivo a obtenção de uma vantagem económica ou comercial, directa ou indirecta;

g) A inserção de citações ou resumos de obras alheias, quaisquer que sejam o seu género e natureza, em apoio das próprias doutrinas ou com fins de crítica, discussão ou ensino, e na medida justificada pelo objectivo a atingir;

h) A inclusão de peças curtas ou fragmentos de obras alheias em obras próprias destinadas ao ensino;

3 — É também lícita a distribuição dos exemplares licitamente reproduzidos, na medida justificada pelo objectivo do acto de reprodução.

4 — Os modos de exercício das utilizações previstas nos números anteriores não devem atingir a exploração normal da obra, nem causar prejuízo injustificado aos interesses legítimos do autor.

No referente ao uso de medidas tecnológicas o decreto-lei contempla na sua redacção o Artigo 217, sobre Protecção das medidas tecnológicas

1 — É assegurada protecção jurídica, nos termos previstos neste Código, aos titulares de direitos de autor e conexos, bem como ao titular do direito *sui generis* previsto no Decreto-Lei n.º 122/2000, de 4 de Julho, com a excepção dos programas de computador, contra a neutralização de qualquer medida eficaz de carácter tecnológico.

2 — Para os efeitos do disposto no número anterior, entende-se por «medidas de carácter tecnológico» toda a técnica, dispositivo ou componente que, no decurso do seu funcionamento normal, se destinem a impedir ou restringir actos relativos a obras, prestações e produções protegidas, que não sejam autorizados pelo titular dos direitos de propriedade intelectual, não devendo considerar-se como tais:

- a) Um protocolo;
- b) Um formato;
- c) Um algoritmo;
- d) Um método de criptografia, de codificação ou de transformação.

3 — As medidas de carácter tecnológico são consideradas 'eficazes' quando a utilização da obra, prestação ou produção protegidas seja controlada pelos titulares de direitos mediante a aplicação de um controlo de acesso ou de um processo de protecção como, entre outros, a codificação, cifragem ou outra transformação da obra, prestação ou produção protegidas, ou um mecanismo de controlo da cópia, que garanta a realização do objectivo de protecção.

4 — A aplicação de medidas tecnológicas de controlo de acesso é definida de forma voluntária e opcional pelo detentor dos direitos de reprodução da obra, enquanto tal for expressamente autorizado pelo seu criador intelectual.

---

Em relação aos conteúdos acessíveis através da *internet* existe algum consenso generalizado, estando expresso num documento de índole informativo em [http://www.heacademy.ac.uk/assets/ps/documents/toolkits/toolkits/copyright\\_2009.pdf](http://www.heacademy.ac.uk/assets/ps/documents/toolkits/toolkits/copyright_2009.pdf) acedido a 05 de Maio de 09 do qual se adaptou parte do texto que se segue:

### **O World Wide Web**

*Com o rápido desenvolvimento da tecnologia, a legislação do copyright está esforçando-se para prosseguir com os desenvolvimentos, contudo a lei de copyright aplica-se igualmente ao material digital produzido, inclusive páginas Web e recursos multimédia.*

*Em muitos países a opinião generalizada é a de que há uma aceitação implícita pelos autores que fazem o material disponível através do World Wide Web que seu material está livre para cópia porque, por definição, simplesmente visualizar pelo seu monitor significa que fez automaticamente uma cópia electrónica (a informação é armazenada no computador do usuário em uma pasta escondida). Consequentemente há um argumento que o material disponível na internet pode ser copiado para o uso no Ensino. Esta é chamada uma licença implícita, onde o autor estará a permitir o uso do seu material caso no sítio da internet não estipule de forma contrária. Entretanto, esta é uma matéria de interpretação e uma licença implicada não pode ser discutida se o material na internet foi inicialmente colocado de uma forma ilegal.*

*Há também implicações legais ao ligar uma página na Net a outra página directamente sem requerer permissão. Ao ligar a uma página específica dentro do sítio da Web a outro site, pode parecer ao leitor que este material foi produzido realmente pelo autor da primeira página. Já existem precedentes legais destas situações pelo que é recomendável indicar o endereço da página a visitar, o que não requer autorização, contudo é sempre melhor pedir a permissão do autor do outro site.*



## ANEXO 4 – ENDEREÇOS ELECTRÓNICOS DE INTERESSE NO ENSINO DA QUÍMICA E DA BIOQUÍMICA COM AS TIC

Virtual Institute of Applied Science (VIAS) fornece material de elevada qualidade para o ensino sem custos	<a href="http://www.vias.org">www.vias.org</a>
Wikipédia, uma enciclopédia escrita pelos seus leitores pois utiliza a ferramenta Wiki, que permite alterar os seus artigos	<a href="http://pt.wikipedia.org">http://pt.wikipedia.org</a>
European Chemistry Thematic Network, uma associação Europeia da área do Ensino Superior para a educação da Química	<a href="http://ectn-assoc.cpe.fr">http://ectn-assoc.cpe.fr</a>
Creative Commons permite referenciar os direitos dos autores das suas obras mas permitindo ao seu acesso de forma mais ou menos limitada	<a href="http://creativecommons.org">http://creativecommons.org</a>
ESERA - European Science Education Research Association	<a href="http://www.naturfagsenteret.no/esera">http://www.naturfagsenteret.no/esera</a>
Xperimania direccionado aos alunos até ao secundário e aos seus professores para explicar uma enorme variedade de aplicações petroquímicas	<a href="http://www.xperimania.net">http://www.xperimania.net</a>
Xplora é um portal Europeu para as ciências da Educação	<a href="http://www.xplora.org">http://www.xplora.org</a>
Programa Respondus	<a href="http://www.respondus.com">www.respondus.com</a>
Programa HotPotatoes	<a href="http://www.hotpotatoes.net">www.hotpotatoes.net</a>
Programa QuizFaber	<a href="http://www.lucagalli.net/en/">http://www.lucagalli.net/en/</a>
Projecto Xerte fornece um conjunto de ferramentas para desenvolver conteúdos de <i>e-learning</i>	<a href="http://www.nottingham.ac.uk/xerte/index.htm">http://www.nottingham.ac.uk/xerte/index.htm</a>
Projecto casa das Ciências está a ser desenvolvido através da colaboração com a Fundação Calouste Gulbenkian e a Universidade do Porto	<a href="http://www2.fc.up.pt/casadasciencias">http://www2.fc.up.pt/casadasciencias</a>
MERLOT is a leading edge, user-centered, searchable collection of peer reviewed and selected higher education, online learning materials	<a href="http://www.merlot.org">http://www.merlot.org</a>
JOLT - Journal of Online Learning and Teaching	<a href="http://jolt.merlot.org">http://jolt.merlot.org</a>
JCE – Journal of Chemical Education	<a href="http://www.jce.divched.org">http://www.jce.divched.org</a>
Plataforma de acesso a publicações científicas electrónicas Espanholas e Latino-americanas	<a href="http://www.erevistas.csic.es/">http://www.erevistas.csic.es/</a>

Red U - Revista de docência Universitária	<a href="http://www.um.es/ead/Red_U/">http://www.um.es/ead/Red_U/</a>
RED - Revista de Educação à Distância	<a href="http://www.um.es/ead/red/">http://www.um.es/ead/red/</a>
International Association for Technology, Education and Development is a non-profit private association dedicated to the promotion of international education and university cooperation	<a href="http://www.iated.org">http://www.iated.org</a>
To develop the highest quality knowledge-based products and services for the academic, scientific, professional, research and student communities worldwide	<a href="http://www.worldscientific.com">http://www.worldscientific.com</a>
Promover a inovação na aprendizagem ao longo da vida	<a href="http://www.elearningeuropa.info">http://www.elearningeuropa.info</a>
Empresa especializada em ensino electrónico	<a href="http://www.brandon-hall.com">http://www.brandon-hall.com</a>
Projecto Softciências	<a href="http://nautilus.fis.uc.pt/softc">http://nautilus.fis.uc.pt/softc</a>
Portal do MOCHO, para o ensino das Ciências	<a href="http://www.mocho.pt">http://www.mocho.pt</a>
Sociedade Portuguesa de Química	<a href="http://www.spq.pt">www.spq.pt</a>
Sociedade Portuguesa de Bioquímica	<a href="http://www.spb.pt">http://www.spb.pt</a>
European Association of Chemical and Molecular Sciences	<a href="http://www.euchems.org/">http://www.euchems.org/</a>
American Chemical Society	<a href="http://www.acs.org/">www.acs.org/</a>
Teacher Education in Europe	<a href="http://www.atee.org/">http://www.atee.org/</a>
IUPAC - Committee on Chemistry Education (CCE)	<a href="http://old.iupac.org/standing/cce.html">http://old.iupac.org/standing/cce.html</a>
Empresa de <i>software</i> para Química ACDLabs - Advanced Chemistry Development, Inc.	<a href="http://www.acdlabs.com/">http://www.acdlabs.com/</a>
Editora McGraw Hill – Higher Education	<a href="http://mhhe.com">http://mhhe.com</a>
Editora LIDEL	<a href="http://www.fca.pt/lidel_index2.html">http://www.fca.pt/lidel_index2.html</a>
Editora WH Freeman	<a href="http://www.whfreeman.com">http://www.whfreeman.com</a>





## ANEXO 6 – AUTORIZAÇÃO PARA USO DE DADOS DOS ALUNOS DA ESALD-IPCB



Instituto Politécnico de Castelo Branco  
Escola Superior de Saúde  
Dr. Lopes Dias

Definição  
13/10/2009

**Exmo. Director da Escola Superior  
de Saúde Dr. Lopes Dias**

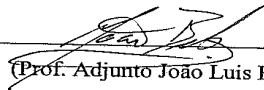
### **Pedido para utilização de dados na tese de Doutoramento.**

Em virtude de me encontrar a elaborar a minha dissertação de Doutoramento, venho por este meio pedir autorização para utilizar os dados das avaliações dos meus alunos nas disciplinas que lecciono na ESALD, de uma forma totalmente anónima, sendo apenas divulgados os valores médios por ano e curso, não havendo forma de saber qual a classificação de qualquer aluno individualmente.

O que pretendo ao utilizar estes dados, é tentar demonstrar como o recurso às novas TIC poderá influenciar de forma positiva o processo de Ensino e Aprendizagem.

Sem outro assunto.

Castelo Branco, 12 de Outubro de 2009

  
(Prof. Adjunto João Luis Belo)

ESCOLA SUPERIOR DE SAÚDE  
DR. LOPES DIAS

Entrada em: 12/10/2009 nº 726  
Proc. Dir. Rub. GR



## ANEXO 7 – TESTE AUTODIAGNÓSTICO E RESOLUÇÃO

Aplicado aos alunos de Bioquímica no ano de 2009/2010 e  
criado a partir do programa DIPLOMA

IPCB - ESALD

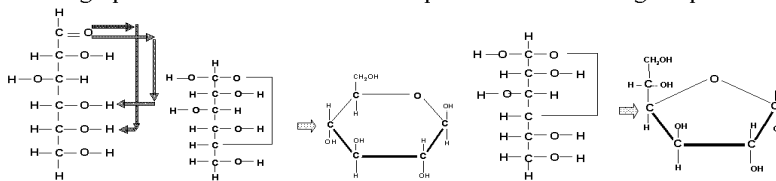
Name: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

1. Indique 4 lipoproteínas existentes no ser humano e ordene-as por ordem **decrecente** de densidade.
2. Explique como se comportam os aminoácidos em soluções aquosas de diferente pH.
3. Dê a sua definição de ponto isoelétrico de um aminoácido.
4. Indique qual o peptídeo resultante da seguinte sequência genética de RNA ribossômico:  
5'-UCA-CAU-GGC-AGC-3'.
5. Comente a seguinte afirmação: "*a afinidade da hemoglobina para o oxigênio é sempre igual*".
6. Indique como se processa a ciclização de uma molécula linear de D-glucose, fazendo um esquema explicativo.
7. Relativamente aos glúcidos, dê o seu conceito de piranose
8. Relativamente aos glúcidos, descreva a importância da formação de um hemiacetal apresentando um caso exemplificativo
9. Indique 3 diferentes tipos de isomeria de que goza a molécula de glucose, apresentando alguns exemplos devidamente identificados.
10. Qual a estrutura primária do DNA, indicando todas as suas bases heterocíclicas.

IPCB - ESALD

**Answer Key**

- HDL - High density lipoprotein  
LDL - low density lipoprotein  
VLDL - very low density lipoprotein  
Quilomicra
- a carga dos a.a. depende do pH do meio onde se encontram relativamente ao seu ponto isoelectrico (pI) de tal forma que:  
pH meio = pI o a.a. tem carga nula  
pH meio < pI o a.a. tem carga positiva  
pH meio > pI o a.a. tem carga negativa
- O ponto isoelectrico de um aminoácido é o valor de pH da solução para o qual a carga do a.a. será nula
- No peptídeo a sequência de a.a. é a seguinte:  
Ser-His-Gly-Ser
- Não concordo com a afirmação uma vez que a afinidade da hemoglobina para o oxigénio varia com:  
Ph do meio  
Presença e qt de DPG  
efeitos alosteros
- A ciclização da glucose ocorre pela reacção entre o carbono 1 (grupo aldeído) e um grupo hidroxilo através da formação de um hemiacetal caso envolva o grupo OH do carbono 5 ocorre o aparecimento de uma glucopiranoose, caso envolva o grupo OH do carbono 4 ocorre o aparecimento de uma glucopiranoose



- Piranoose - é um glúcido, da classe das ose que possui uma estrutura ciclica semelhante ao pirano, formando um hexágono em que num dos vertices está um oxigénio enquanto nos restantes estão os carbonos
- somente através de uma reacção envolvendo o grupo cetona e um grupo hidroxilo de uma cetose é que é possível que ocorra a ciclização das mesmas
- Isomeria funcional - a glucose (aldeído) e frutose (cetona)  
Isomeria estrutural - glucose na forma linear e a glucose na forma ciclica  
isomeria optica - D glucose e L glucose  
Anómeros - alfa e beta nas formas ciclicas
- O DNA é constituído uma dupla cadeia nucleotídica, cada uma delas constituída por nucleotídeos, ligados entre si por ligações 3-5 fosfodiéster e havendo pontes de hidrogénio entre as bases azotadas das duas cadeias. As pontes de hidrogénio estabelecem-se entre a citosina e a Guanina (3 pontes de H) e entre a Timina e a adenina (2 pontes e H).  
Os nucleotídeos são constituídos por um fosfato, a desoxirribose e uma das 4 bases azotadas ( adenina, timina, guanina e citosina)

## ANEXO 8 – QUESTIONÁRIO 1

### Avaliar a utilização de componentes multimédia no estudo da Química e da Bioquímica

#### Questionário

Este questionário é um instrumento para estudar a utilização de componentes multimédia no estudo da Bioquímica nos alunos da ESALD – IPCB, de forma a potenciar o recurso a estes conteúdos de uma forma eficaz.

Data: 03 / 11 / 2009

1. Género **Masculino**  **Feminino**
2. Idade
3. Curso **ACSP**  **Cardiopneumologia**  **Fisioterapia**
4. Até que ano frequentou as seguintes disciplinas:
  - **Química** 9 ° ano  10 ° ano  11° ano  12 ° ano
  - **Biologia** 9 ° ano  10 ° ano  11° ano  12 ° ano
  - **Matemática** 9 ° ano  10 ° ano  11° ano  12 ° ano
5. Possui computador pessoal **Sim**  **Não**
6. Possui ligação à internet no seu domicílio **Sim**  **Não**
7. Indique o seu número de horas de estudo semanal para Bioquímica

	Muito				
	5	4	3	2	nada 1
8. Considera que lida bem com os meios informáticos e com as novas tecnologias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Durante o ensino secundário teve acesso a plataformas de e-learning	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Utilizou computadores e novas tecnologias, no seu estudo durante o ensino secundário	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Utiliza computadores e novas tecnologias no seu estudo no ensino superior	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Considera que os conteúdos disponibilizados para a disciplina de bioquímica o ajudam no seu estudo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Considera que os conteúdos existentes na Internet, sem recomendação do docente o ajudam no seu estudo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Considera importante que o docente deva ser capaz de criar os seus próprios conteúdos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Considera importante haver abertura por parte do docente para rapidamente criar ou modificar conteúdos caso os alunos manifestem essa necessidade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Os conteúdos devem ser disponibilizados <b>antes</b> da matéria ser leccionada em sala de aula	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Os conteúdos devem ser disponibilizados <b>depois</b> da matéria ser leccionada em sala de aula	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Considera importante que os conteúdos disponibilizados sejam apresentados em sala de aula pelo docente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

V . S . F . F .

	Muito				nada
	5	4	3	2	1
19. Considera importante a sua presença em sala de aula para a compreensão dos temas de Bioquímica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Considera que conseguiria estudar Bioquímica apenas pelo seu auto estudo recorrendo aos conteúdos disponibilizados pelo docente sem assistir às aulas presenciais (e-learning)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Considera que a sua presença em sala de aula e o seu auto estudo orientado pelos conteúdos disponibilizados pelo docente permitem uma boa compreensão dos temas de Bioquímica (blended-learning)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. De entre os seguintes tipos de conteúdos avalie como contribuem para o seu estudo					
22.1. Documentos apenas de texto (.doc; Pdf; rtf:.....)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22.2. Cópia integral do que foi escrito no quadro branco durante a aula	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22.3. Imagens	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22.4. Animações e simulações computacionais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22.5. Vídeos exemplificativos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22.6. Conjuntos de questões e exercícios para treino durante o estudo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22.7. Combinação entre 2 ou mais dos conteúdos anteriores (Ex. imagens e animações acompanhadas por textos complementares, sendo descritas simultaneamente através de uma gravação áudio explicativa do processo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22.8. Outros. Quais?					
23. Dos conteúdos enunciados na questão 22 indique, por ordem decrescente, os 3 que considera mais proveitos no estudo da bioquímica	1° ___ 2° ___ 3° ___				
24. Considera que a duração dos conteúdos deva depender do tipo de conteúdo	<u>Sim</u> <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>		
25. Para o tipo de conteúdo descrito na questão 22.7 qual a duração máxima que deverá ter para uma boa compreensão da temática					

Agradecemos a participação!

V. S. F. F.

## ANEXO 9 – VERSÃO EM PAPEL DO QUESTIONÁRIO 2

### Avaliar a utilização de componentes multimédia no estudo da Química e da Bioquímica

<b>Questionário</b>					
Este questionário é um instrumento de estudo da utilização de componentes multimédia no estudo da Bioquímica nos alunos da ESALD – IPCB, de forma a potenciar o recurso a estes conteúdos de uma forma eficaz.					
Data: _____		Título do conteúdo: _____			
1. Género <b>Masculino</b> <input type="checkbox"/> <b>Feminino</b> <input type="checkbox"/>					
2. Idade <input style="width: 50px;" type="text"/>					
3. Curso <b>ACSP</b> <input type="checkbox"/> <b>Cardiopneumologia</b> <input type="checkbox"/> <b>Fisioterapia</b> <input type="checkbox"/>					
	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
4. Considera que este conteúdo o ajudou no seu estudo	Muito <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	médio <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	nada <input type="checkbox"/>
5. Considera que o conteúdo está bem estruturado	Muito <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	médio <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	nada <input type="checkbox"/>
6. O uso deste conteúdo diminui-o o tempo de estudo necessário para uma compreensão do tema	Muito <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	médio <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	nada <input type="checkbox"/>
7. Considera que a duração do conteúdo foi	Excess. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sufici. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Insuf. <input type="checkbox"/>
8. Considera que a duração da descrição do conteúdo foi	Excess. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sufici. <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Insuf. <input type="checkbox"/>
9. Este conteúdo deverá ser disponibilizados aos alunos Antes da aula <input type="checkbox"/> Durante a aula <input type="checkbox"/> Depois da aula <input type="checkbox"/>					
10. Considera que há aspectos a melhorar neste conteúdo	<b>Sim</b> <input type="checkbox"/>		<b>Não</b> <input type="checkbox"/>		
10.1. Se respondeu sim anteriormente diga que aspectos					
11. Após utilizar este conteúdo continuo com dúvidas neste tema	<b>Sim</b> <input type="checkbox"/>		<b>Não</b> <input type="checkbox"/>		
11.1. Se respondeu sim anteriormente diga quais					
12. Indique sugestões para um possível conteúdo desta temática					

Agradecemos a participação!



## ANEXO 10 – VERSÃO ONLINE NO GOOGLE DO QUESTIONÁRIO 2

Avaliar a utilização de componentes multimédia no estudo da  
Química e da Bioquímica

The image shows a screenshot of a Google Forms questionnaire titled "Questionário 2 - análise de conteúdos multimédia". The browser window title is "Edit form - [Questionário 2 - análise de conteúdos multimédia] - Google...". The address bar shows "http://spreadsheets.g". The browser menu includes "Ficheiro", "Editar", "Ver", "Favoritos", "Ferramentas", and "Ajuda". The Google Docs interface shows the form title and a description: "Este questionário é um instrumento de estudo da utilização de componentes multimédia no estudo da Bioquímica nos alunos da ESALD - IPCB, de forma a potenciar o recurso a estes conteúdos de uma forma eficaz." The form contains several questions:

- Data:** A text input field.
- 1. Título do conteúdo:** A dropdown menu with "Esterificação" selected.
- 2. Género:** Radio buttons for "Masculino" and "Feminino".
- 3. Curso:** Radio buttons for "ACSP", "Cardiopneumologia", and "Fisioterapia".
- 4. Considera que este conteúdo o ajudou no seu estudo:** A 5-point Likert scale with radio buttons labeled "Nada" and "Muito".
- 5. Considera que o conteúdo está bem estruturado:** A 5-point Likert scale with radio buttons labeled "Nada" and "Muito".
- 6. O uso deste conteúdo diminuiu o tempo de estudo necessário para uma compreensão do tema:** A 5-point Likert scale with radio buttons labeled "Nada" and "Muito".

At the bottom, there is a link to view the published form: "You can view the published form here: <http://spreadsheets.google.com/viewform?formkey=dHAA5VWuFYB1MzNmNEQ1D5mDQErV2oBIA>". The browser status bar shows "Concluído", "Internet", and "60%".

