



FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

TABELA PERIÓDICA INTERACTIVA *ON-LINE*:
UMA EXPERIÊNCIA COM ALUNOS DO 10º ANO E REFORMULAÇÃO DO RECURSO DIGITAL

Flora Maria Barros Ferreira

Dissertação de Mestrado em
EDUCAÇÃO MULTIMÉDIA

Orientador: Prof. Doutor João Carlos de Matos Paiva

PORTO
Setembro de 2005

Universidade do Porto

Faculdade de Ciências

TABELA PERIÓDICA INTERACTIVA *ON-LINE*: UMA EXPERIÊNCIA COM ALUNOS DO 10º ANO E REFORMULAÇÃO DO RECURSO DIGITAL

Flora Maria Barros Ferreira

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do programa do curso de Mestrado em Educação Multimédia

Orientador: Prof. Doutor João Carlos de Matos Paiva

PORTO

Setembro de 2005

Aos meus alunos do 10º ano, da turma A, da Escola Secundária de Castelo de Paiva, do ano lectivo 2004/2005, com o desejo de que quando consultarem de novo a "nossa" Tabela Periódica se vejam reflectidos nas novidades e que sintam um enorme orgulho por terem sido um dos pilares deste projecto. (...)

(...) E que aprendam ainda muito mais sobre os elementos químicos.

RESUMO

O conjunto das tecnologias de informação e comunicação e o aumento da competitividade na sociedade actual têm estado a contribuir, de forma decisiva, para uma mudança significativa em termos das competências exigidas às pessoas. Cada vez mais, a escola terá de se articular com a sociedade de informação e do conhecimento, oferecendo aos seus alunos o acesso a aplicações multimédia imprescindíveis ao processo de ensino-aprendizagem. Perante estas ferramentas informáticas, os alunos podem tornar-se "exploradores" activos do mundo em que vivem. Ao professor pede-se um esforço de readaptação. O seu papel tem de ser activo e responsável no enquadramento pedagógico das tecnologias, em especial, do computador: quando bem enquadrado pode tornar-se um meio de renovação do ensino, quando é utilizado sem imaginação tende a ser um mero reforço de práticas tradicionais.

Esta investigação teve por objectivo potenciar o melhoramento da Tabela Periódica interactiva disponível no endereço electrónico http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5/. Para tal, levou-se a cabo uma investigação-acção. A responsável pela investigação assumiu um papel expedito e reflectiu as suas ideias nas reformulações. Contou com a colaboração eficaz dos seus alunos, tendo estes sugerido alterações aos recursos digitais.

Começou-se por elaborar um roteiro de exploração, que estabelecesse a ponte entre o *site* da Tabela Periódica e os objectivos de aprendizagem definidos no programa da disciplina de Física e Química A, do 10º ano, para o estudo do tópico "Tabela Periódica – organização dos elementos químicos". Este foi explorado, em ambiente de sala de aula, por um conjunto de 26 alunos. Alguns destes alunos prontificaram-se a participar na entrevista que tinha por finalidade avaliar as ideias inovadoras que os alunos iriam sugerir e, de certa forma, compará-las com as ideias pré-existentes. Em termos globais, os alunos ofereceram uma contribuição positiva.

Após a análise de resultados, elaborou-se uma lista de reformulações para a Tabela Periódica digital, tendo sido a maior parte delas implementadas, dando origem a uma nova versão deste recurso.

No futuro irão utilizar-se as restantes reformulações para construir uma outra versão, que poderá ser aplicada com alunos, avaliando-se o seu impacto de forma mais sistemática.

Palavras-chave: Tabela Periódica dos Elementos, *Software* Educativo Interactivo, Roteiros de Exploração

ABSTRACT

The information and communication technologies together with the growing competitiveness of today's society have been contributing, in a significant way, for a noteworthy changing in what concerns the skills people are required to have. School will have to articulate more and more to the information and knowledge society, offering students the access to multimedia applications essential to the teaching-learning process. With these tools students may become active "explorers" of the world they live in. As for the teacher it asked an readaptation endeavour. Her or his role has to be active and responsible in a pedagogical frame of technologies, especially of the computer itself: when properly framed it may become a teaching renewal way whereas it is used without imagination it may become a mere reinforcement to traditional practices.

This research had the aim of enhancing the improvement of the interactive Periodic Table available at http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5/. In order to achieve that it has been carried out an action-investigation. The responsible for the research assumed an expeditious role and reflected her ideas in the reformulations. She had the efficient cooperation of her students who also suggested some changes to the digital resources.

We began with an exploration guide-line which establishes the bridge between the Periodical Table web site and the objectives defined by the national curriculum for the 10^{th} form of the Physics and Chemical A subject for the study of the topic "Periodic Table – organization of chemical elements". This has been explored in the classroom with a 26 students group. Some of these students volunteered for the interview which had the goal of evaluating the innovative ideas students would suggest and, in a certain way, compare them with the pre-existing ideas. In general students presented a positive contribution.

After the results analysis we have worked out a list of reformulations for the digital periodic table, having most of them been implemented, which was a starting point for another version of this resource.

In the future the remaining reformulations will be used to build another version which may be put in practice with students, evaluating its impact in a more systematic way.

Key-Words: Periodic Table of Elements, Interactive Educational *Software*, Exploration Guide-Lines

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Doutor João Carlos de Matos Paiva, pelos seus conselhos e amizade.

Igualmente, ao meu co-orientador, Miguel Marques, e ao Dário Fonseca pela ajuda prestada na programação da nova versão da Tabela Periódica.

Ao conjunto de professores responsáveis pelo Mestrado em Educação Multimédia pela formação científica e pessoal que me ajudaram a construir.

À professora Andreia Martins (Directora de Instalações de Informática da Escola Secundária de Castelo de Paiva no ano 2004/2005) por me ter ajudado na preparação de todo o material informático a utilizar e à professora Lídia Carvalho por me ter concedido a troca de sala, sem a qual não teria sido possível desenvolver este estudo.

Em particular, aos alunos do 10º A, da Escola Secundária de Castelo de Paiva, do ano lectivo 2004/2005, pela forma entusiasta e responsável com que participaram na investigação.

Por fim, à minha família e ao meu namorado pela paciência e compreensão demonstradas durante estes dois anos, em especial nas férias de verão de 2005.

Obrigada!

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Pólos de utilização pedagógica do computador 12

Figura 2.1 – Tríadas de Döbereiner 23
Figura 2.2 – Tabela Periódica proposta por Mendeleev, em 1872 25
Figura 2.3 – Tabela Periódica com as diferentes convenções 28
Figura 2.4 – Organização da Tabela Periódica em períodos e grupos 29
Figura 2.5 – Famílias constituintes da Tabela Periódica 30
Figura 2.6 – Organização da Tabela Periódica em metais, não metais e semimetais 30
Figura 2.7 – Organização da Tabela Periódica em elementos representativos e de transição 31
Figura 2.8 – Modelo quântico do átomo 32
Figura 2.9 – Modelo atómico de Bohr 32
Figura 2.10 – Formas das orbitais *s*, *p* e *d* 33
Figura 2.11 – Diagrama de Pauling 34
Figura 2.12 – Extracto da Tabela Periódica com a configuração electrónica dos elementos representados 35
Figura 2.13 – Organização da Tabela Periódica em blocos 36
Figura 2.14 – Variação do raio atómico com o número atómico 37
Figura 2.15 – Variação da energia de ionização com o número atómico 39
Figura 2.16 – Variação da afinidade electrónica com o número atómico para os primeiros 20 elementos 40
Figura 2.17 – Variação da electronegatividade com o número atómico 41
Figura 2.18 – Tabela Periódica disponível em http://www.brasil.terravista.pt/Alfubeira/1895/ 45
Figura 2.19 – Tabela Periódica disponível em http://geocities.yahoo.com.br/saladefisica/medidas/periodica.htm 46
Figura 2.20 – *Interface* do *site* disponível em http://www.chemistrycoach.com/periodic_tables.htm 47
Figura 2.21 – Tabela Periódica disponível em http://www.chemicalelements.com/ 47
Figura 2.22 – *Menu* de navegação da Tabela Periódica disponível em http://periodic.lanl.gov/ 48
Figura 2.23 – Tabela Periódica disponível em http://periodic.lanl.gov/ 48
Figura 2.24 – Página do elemento alumínio da Tabela Periódica disponível em http://periodic.lanl.gov/ 48
Figura 2.25 – Tabela Periódica disponível em http://www.webelements.com/ 49
Figura 2.26 – Página do hidrogénio da Tabela Periódica disponível em http://www.webelements.com/ 49

Figura 2.27 – Página do hidrogénio da Tabela Periódica disponível em http://www.webelements.com/webelements/scholar/index.html 50
Figura 2.28 – Versão *Flash* da Tabela Periódica disponível em http://www.chemsoc.org/viselements/ 51
Figura 2.29 – Versão HTML da Tabela Periódica disponível em http://www.chemsoc.org/viselements/ 51
Figura 2.30 – Mapa do *site* disponível em http://www.chemsoc.org/viselements/ 51
Figura 2.31 – Tabela Periódica disponível em http://www.chemicool.com/ 52
Figura 2.32 – Tabela Periódica disponível em http://pubs.acs.org/cen/80th/elements.html 52
Figura 2.33 – Imagem associada ao oxigénio no *site* http://pubs.acs.org/cen/80th/elements.html .. 53
Figura 2.34 – Imagem associada ao flúor no *site* http://pubs.acs.org/cen/80th/elements.html 53
Figura 2.35 – Tabela Periódica disponível no *site* http://education.jlab.org/index.html 53
Figura 2.36 – Jogo "Element Hangman" disponível no *site* http://education.jlab.org/index.html ... 54
Figura 2.37 – Tabela Periódica disponível em http://pt.wikipedia.org/wiki/Tabela_Peri%C3%B3dica 55
Figura 2.38 – Página do carbono da Tabela Periódica disponível em http://pt.wikipedia.org/wiki/Tabela_Peri%C3%B3dica 56
Figura 2.39 – *Interface* de interacção inicial da Tabela Periódica da SPQ 56
Figura 2.40 – Comandos de escolha da Tabela Periódica da SPQ 56
Figura 2.41 – Página com apontadores para Tabelas Periódicas *on-line* do portal "Mocho" 57
Figura 2.42 – *Interface* inicial do *site* http://www.funbrain.com/periodic/index.html 59
Figura 2.43 – Jogo presente no *site* http://www.funbrain.com/periodic/index.html 59
Figura 2.44 – Página inicial do *site* http://nautilus.fis.uc.pt/cec/jogostp 60

Figura 3.1 – Paralelismo entre a estrutura de uma aula normal e de uma *WebQuest* 81

Figura 4.1 – Esquema representativo das várias etapas do estudo experimental 87

Figura 5.1 – Página inicial 96
Figura 5.2 – *Interface* de interacção inicial 97
Figura 5.3 – Janela da Tabela Periódica, quando está seleccionada a opção "Todos os elementos" 98
Figura 5.4 – Página inicial do elemento oxigénio 99
Figura 5.5 – Página de interacção para listar propriedades 99
Figura 5.6 – Página de interacção para construir gráficos 99
Figura 5.7 – Conjunto de setas 100
Figura 5.8 – Questão 2 do roteiro de exploração 104

Figura 7.1 – *Interface* de interacção inicial da TP v2.6 135
Figura 7.2 – Legenda das características que surgem com o símbolo químico de um dado elemento 136
Figura 7.3 – Visualização da legenda do ícone que diz respeito aos jogos 136
Figura 7.4 – Página relativa aos créditos 137
Figura 7.5 – Janela da Tabela Periódica da TP v2.6 137
Figura 7.6 – *Menu* de opções para os jogos em geral 138
Figura 7.7 – *Menu* de opções para os jogos de palavras cruzadas 138
Figura 7.8 – Jogo das adivinhas sobre a Tabela Periódica 138
Figura 7.9 – Jogo de palavras cruzadas sobre o tema "Os elementos químicos e o teste da chama" 139
Figura 7.10 – Questão de escolha múltipla da *quizze* do elemento oxigénio 139
Figura 7.11 – Página inicial do elemento selénio 140
Figura 7.12 – Parte central da página de interacção inicial da TP v2.6 140

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1 – Evolução das novas tecnologias na educação 10

Tabela 2.1 – Relação entre os números quânticos e as orbitais atómicas 33
Tabela 2.2 – Propriedades das famílias dos elementos representativos e dos gases nobres 43
Tabela 2.3 – Comparação de várias Tabelas Periódicas digitais 58

Tabela 3.1 – Orientações didácticas para a utilização de jogos na escola 83

Tabela 6.1 – Sujeitos que exploraram a aplicação "TP v2.5" 110
Tabela 6.2 – Sujeitos que foram submetidos a entrevista 111
Tabela 6.3 – Comparação entre os jovens portugueses e os alunos sujeitos a entrevista 112
Tabela 6.4 – Análise dos resultados 121

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

a.C.	Antes de Cristo
AL	Actividades prático-laboratoriais
CA	Concepções Alternativas
CFQ	Ciências Físico-Químicas
E	Entrevista
ES	Ensino Secundário
ESCP	Escola Secundária de Castelo de Paiva
FQA	Física e Química A
l	Número quântico secundário
m_l	Número quântico magnético
n	Número quântico principal
SPQ	Sociedade Portuguesa da Química
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
TP	Tabela Periódica ou Tabelas Periódicas
TP v2.5	Tabela Periódica disponível no endereço electrónico http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5/
TP v2.6	Tabela Periódica v2.6 (desenvolvida a partir do protótipo TP v2.5)
u.m.a.	Unidades de massa atómica
Z	Número atómico

ÍNDICE DE CONTEÚDOS

Resumo III
Abstract IV
Agradecimentos V
Índice de figuras VI
Índice de tabelas IX
Lista de símbolos e abreviaturas X

Introdução 1
1. Problema 2
   1.1. Sociedade da Informação e do Conhecimento 2
   1.2. Professor e escola da sociedade actual 3
2. Investigação 5
   2.1. Objectivo 5
   2.2. Relevância da investigação 6
   2.3. Produtos finais 6
   2.4. Metodologia de investigação 6
3. Estrutura da dissertação 7

Capítulo 1 – Os professores, o ensino e as novas tecnologias 8
1. Evolução das novas tecnologias na educação 9
2. *Software* educativo 10
3. Professores num mundo em mudança 12
4. Atitudes dos professores face à informática 14
5. Utilização das novas tecnologias pelos professores portugueses 16
6. Perspectivas actuais para a Formação Contínua de Professores 19

Capítulo 2 – Tabela Periódica dos Elementos Químicos 21
1. Breve História da Tabela Periódica 22
2. Tabela Periódica actual 29
   2.1. Organização da Tabela Periódica 29
   2.2. Propriedades periódicas dos elementos 36
   2.3. Propriedades das substâncias elementares correspondentes aos elementos representativos e aos gases nobres 43
3. Recursos Digitais sobre a Tabela Periódica 45
4. Tabela Periódica e Programas Curriculares do Ensino Secundário 61
   4.1. Revisão Curricular do Ensino Secundário 61
   4.2. Disciplina de Física e Química A – 10º Ano 62
   4.3. Disciplina de Química – 12º Ano 64

5. Concepções Alternativas 67
5.1. Ensino por Mudança Conceptual 67
5.2. Principais Concepções Alternativas sobre a Tabela Periódica 71

Capítulo 3 – Materiais que apoiam os recursos digitais educativos 75
1. Roteiros de Exploração – um material de apoio à utilização de *software* educativo .. 76
2. *WebQuest* 78
3. Jogos 82

Capítulo 4 – Investigação 86
1. Objectivo 87
2. Metodologia 88
2.1. Amostragem 88
2.2. Tipo de investigação 89
2.3. Recolha de dados 91
2.4. Análise e tratamento dos resultados 92

Capítulo 5 – Materiais utilizados no estudo de campo 95
1. Inquérito para caracterização dos sujeitos da investigação 96
2. Descrição do protótipo em estado actual: TP v2.5 (http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5) 96
3. Roteiro de Exploração construído para a Tabela Periódica v2.5 102
4. Guião da Entrevista 105
5. Guiões de Observação 107
5.1. Guião de observação para retratar o ambiente de sala de aula 107
5.2. Guião de observação para retratar o ambiente das entrevistas 108

Capítulo 6 – Estudo de campo 109
1. Caracterização geral dos sujeitos de investigação 110
2. Exploração do protótipo 114
2.1. Preparação 114
2.2. Descrição da aula 115
2.3. Observação 116
3. Entrevistas 117
3.1. Preparação 117
3.2. Descrição 118
3.3. Observação 119

4. Resultados 119
4.1. Análise e discussão 119
4.2. Algumas notas sobre os resultados do estudo 129
4.3. Limitações do estudo 130

Capítulo 7 – Nova versão da Tabela Periódica 131
1. Principais propostas de reformulações 132
2. Descrição do novo protótipo – TP v2.6 135

Considerações finais 142
1. Conclusões 143
2. Sobre a nova versão da Tabela Periódica 144
3. Propostas futuras 145

Bibliografia 147

ANEXOS 153
Anexo 1 – Tabela Periódica dos Elementos 154
Anexo 2 – Roteiro de Exploração: Tabela Periódica v2.5 155
Anexo 3 – Guião da entrevista 161
Anexo 4 – Imagens de apoio à entrevista 164
Anexo 5 – Transcrição das Entrevistas 169
Anexo 6 – Guião de observação para retratar o ambiente de sala de aula 193
Anexo 7 – Guião de observação para retratar o ambiente das entrevistas 194
Anexo 8 – Lista de reformulações 195
Anexo 9 – Palavras Cruzadas 198
Anexo 10 – *Quizzes* 200
Anexo 11 – *Links* com actualidades 201

INTRODUÇÃO

1. Problema

1.1. Sociedade da Informação e do Conhecimento

"Mudam-se os tempos, mudam-se as vontades,
Muda-se o ser, muda-se a confiança;
Todo o mundo é composto de mudança,
Tomando sempre novas qualidades. (...)"

Luís de Camões, século XVI

Com o aparecimento dos *chips* de silício, a Sociedade Industrial deu lugar à Sociedade da Informação e do Conhecimento. Nesta a mudança impõe-se de modo confuso e complexo e ocorre a um ritmo alucinante, atravessando a sociedade, a indústria, a forma de trabalhar, o ambiente, o estilo de vida, a interacção pessoal e a educação.

Toda a informação pode agora ser convertida em linguagem digital, armazenada e processada nos computadores e transmitida através das redes de comunicação.

O desenvolvimento das novas tecnologias, fez aparecer novas formas de organizar o trabalho e de criar/produzir e distribuir produtos. Os novos produtos originaram novas profissões. As que mais cativaram as pessoas foram aquelas em que a informação era a única matéria-prima e, muitas vezes, o único "fruto".

Neste contexto, passaram a ser exigidas novas competências aos profissionais e uma actualização permanente dos conhecimentos. Aquilo que se aprende na escola já não é auto-suficiente, por si só, para toda a vida, pois o que hoje se conhece como o topo da investigação científica, ou da inovação tecnológica, pode, em pouco tempo, passar a ser uma ideia remota.

Surgiu, então, o conceito de formação contínua, a qual tem por objectivo melhorar as competências dos trabalhadores a todos os níveis: qualidade profissional, qualidades pessoais, iniciativa, comunicação, trabalho de equipa, entre outros.

O trabalho de grupo tornou-se presente e central em quase todas as actividades, permitindo a utilização da comunicação em favor da produção de novas ideias. A criatividade deixou de ser associada à arte, para passar a ser encarada como a força motriz da mudança.

Conclui-se que, esta sociedade que, entretanto, emergiu é muito diferente daquela em que se vivia no início do século passado. O que marcará a grande transformação será a forma como os indivíduos e as organizações irão ser capazes de se relacionar e interagir com ela.

1.2. Professor e escola da sociedade actual

"A voz do professor, em especial, ao partilhar o acesso ao conhecimento, é, por isso mesmo, uma voz polifónica ou antes, sinfónica, porque vários são os agentes do processo"

Álvaro Gomes

As escolas não ficaram alheias às mudanças que ocorreram na sociedade, tendo sido invadidas pelas novas tecnologias.

As escolas não têm mais o papel de fornecer a bagagem do conhecimento, mas antes desenvolver actividades de modo a que os jovens se tornem capazes, criativos, competitivos e inovadores. É o fim da inércia e das aulas teóricas intermináveis, em que o professor assumia o papel de detentor da sabedoria.

Actualmente, reflecte-se sobre a necessidade de preparar os estudantes para a vida activa numa sociedade em permanente mudança, onde as tecnologias de informação e comunicação (TIC) estão inexoravelmente presentes, e sobre estratégias pedagógicas, que privilegiem o trabalho de grupo como unidade básica de aprendizagem. É preciso ajudar os alunos a aprender a aprender e incutir-lhes o gosto pela procura e pela troca de informações.

Neste sentido, a escola do século XXI cria novos desafios aos professores: estes são confrontados diariamente com múltiplas tarefas e têm de ser capazes de tornar a experiência da escola relevante para a Sociedade da Informação.

No mundo dos computadores, da *Internet* e do universo multimédia o professor é chamado à urgência da mudança, vendo-se obrigado a repensar a sua profissão, as estratégias que utiliza e a lutar pela melhoria das práticas educativas. No fundo, ele coloca-se perante várias questões:

- Quais as potencialidade que estes materiais têm em termos educativos?
- Em que me podem ser úteis todos estes novos recursos?
- Como devo integrá-los nas aulas para gerar aprendizagens significativas?

De facto, tanto ou mais importante do que os computadores nas escolas é dar formação aos docentes para explorarem a tecnologia. Assim, estes têm que estar abertos à crítica, encarar com humildade a realidade de se sujeitarem a um processo contínuo de actualização, assumindo o papel de aprendizes, e desenvolver competências que lhes permitam utilizar, principalmente, o computador com criatividade. Não podem deixar de ter em conta que o aluno deve ser encarado como o centro de todas as actividades educativas e que as mesmas devem ser diversificadas, potenciando aprendizagens significativas, autonomia e auto-confiança. Além disso, promover, sempre que possível, o trabalho de grupo é também um imperativo.

Nos dias que correm, os educadores ainda se deparam com outra incerteza: perante tantos *sites* e tanto *software* educativo, às vezes, pouco interactivo, surge a dúvida sobre qual é o mais adequado para atingir determinados objectivos educacionais. Portanto, primeiro, o professor tem

que explorar os instrumentos ao seu dispor, para avaliar a qualidade das actividades, do desenho da *interface* e da autonomia proporcionada. Pode também valer-se da participação dos alunos e pedir-lhes a sua opinião sobre alguns aspectos. Após a análise crítica e a obtenção de resultados, depara-se com diferentes caminhos (alguns podem ser praticados em conjunto):

- utilizar o *site* ou o *software* tal como se encontram;
- construir materiais que auxiliem e entusiasmem os alunos na exploração dos recursos multimédia;
- implementar alterações de modo a tornar o *site* ou o *software* mais funcional;
- construir um *site* ou um *software* de raiz para responder às exigências dos seus alunos.

Os caminhos indicados não pretendem ser uma lista completa das várias opções, mas alertam para alguns factos pertinentes.

Em primeiro lugar, é difícil encontrar algo na *Internet* que se adeque na totalidade aos objectivos em vista e à realidade dos alunos com que se trabalha. O docente, em princípio, tem sempre que elaborar um documento como, por exemplo, um roteiro de exploração ou uma *WebQuest*, que auxilie e cative os exploradores e que os conduza à construção do conhecimento pretendido. Já se encontram alguns recursos que incluem estes acréscimos, embora sejam uma minoria.

Quanto à implementação de pequenas alterações ou à constituição de novas aplicações multimédia tudo se torna um pouco mais difícil, pois, com frequência, encontram-se professores sem quaisquer noções técnicas. Por outro lado, estes não podem fugir da aventura de construir algo de novo, pois o computador chegou e já se lhe reconhecem potencialidades educativas, devido à interactividade que proporciona. É preciso ser activo e aprender a utilizá-lo de forma sistemática, planeada e pedagógica, não temendo o seu poder. Neste domínio, a formação contínua e o trabalho de equipa nas escolas podem ser a solução do problema, ajudando a dar sentido à perplexidade e às incertezas.

A aposta na formação contínua é essencial para mobilizar alterações significativas na qualidade da educação e encara-se como sendo um espaço e tempo de reflexão-investigação-acção: o diálogo e a reflexão crítica que aí se geram sobre a realidade são fundamentais para conseguir desenvolver projectos de formação conectados com o próprio contexto, que criem alternativas para as dificuldades existentes. No entanto, não se pode esperar a obtenção de respostas mágicas ou de receitas para os problemas; sem esforço de renovação é difícil reconstruir e reestruturar a profissão docente.

Enquanto aluno participativo de uma acção complementar de formação, o especialista em educação pode aproveitar para desenvolver projectos interactivos e colaborativos que lhe possam ser úteis na planificação de aulas futuras. Conseguirá, por vezes, manter uma relação entre o

terreno escolar e o terreno universitário, tendo o apoio de vários indivíduos, com saberes diferentes do seu, que o ajudarão a levar a cabo o que tem em mente. O cruzamento entre pedagogos, informáticos e artistas poderá constituir o trio ideal no mundo da multimédia.

Enquanto membro de uma escola, o professor pode também envolver-se em projectos ainda mais ambiciosos, por exemplo, de carácter interdisciplinar, a nível de escola, a nível nacional ou internacional. O trabalho de grupo com colegas de diferentes áreas disciplinares da mesma instituição, ou mesmo de outras, constitui um incentivo, ajuda a descobrir a direcção para a diversidade e permite rentabilizar o trabalho de cada um; enfrentar sozinho dadas tarefas muito complexas, normalmente, desencadeia desânimo e desistência. As iniciativas locais são sempre de louvar, pois nestas as ambições educativas crescem a par com as vivências actuais dos estudantes da região.

Finalmente, destaca-se a importância de partilhar com toda a comunidade os materiais que são desenvolvidos. Como tal, utilizando as redes de comunicação, os mesmos devem ser disponibilizados na *Web* para que possam ser utilizados por educadores ou alunos de todo o planeta.

Resumindo, todas as mudanças a operar no ensino vivem em torno dos professores que, por excelência, são trabalhadores ligados ao conhecimento e às escolas.

2. Investigação

2.1. Objectivo

Com esta investigação pretendeu-se verificar se os alunos ao interagiram com a Tabela Periódica v2.5, disponível no endereço http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5/, emanam contribuições significativas para a melhoria da ferramenta digital, de modo a tornar a aprendizagem com esta aplicação mais significativa e construtivista.

Para tal, avaliou-se a originalidade das alterações sugeridas pelos alunos e compararam-se as mesmas com as reformulações pensadas pela autora desta investigação.

Por último, teve-se por finalidade reflectir se os caminhos que esta dissertação teria percorrido seriam diferentes sem a participação dos sujeitos da investigação.

2.2. Relevância da investigação

Alertar para a urgência de utilizar o computador de forma pedagógica em ambiente de sala de aula e de associar aos programas educativos roteiros de exploração que permitam aos alunos reflectir sobre os dados pesquisados.

Passar a ideia de que a utilização de programas educativos que abordam conceitos científicos pode despertar o interesse dos alunos para o ensino das ciências.

Fazer entender os professores que dar alguma "liberdade" de exploração aos alunos perante as novas tecnologias de informação e conhecimento pode motivá-los, ajudá-los a ultrapassar o desinteresse pela escola, ou por uma ou outra disciplina, e proporcionar-lhes a obtenção de melhores resultados escolares.

2.3. Produtos finais

- Roteiro de exploração para a Tabela Periódica v2.5, a qual reside no *site* http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5/.
- Lista com propostas de reformulações a efectuar na Tabela Periódica v2.5.
- Nova versão da Tabela Periódica, utilizando como base de trabalho a Tabela Periódica v2.5.
- Pesquisa e selecção de *sites* sobre o conteúdo "Tabela Periódica" para inserção no portal "MOCHO", que tem o seguinte endereço electrónico www.mocho.pt.

2.4. Metodologia de investigação

Levou-se a cabo uma investigação-acção. A hipótese de estudo foi:

«Os alunos ao interagirem com a Tabela Periódica v2.5, disponível no endereço http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5/, emanam contribuições significativas para a melhoria da respectiva ferramenta digital.»

Numa primeira interacção - exploração da TP v2.5, participaram 26 alunos, com média de idades de 15 anos. Estes foram automaticamente seleccionados por fazerem parte do grupo de alunos da autora.

Numa segunda interacção, os sujeitos da investigação que responderam às questões presentes no guião da entrevista formavam um grupo de voluntários, constituído por 10 alunos.

Os resultados obtidos através da realização da entrevista foram submetidos a uma categorização para avaliar a contribuição dos alunos.

3. Estrutura da dissertação

Esta dissertação é constituída por 7 capítulos, terminando com a secção designada por "Considerações finais".

Os três primeiros capítulos dizem respeito à revisão da literatura.

O capítulo 1 descreve algumas generalidades sobre a introdução das novas tecnologias na educação e alude à necessidade da mudança de atitude do professor ao agir na escola do século XXI. Alerta também para a iminência de adaptar os programas digitais educativos existentes aos alunos que se vão encontrando. No fundo, é aqui que se levanta o "problema" que fundamenta esta investigação e que se avança com a correspondente "resposta".

O capítulo 2 refere generalidades sobre a Tabela Periódica e integra este conteúdo nos currículos nacionais. Ainda faz referência às principais concepções alternativas sobre os conceitos relacionados com a Tabela Periódica.

No capítulo 3 salientam-se e indicam-se as principais características de três dos materiais que apoiam os recursos digitais educativos, incluindo os que são sobre a Tabela Periódica.

Os capítulos 4, 5 e 6 têm por finalidade clarificar todos os passos levados a cabo no desenrolar do estudo experimental.

O capítulo 4 começa por indicar o objectivo da investigação e depois pormenoriza a metodologia seguida.

No capítulo 5 são descritos todos os materiais utilizados no estudo de campo.

O capítulo 6 descreve como decorreu o estudo experimental, caracteriza o ambiente em que sucederam as várias fases do mesmo e apresenta os resultados.

O capítulo 7 dedica-se à nova versão da Tabela Periódica construída. Refere as reformulações implementadas na Tabela Periódica v2.5 e apresenta o novo protótipo.

Nas considerações finais salientam-se as auto-críticas do estudo e as propostas para o futuro.

CAPÍTULO 1 – OS PROFESSORES, O ENSINO E AS NOVAS TECNOLOGIAS

1. Evolução das novas tecnologias na educação

O último século foi extraordinariamente rico em avanços técnicos e científicos. Assistiu-se ao aparecimento da electricidade, da electrónica, dos meios audiovisuais, em especial da televisão, e, por último, à implantação de novas tecnologias. Estas revolucionaram o uso/manipulação da informação e, consequentemente, a educação e a vida dos professores.

Em 1960, algumas escolas norte-americanas tornaram-se pioneiras na utilização escolar da informática, ao munirem-se de computadores. A primeira utilidade que se encontrou nestas máquinas foi a de transmitir conhecimento (função tradicional do docente). Nestes tempos, também se consolidou a ideia de utilizar o computador como meio de ensino. Então, uma das preocupações passou pela criação de *software* educativo e de programas que combinassem a dimensão lúdica e o cumprimento de objectivos; procuravam-se formas de interacção abertas.

A década de 80 foi de grande importância. Os factores que contribuíram para este facto foram a diminuição do tamanho dos equipamentos informatizados, o aumento da sua potência, o aparecimento de linguagem LOGO (linguagem de programação para uso escolar concebida por Papert) e os apoios institucionais no que diz respeito à informatização do ensino. A elaboração de programas informáticos foi, de igual modo, decisivo para a prática educativa; estes, devido à sua multifuncionalidade, podem ser utilizados por estudantes de diferentes níveis, em várias disciplinas, e em actividades burocráticas.

Neste ambiente, começaram a surgir discussões pedagógicas sobre a necessidade de introduzir o computador, as suas finalidades e as formas de o utilizar em educação. Nascia a visão do computador como um instrumento facilitador da aprendizagem.

Nos finais da década de 90, a grande polémica rodeava a integração curricular das novas tecnologias; a responsabilidade dos governos deslocou-se para os profissionais de educação.

A informática continuou a crescer, surgindo a tecnologia multimédia (programas que incluem diferentes meios, como, por exemplo, texto, som, animação e vídeo) e o hipertexto (texto que permite aceder a outras fontes através de palavras ou expressões activadas que o próprio texto contém), que se transformou rapidamente em hipermédia (sistema de leitura e escrita não linear num espaço virtual). Até esta data, a multimédia era passiva; só permitia que o aluno iniciasse e terminasse a sessão. Agora é possível um elevado grau de interacção, pois cabe ao utilizador determinar qual o caminho a seguir na pesquisa.

Por outro lado, ainda nos anos 90, as redes alteraram as formas de comunicação e organização. A escola deixou de ser uma instituição isolada da sociedade, o que conduziu a uma perspectiva mais globalizante do trabalho educativo.

Portanto, o desenvolvimento da tecnologia influenciou a educação, pois a informática foi-se introduzindo, pouco a pouco, nas diversas áreas do ensino. Ao longo das épocas, alguns educadores empenharam-se em utilizar as novas tecnologias e em aplicar os diferentes tipos de

programas, que foram surgindo, nas suas aulas. Apesar dos custos elevados que as novas máquinas comportam, as suas potencialidades foram reconhecidas e as expectativas que se criaram no sector educativo foram grandes.

Na tabela 1.1, estão indicados, para cada década, os tipos de programas que existiam e a aplicação que era feita com os mesmos.

Tabela 1.1 – Evolução das novas tecnologias na educação

Década	Tipo de programa*	Tipo de aplicação
de 60	Tutorial, Prática e Exercitação	Individualização do processo de aprendizagem.
de 70 e 80	Tutorial, Pratica e Exercitação, Simulação Ferramentas gerais (bases de dados, processadores de texto, entre outras) LOGO	Primeiras aplicações em grupo.
de 90	Hipertexto Multimédia Hipermédia Redes de comunicação	Procura da integração curricular. Conceito de aldeia global.

*Alguns tipos de programas serão descritos no sub-capítulo seguinte.

2. *Software* educativo

No contexto escolar podem usar-se diferentes produtos informatizados. Os que recebem a designação de "educativos" referem-se a produtos informáticos elaborados com finalidade instrutiva ou formativa. Existem aqueles que só se preocupam com a transmissão de um determinado conteúdo, mas outros permitem adquirir a capacidade de desenvolvimento de estratégias.

De facto nem todos os programas educativos são iguais; existe uma classificação que os divide em tutoriais, de prática e exercício e de simulação, dependendo do seu formato. Uma dada aplicação pode não fechar-se a uma única classificação; pode, por exemplo, ter uma parte tutorial, uma de exercícios de avaliação e uma simulação a complementar.

Programas tutoriais

Os programas tutoriais têm por finalidade ensinar através da interacção do utilizador com o computador. O mais importante é a forma como se organiza o conhecimento e a estratégia de ensino. No fundo, são uma versão computadorizada de uma aula tradicional. No entanto, não deixam de apresentar a vantagem de terem características multimédia, impossíveis de conseguir com cadernos ou livros. A introdução deste tipo de programas na escola não provoca muitas mudanças.

Programas de prática e exercício

Os programas de prática e de exercício têm por objectivo proporcionar ao aluno a oportunidade de praticar uma determinada tarefa, depois do mesmo ter adquirido os conhecimentos necessários. Envolvem essencialmente a memorização e a repetição, requerem frequentemente a resposta do utilizador e permitem um *feedback* imediato. São criticados por alguns especialistas, pois podem tornar-se maçadores e gerar aprendizagens limitadas.

A utilização deste tipo de programas revela-se útil para o professor, porque este fica a dispor de uma infinidade de exercícios para resolver com os seus discentes.

Programas de simulação

Os programas de simulação têm por objectivo proporcionar um ambiente de aprendizagem aberto e interactivo, baseado em modelos reais. Estes possibilitam ao utilizador a experimentação, a colocação e a comparação de várias hipóteses. Sempre que as simulações são utilizadas em contexto de sala de aula é necessário criar condições para que o aluno reconheça as limitações da mesma, em comparação com o que se passa de facto no mundo real.

Todos os programas descritos têm por base o lema: o computador, através do *software*, ensina o aluno. Nesta perspectiva, o computador assume o papel de máquina de ensinar e os métodos de ensino baseiam-se na instrução directa ou na exploração auto-dirigida. Porém, ao invés do papel é usado o computador. (Valente, s/ data)

O mesmo autor aponta outro pólo para a utilização pedagógica do computador: o aluno, através do *software*, "ensina" o computador. Aqui, a máquina é encarada como uma ferramenta que permite ao aluno resolver problemas ou realizar tarefas, tal como, escrever, comunicar, entre outras, e, desta forma, aprender de forma significativa.

As ideias acabadas de referir encontram-se esquematizadas na figura 1.1.

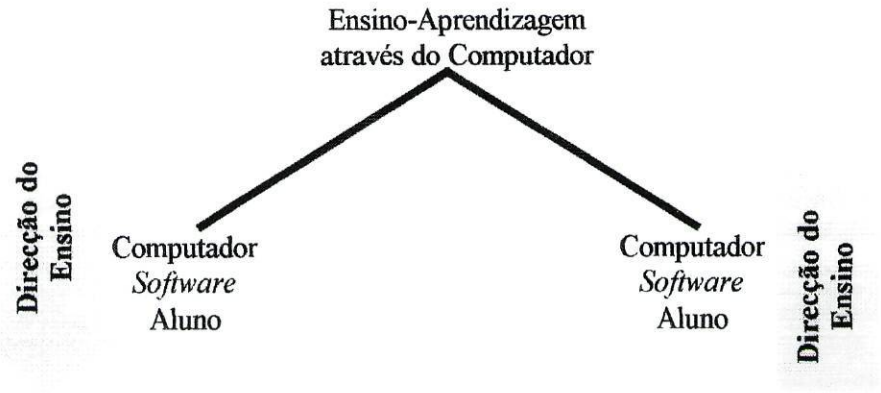


Figura 1.1 – Pólos de utilização pedagógica do computador

3. Professores num mundo em mudança

Com uma sociedade rica em informação, a escola já não embarga o monopólio do conhecimento. Actualmente, esta instituição deve ter como principal objectivo a preparação dos jovens para o mundo onde os computadores estão presentes; todos os alunos devem estar aptos a usar a informação tecnológica quando saírem da escola.

Então, nos dias que correm, o professor tem que lidar não apenas com o facto de saber utilizar as novas tecnologias que lhe são postas ao dispor, mas também com o desafio, muito mais complexo, de as integrar adequadamente no processo de ensino-aprendizagem e de as enquadrar com os currículos em vigor. Para superar este desafio o professor necessita, por um lado, ser um explorador capaz de perceber o que lhe pode interessar e de apreender por si só e, por outro, ter em conta os condicionalismos associados à disponibilidade de recursos na escola em que está inserido.

Ao propor um trabalho ao aluno, o professor não pode actualmente controlar de perto as fontes a que este recorre para basear a sua investigação uma vez que a diversidade de informação actual é imensa. Assim sendo, para responder às duvidas e questões que um aluno coloca o professor tem que efectuar ele próprio uma pesquisa acerca de aspectos que não tinha considerado inicialmente. Para aproximar a sua prática pedagógica da sociedade de informação, o docente, tal como o aluno, tem que estar sempre a aprender. Deste modo, professores e alunos tornam-se parceiros do mesmo processo de construção do conhecimento.

Não só o relacionamento do professor com os seus alunos se altera com a emergência das novas tecnologias de informação, mas também o seu relacionamento com os colegas, uma vez que é neste momento muito mais simples procurar informação e comunicar através do mundo, bem como consultar o funcionamento de escolas dos vários pontos do globo. O trabalho cooperativo torna-se muito mais próximo de alcançar e, assim, é mais simples romper o isolamento dos docentes às quatro paredes da sua sala de aula e ao saber guardado no seu cérebro.

Considerando o domínio crescente da hipermédia e das novas tecnologias podemos ser levados a pensar que o professor passa a desempenhar um papel de menor relevância podendo mesmo vir a ser substituído pelos máquinas. No entanto, analisando o ambiente de aprendizagem da sociedade actual, verifica-se que se passa precisamente o oposto.

No meio da enorme quantidade de informação com que o aluno é bombardeado e que lhe chega de forma desorganizada, o professor tom agora um papel essencial de organizador e facilitador da aprendizagem, conduzindo e dando maior sentido a esta informação. A informação massiva, existente nas bases de dados, exige uma maior capacidade de formulação de problemas e de espírito crítico, para que a escolha da informação seja pertinente.

Deste modo, a responsabilidade do professor aumenta em vez de diminuir, uma vez que, deixa de agir num plano disciplinar bem definido e limitado a um conhecimento que adquiriu na licenciatura. Agora ele tem necessidade de aprender conjuntamente com os seus colegas a renovar os seus conhecimentos, por forma a poder orientar o aluno na diversidade de informação a que este pode aceder.

Esta alteração no processo de ensino-aprendizagem implica uma mudança profunda na forma de agir do professor. Este deixa de ter o habitual papel de (re)transmissor de conhecimentos para passar a ser aquele que coloca desafios, oferece suporte personalizado e orienta um aluno que aprende activamente, ou seja, o professor passa a ser o mentor que ajuda na busca do saber. Esta acção do professor também passa pelo ser (co)aprendente permanente com os seus alunos, colegas e outros agentes da comunidade.

Portanto, o computador revolucionou a vida dos professores, no sentido que proporciona a construção de novas formas de ensinar-aprender. E de facto, os seus primeiros efeitos já se começam a manifestar, sugerindo uma nova atitude perante o saber e um novo estilo de relações professor-aluno.

Os professores têm que estar abertos a novas técnicas, mas principalmente a novas ideias. Não se trata duma conversão a um novo dogmatismo, mas sim de implicar os docentes num papel activo e responsável na utilização dos meios informáticos. A política educacional, por sua vez, deve valorizar as capacidades de diversificação, criatividade, participação e desenvolvimento.

Das mãos de professores competentes e confiantes esperam-se novas dimensões de ensino na sala de aula. Estes devem ser capazes de ultrapassar o paradoxo aparente que existe entre o ensino tradicional e o ensino recorrendo às TIC, encontrando o justo equilíbrio. Par tal, têm que compreender que as novas tecnologias potenciam os métodos que o professor há muito conhece e que não se trata de alterar tudo à custa das TIC, mas de inovar as formas de concretizar os objectivos estabelecidos (Paiva, 2002).

As novas tecnologias oferecem à educação mais propostas do que o sistema educativo consegue absorver. No entanto, o esforço pode valer a pena para professores e alunos.

4. Atitudes dos professores face à informática

Os especialistas em informática esforçam-se continuamente por simplificar o manuseamento dos programas digitais, de forma a que a adaptação dos consumidores às novas tecnologias seja cada vez mais fácil. Não obstante, uma grande quantidade de professores não sabe o que fazer com os computadores. Tem-lhes respeito, para não dizer receio, e por esta razão não se decide a integrá-los na sua prática profissional.

Quando se fala do uso dos computadores na educação avançam-se argumentos e é inevitável discutir sobre as suas vantagens, inconvenientes e metodologias de implementação. À primeira vista, são discussões técnicas e pedagógicas, mas, na realidade, para além dos fundamentos teóricos, manifestam as emoções que as novas tecnologias suscitam e as relações que as pessoas estabelecem com estes equipamentos.

De um lado, encontram-se os indivíduos que recusam o uso das novas tecnologias e que sentem inclusivamente desconforto ao utilizá-las, preferindo trabalhar sem elas (tecnofobia). No outro extremo, situam-se aqueles que se sentem completamente integrados no mundo da tecnologia, que seguem com entusiasmo a sua evolução e inovação e que acreditam que sem ela não há progressos.

Embora as pessoas criem expectativas e emoções diferentes perante as novas tecnologias, a escola é, sem dúvida, o lugar ideal para que as novas gerações se familiarizem com os avanços tecnológicos. A sua presença no contexto escolar tem de ser impulsionada pelos docentes, pais e alunos que estejam a favor do uso dos computadores e que os consideram imprescindíveis no processo de ensino-aprendizagem.

Na maioria das investigações sobre as atitudes negativas da classe docente face às novas tecnologias são citadas entre as causas, a resistência à mudança, o facto de não haver provas acerca da eficácia real do uso dos computadores na aprendizagem, o escasso conhecimento do *hardware* e do *software* e a falta de tempo, de dedicação e de meios. As mesmas investigações costumam destacar que a formação é um dos aspectos a ter em conta para se conseguir uma mudança significativa de atitudes entre os docentes face aos computadores. Neste sentido, aquilo que produz tecnofobia é, portanto, a falta de experiência.

Outros estudos mostram que a experiência não elimina a recusa; relacionam este aspecto com a ansiedade, o grau de frustração e o medo do computador poder substituir o professor.

Estes factores podem-se acrescentar aos que foram referidos anteriormente como causas da recusa da informática por parte de alguns professores.

De seguida, irão comentar-se alguns deles, considerando os mais relevantes.

Resistência à mudança

Por vezes, em vez de se dizer que muitas inovações educativas não chegaram a consolidar-se de forma generalizada, fala-se de resistência à mudança. Quando o tempo que decorre entre uma reforma e a sua consolidação é longo, também se fala de resistência à mudança. Portanto, transmite-se sempre uma imagem negativa quando se fala da capacidade de actualização dos professores.

No entanto, é muito importante compreender que, quando se julga o colectivo docente, não se está a falar de uma empresa com um número reduzido de trabalhadores aos quais se pode dizer que máquina utilizar e como fazê-lo a partir de determinado momento. Qualquer trabalhador exerce uma pequena resistência à mudança, se não forem claros os meios, as razões e as finalidades e se, à partida, não dominar a nova tarefa com a segurança necessária.

A resistência à mudança não é a principal componente de uma atitude negativa face ao uso escolar do computador, mas, sobretudo, a falta de recursos para levar a cabo as mudanças.

Deficiências de formação

Hoje, diz-se que os computadores/programas são cada vez mais fáceis de utilizar, mas não é de todo correcto. Comparativamente, o *software* actual é mais manuseável do que o de décadas anteriores. Contudo, os programas permitem executar cada vez mais acções, os tipos de aplicações aumentam e os sistemas de informação e comunicação alargam-se. A técnica é cada vez mais complexa e torna-se necessário desenvolver conhecimentos para se saber utilizá-la.

Em termos de exploração didáctica, o que importa conhecer é a variedade das aplicações dos programas e não os princípios de funcionamento dos mesmos, a não ser duma forma muito esquemática. Neste sentido, a formação requer, por um lado, que se garantam capacidades técnicas mínimas para se dominar a ferramenta e, por outro, que se complemente com a vertente didáctica, ou seja, que se disponha das orientações suficientes para organizar actividades de acordo com os diferentes níveis e com o tempo de que se necessita para as executar, entre outras questões.

A formação dada aos professores tem sido frequentemente muito técnica e pouco adaptada à realidade da escola. A tendência actual é a de organizar a formação sob procura, ou seja, a partir das necessidades das escolas.

Ao lado da formação contínua, as transformações no papel dos professores terão de se reflectir de algum modo nos seus programas de formação inicial. Esta deve contribuir para formar nos novos professores um espírito de receptividade à mudança permanente, de gosto pela aprendizagem contínua, de abertura à inovação e à renovação pedagógica.

A auto-estima e o grau de frustração

Existe uma diferença geracional importante entre os alunos e os professores, que talvez se torne mais patente relativamente ao tema das novas tecnologias. Enquanto os docentes têm de

adaptar-se ao uso das máquinas como algo de novo, até agora inexistentes, os alunos crescem utilizando vídeos, consolas e computadores. As máquinas fazem parte da sua vida, são objectos como outros quaisquer. Esta situação cria problemas ao professor.

Embora, o papel do educador tenha passado para uma pedagogia mais activa, em que a sua função é mais a de gerir e facilitar os processos de aprendizagem, a verdade é que não é fácil para o professor iniciar uma actividade em que alguns alunos ultrapassem as suas capacidades. A mudança de papel do docente não é apenas uma questão teórica a aplicar na prática, é também uma questão emocional, visto que a necessidade de aprender ao mesmo tempo que os alunos deixa-os muito mais expostos do que quando transmitiam um conhecimento previamente organizado.

O computador como substituto do professor

O tema da possível substituição do docente pelo computador foi alvo de discussão durante anos e suscitou reacções emocionais de grande intensidade. A maior parte dos professores utilizou todo o tipo de argumentos para defender o seu papel como educador.

Nesta temática, é conveniente distinguir as tarefas meramente instrutivas, das formativas e educativas. Em tarefas meramente instrutivas, o computador tem e terá um papel importante, podendo substituir a figura do professor. Esta substituição não é possível no que diz respeito à função formativa, de mediação e de custódia, que apenas o professor pode levar a cabo, sendo a sua presença, neste caso, imprescindível.

A educação aberta à distância e o uso de redes de comunicação estão a impor-se gradualmente, facilitando o ensino não presencial, mas falar da substituição dos professores pelos computadores implica uma alteração estrutural que resultaria no desaparecimento da escola. O facto de se utilizarem só computadores iria implicar isolamento, falta de solidariedade, de emotividade; é como se, com a sua utilização, as pessoas entrassem num processo de desumanização. A figura e o papel dos professores/educadores/formadores, mais do que desaparecer, está sujeita a mudanças importantes que afectarão as funções que actualmente desempenham.

Enfim, o computador é uma máquina incapaz de substituir o Homem e muito menos o professor. Tal como diz Amiri, citado por Paiva (1997), o computador não substitui o professor, mas um professor que use o computador pode substituir outro que não o use.

5. Utilização das novas tecnologias pelos professores portugueses

A introdução das novas tecnologias na escola nem sempre tem correspondido às expectativas criadas. Devido a dificuldades de vária ordem tem sido difícil aos professores construir os seus próprios materiais pedagógicos informáticos.

A sociedade tem pressionado a escola para que esta prepare os alunos para um mundo onde a tecnologia informática é omnipresente. No entanto, não bastam as qualidades da tecnologia e a pressão da sociedade para que estas tenham uma utilização efectiva no ensino. Os aspectos relacionados com o sistema educativo, o funcionamento das escolas, a formação de professores, o apoio à inovação, são factores decisivos dos quais depende, em grande parte, o sucesso ou insucesso da utilização das novas tecnologias nas escolas.

Estamos num tempo de novos modelos de relação educativos e de novos significados do que é ser professor. O conhecimento, tal como a sociedade, está em permanente evolução. O professor tem de estar constantemente a aprender e a renovar-se, passando a ser companheiro do aluno num mesmo processo de aprendizagem.

Para concretizar a situação actual da realidade da utilização das novas tecnologias de informação e comunicação em Portugal, vai recorrer-se ao estudo "As Tecnologias de Informação e Comunicação: utilização pelos professores", que envolveu 19937 professores de todos os graus de ensino, excepto do superior, a leccionar no ano lectivo de 2001/2002, da responsabilidade do Departamento de Avaliação Prospectiva e Planeamento (DAPP) do Ministério da Educação e coordenado por Jacinta Paiva, no âmbito do Programa Nónio Século XXI. Dele constam alguns números que merecem particular realce e sobre os quais convém reflectir, sobretudo porque espelham tendências dos docentes portugueses.

Aqui ficam alguns dados:

- a maioria (88%) dos professores tem equipamento informático em casa;
- 91% dos professores usam o computador e 65% fazem consultas na *Internet*;
- os professores utilizam o *e-mail* principalmente para comunicar com os amigos (44%), no entanto, usam-no pouco com alunos;
- 81% recorre ao computador para preparar aulas: 94% só para fazer fichas/testes, 54% para pesquisar na *Internet* sobre os conteúdos da sua disciplina e 20% para fazer apresentações;
- a maioria (74%) não utiliza o computador nas salas de aula;
- o que os professores mais utilizam com os alunos são o processador de texto, a *Internet* e os CD-ROM's;
- quase todos os professores (98%) revelam vontade e necessidade de formação na área da informática, em especial sobre *software* educativo (46%);
- 94% dos professores gostariam de saber mais sobre o uso das TIC em contexto educativo;
- os professores que mais usam o computador para realizar tarefas diversificadas são os que tiveram auto-formação ou frequentaram acções de formação e que são jovens;
- 78% acham que as TIC os ajudam a encontrar mais e melhor informação para a sua prática lectiva na *Internet*;

- 65% consideram que as TIC tornam mais fáceis as suas rotinas de leccionação;
- cerca de metade (51%) diz ter recebido formação em TIC e conhecem as suas potencialidades, por outro lado, 68% consideram que estas lhes exigem novas competências na sala de aula;
- 62% reconhecem que a TIC tornam as aulas mais motivadores para os alunos, 52% que as TIC encorajam os alunos a trabalhar em colaboração e 72% que ajudam os alunos a adquirirem conhecimentos novos e efectivos;
- 55% diz estar motivado para usar as TIC com os alunos.

Apesar destes números serem um pouco animadores, efectivamente, só 26% dos professores é que utilizam o computador na escola em interacção directa com os seus alunos. É inegável que os rácios de utilização das tecnologias de informação e comunicação são baixos e que é preciso aumentar a utilização do computador na sala de aula portuguesa. Para além disso, é preciso sistematizar o seu uso de forma planificada e pedagógica.

Esta investigação levanta alguns problemas. Quando questionados sobre tal realidade os professores apontam os seguintes obstáculos:

- falta de meios técnicos (43%);
- falta de recursos humanos (29%);
- falta de formação específica (20%);
- falta de motivação dos professores (10%);
- falta de software e recursos digitais apropriados (7%).

(estas informações foram recolhidas do estudo já referido)

Destes obstáculos destaca-se o último, pois é sobre este que se dedica o presente trabalho. Efectivamente o *software* existente, embora já seja bastante satisfatório, deixa os profissionais de educação ainda um pouco limitados. Este aspecto deve ser tomado pelos mesmos como um desafio para participar na aventura de construir algo de novo e mais aperfeiçoado. Os professores não se podem deixar reduzir ao papel de simples correias de transmissão, baseando o seu ensino em produtos educacionais padronizados e prontos a usar. Cabe-lhes a responsabilidade de desenvolver as alternativas educacionais adaptadas aos seus alunos e, em particular, o poder de decidir como usar o computador, pois as opções fundamentais que envolvem a utilização educativa da tecnologia não são tecnológicas, mas pedagógicas. O professor deve essencialmente encarar o computador como um instrumento que cria novas possibilidades de trabalho e lhe incute responsabilidades.

Apesar de tudo, Paiva (2002) reforça alguns indicadores positivos do seu estudo, tais como:

- o grande uso das TIC por professores mais novos é um sinal de confiança;
- a utilização quase generalizada, pelos professores, das novas ferramentas de comunicação, *Internet* e *e-mail* é um bom indicativo;
- a maioria dos professores enfrenta positivamente os modernos desafios e reconhece a necessidade de formação e apoio para a sua promoção na utilização das TIC;
- existe uma predisposição positiva dos professores face às novas tecnologias, o que é fundamental num mundo de mudanças reais no terreno escolar.

A formação contínua pode ser a resposta para muitos dos problemas educativos portugueses no que diz respeito à utilização pedagógica das novas tecnologias de informação e comunicação, ajudando os professores a ultrapassarem as dificuldades sentidas.

6. Perspectivas actuais para a Formação Contínua de Professores

Perante a rápida evolução e o aparecimento acelerado de novas e mais flexíveis ferramentas computacionais para a educação, a formação contínua assume, sem dúvida um papel central na carreira de um professor. Tem que se investir neste campo para encorajar a utilização das TIC no quotidiano escolar.

Segundo as orientações actuais a formação contínua de professores deve:

- aproximar-se da realidade das escolas e das necessidades da prática profissional;
- valorizar a auto-formação e o trabalho de grupo;
- privilegiar modalidades como projectos de investigação-acção e de desenvolvimento curricular, oficinas de formação e círculos de estudos;
- articular a formação estruturada com o apoio aos professores que nas escolas se encontram envolvidos em projectos relacionados com a utilização das TIC na educação;
- complementar as actividades presenciais com experiências de formação à distância (ainda existem em número pequeno);
- conceber dispositivos de apoio numa lógica de formação à distância que facilitem o trabalho de equipa e a reflexão conjunta;
- mobilizar os professores para a aquisição de competências que lhes permitam associar a utilização das TIC ao processo pedagógico-didáctico de forma natural;
- utilizar aplicações *on-line* às quais os docentes possam recorrer como materiais didácticos, que os incentivem a partilhar experiências, ideias e instrumentos com outros professores;
- estimular a divulgação dos materiais produzidos.

De um modo geral, as duas principais linhas de força são a formação contextualizada curricularmente e o desenvolvimento de modalidades de formação que propiciem uma maior implicação dos formandos na definição do seu próprio percurso formativo, aproveitando as potencialidades das plataformas de apoio à formação à distância (Brito, Duarte e Baía, 2004).

Os mesmos autores, no estudo que realizaram ("As TIC na Formação Contínua dos Professores"), registaram um crescimento mais acentuado (taxa de crescimento de 45%) nas formações que incluem as aplicações dos programas utilitários de uso genérico, da *Internet* e de *softwares* de concepção de produtos multimédia à educação, em detrimento das acções que se centram na aprendizagem das ferramentas computacionais na ausência de qualquer contexto educativo. Este aspecto é um indicativo de que só agora os professores começaram a sentir necessidade de conhecer e aprender mais sobre as TIC para as poderem utilizar eficazmente.

A formação de professores no domínio das TIC, revela-se um imperativo, mesmo sem a certeza de que a correspondente frequência equivalha a maior entusiasmo dos professores, ou que venha a revelar-se na melhoria das práticas pedagógicas em contexto educativo. É preciso apostar nela e oferecer um leque variado de opções aos professores, visando facilitar o processo de desenvolvimento profissional dos mesmos.

A vida modifica-se acreditando e lutando... (pensamento da autora da dissertação)

CAPÍTULO 2 – TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS QUÍMICOS

1. Breve História da Tabela Periódica

No mundo que nos rodeia encontra-se uma enorme diversidade de materiais e de substâncias que os constituem. Mas, a grande variedade de substâncias obtém-se a partir de um número muito mais reduzido de elementos químicos que, actualmente, se encontram organizados numa tabela – a **Tabela Periódica dos Elementos** (TP).

A ideia de organizar os elementos químicos resultou da necessidade que os químicos sentiram de reunir o máximo de informações sobre os mesmos da forma mais simples para serem consultadas.

Na antiguidade, eram já conhecidos alguns elementos, como o ouro, a prata, o cobre, o ferro, o carbono, o chumbo, o estanho, o mercúrio e o enxofre. Os alquimistas descobriram o arsénio, o antimónio e o fósforo.

Os alquimistas seguiam a disciplina que visava o fabrico da pedra filosofal, a substância capaz de transformar em ouro qualquer matéria com a qual fosse colocada em contacto, e do elixir da longa vida, que haveria de prolongar a existência dos que o tivessem tomado. Embora a alquimia não fosse uma ciência experimental, ou seja, os trabalhos eram executados sem recorrer ao método científico (forma sistemática de organizar as coisas), o impulso oferecido por ela foi, em todo o caso, muito grande. Nesta busca incessante, os alquimistas acabaram por descobrir novos elementos e processos úteis à vida prática, tais como a destilação e a sublimação.

Em 1669, o alquimista alemão, Henning Brand, quando procurava descobrir a pedra filosofal, conseguiu "apenas" obter fósforo elementar através da destilação da urina. Este é o primeiro elemento do qual existem registos históricos da sua descoberta.

A partir desta data, muitos outros elementos químicos foram descobertos, tendo, em 1870, o número crescido para cerca de 60. A título de exemplo, refere-se a descoberta do elemento hidrogénio e do elemento oxigénio. O primeiro foi descoberto por Henry Cavendish, em 1776, apesar de ter sido baptizado pelo químico francês, Antoine Lavoisier, apenas sete anos mais tarde (1783). Chamou-lhe hidrogénio, palavra que tem origem grega e significa "gerar água". O segundo foi descoberto, no ano 1774, por Joseph Pristley e, independentemente, pelo químico sueco, Carl W. Scheele. No entanto, só mais tarde, Lavoisier, mais uma vez, foi bem sucedido ao descrever o oxigénio, pois baseou-se somente em factos experimentais.

Como o número de elementos químicos conhecidos ia aumentando, os cientistas começaram a procurar semelhanças nas suas propriedades e a desenvolver esquemas para a sua classificação.

O primeiro cientista a destacar-se na tentativa de ordenação sistemática dos elementos foi Antoine Lavoisier, em 1789. Ele agrupou os cerca de 30 elementos já conhecidos em quatro categorias: gases, não-metais, metais e elementos terrosos. Quando estudava a substância elementar

correspondente a um dado elemento, no estado sólido, e esta tanto apresentava brilho metálico, como era boa condutora da electricidade, então constituía um metal. O oxigénio, por exemplo, era considerado um gás e a "cal" um elemento terroso. É de salientar, que nesta época, os elementos eram colocados ao mesmo nível da luz e do calor, sendo estes considerados elementos gasosos.

No século XIX, ainda muito pouco se sabia acerca dos átomos e não se conheciam as partículas subatómicas, tais como, o protão, o electrão e o neutrão. Mas, mesmo neste contexto, os químicos não desistiam da procura de uma organização para os elementos químicos, até porque a classificação de Lavoisier se tinha revelado pouco rigorosa. Os trabalhos que entretanto surgiam foram, muitas vezes, notavelmente bem sucedidos e ficaram para sempre na história da ciência.

Muito antes dos conhecimentos actuais sobre a Mecânica Quântica, os químicos já conheciam algumas propriedades físicas e químicas de alguns elementos e reconheciam semelhanças entre átomos de elementos diferentes. Os seus trabalhos baseavam-se no conhecimento das massas atómicas, pois nessa altura já existiam medidas precisas dessa grandeza para muitos elementos. Organizar os elementos de acordo com a sua massa atómica parecia lógico a estes químicos, visto que entendiam que o comportamento químico deveria relacionar-se, de certa forma, com essas massas. Nos dias que correm, sabe-se que a massa atómica não é a propriedade fundamental de um átomo. O seu valor pode variar de acordo com a abundância relativa dos isótopos (átomos diferentes do mesmo elemento que diferem no número de neutrões) de cada elemento. No entanto, foi o critério que serviu de base aos químicos durante parte do século XIX.

Por volta de 1817, o alemão Johann **Döbereiner**, observou que a massa atómica do estrôncio era aproximadamente igual à média das massas atómicas do cálcio e do bário. E, para além desta curiosidade, ele verificou que os elementos em causa tinham propriedades químicas semelhantes. Em 1829, ele volta a fazer observações similares para outros grupos de três elementos, como, por exemplo, o lítio, o sódio e o potássio. Assim, ele criou as **tríades**. Cada uma delas era constituída por três elementos com propriedades semelhantes, organizados por ordem crescente de massa atómica.

I		II		III		IV	
Elemento	Massa Atómica	Elemento	Massa Atómica	Elemento	Massa Atómica	Elemento	Massa Atómica
Li	7	Ca	40	S	32	Cl	35,5
Na	23	Sr	88	Se	79	Br	80
K	39	Ba	137	Te	127,5	I	127

Figura 2.1 – Tríades de Döbereiner

É de notar, que estes agrupamentos estão de acordo com o que se conhece actualmente sobre as propriedades periódicas. Lamentavelmente, muitos dos metais não podiam constituir tríades.

Um outro modelo, foi sugerido, em 1862, por Alexandre de **Chancourtois**, engenheiro e geólogo francês – o **caracol de Chancourtois**. Os elementos encontravam-se dispostos, por ordem crescente de massas atómicas, numa linha helicoidal que recobria uma superfície cilíndrica, de maneira a que os pontos que se correspondiam sobre as sucessivas voltas da hélice diferiam em 16 unidades. Os elementos com propriedades semelhantes encontravam-se nesses pontos. Por exemplo, o oxigénio, o enxofre, o selénio e o telúrio têm, respectivamente, as massas atómicas 16, 32, 79, e 128. Casualmente, estes valores são múltiplos exactos ou próximos de 16. Mas, se algumas partes da hélice tiveram sucesso, outras revelaram-se incorrectas. O caso mais relevante diz respeito ao boro e ao alumínio que, como era de esperar, apareciam em conjunto, mas seguiam-se-lhes o níquel, o arsénio, o lantânio e o paládio, que não têm propriedades parecidas com os primeiros.

Chancourtois teve muita satisfação ao noticiar o seu projecto, pois apenas uma das tríades de Döbereiner aparecia na sua hélice. Até a tríade do enxofre deixou de ter qualquer importância, tendo o trabalho do alemão perdido toda a credibilidade. Apesar do caracol mostrar a existência de uma periodicidade, revelou-se pouco consistente, o que impediu a sua aceitação. Não fosse Chancourtois um geólogo!

Outra tentativa de organização deveu-se ao inglês John **Newlands** que, em 1864, estabeleceu a relação a que chamou **Lei das Oitavas**. Este foi o primeiro químico a dispor os elementos num quadro com sete colunas, por ordem crescente de massa atómica. Nesta disposição, qualquer elemento tinha propriedades semelhantes às do oitavo elemento que se lhe seguia (por analogia às oitavas da escala musical). Contudo, esta ordem levantava algumas anomalias. Mas, como Newlands tinha conhecimentos muito consistentes a nível químico, não receou colocar dois elementos a ocupar a mesma posição na tabela, desde que apresentassem propriedades idênticas. Consciente do seu trabalho, ele verificou que a periodicidade não era perfeita e que a "lei" era inadequada para elementos para além do cálcio.

Apesar de tudo, o seu trabalho foi fortemente criticado e chegou mesmo a ser ridicularizado pela Real Sociedade de Química de Londres. Só mais tarde, em 1887, depois de se ter constatado que a sua contribuição foi um notável património para os trabalhos dos químicos que se seguiram, é que a mesma instituição o galardoeia.

Atribui-se a Dmitri **Mendeleev**[1], físico e químico russo, a origem da organização da Tabela Periódica actual. Este, ao escrever o livro "*Principles of Chemistry*", procurou um padrão que permitisse organizar toda a informação acerca dos elementos. Para tal, fez vários cartões, um para cada elemento, e analisou várias disposições dos mesmos. Descobriu uma que tinha por base a repetição regular e periódica das propriedades – elementos dispostos numa tabela por ordem

[1] – Em 1906, Mendeleev recebeu o Prémio Nobel da Química. O seu trabalho na classificação periódica dos elementos foi considerado o passo mais importante dado pela Química no século XIX.

crescente de massa atómica, de modo que em cada coluna se encontrassem elementos com propriedades químicas análogas. Estava estabelecida a relação entre a massa atómica e a as propriedades dos elementos. A figura 2.2 mostra a TP proposta por Mendeleev, em 1872.

O modelo encontrado revela aspectos positivos em relação aos anteriores. Em primeiro lugar, ele deixou vários espaços vazios na tabela para elementos que previa virem a ser descobertos. Esta era a grande novidade e, talvez, a principal causa do elevado sucesso. Pela primeira vez, era possível prever, de forma bastante exacta, as propriedades de muitos elementos que ainda não eram conhecidos. Por exemplo, Mendeleev previu a existência de dois elementos desconhecidos a que chamou eka-alumínio (eka significa "primeiro"; então, o eka-alumínio seria o primeiro elemento sob o alumínio no mesmo grupo) e eka-silício. Quando, em 1875, o químico francês, Lecoq de Boisbaudran descobriu o gálio, verificou-se que as suas propriedades se ajustavam às previstas para o eka-alumínio; e, passados cerca de 15 anos, quando o alemão Winckler descobriu o germânio, também se constatou que tinha exactamente as mesmas propriedades do eka-silício. Estas descobertas sucederam-se ainda durante a vida de Mendeleev, o que lhe mostrou que as suas previsões estavam correctas.

Reihen	Gruppe I — R^1O	Gruppe II — RO	Gruppe III — R^2O^3	Gruppe IV RH^4 RO^2	Gruppe V RH^3 R^2O^5	Gruppe VI RH^2 RO^3	Gruppe VII RH R^2O^7	Gruppe VIII — RO^4
1	H = 1							
2	Li = 7	Be = 9,4	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19	
3	Na = 23	Mg = 24	Al = 27,3	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35,5	
4	K = 39	Ca = 40	— = 44	Ti = 48	V = 51	Cr = 52	Mn = 55	Fe = 56, Co = 59, Ni = 59, Cu = 63.
5	(Cu = 63)	Zn = 65	— = 68	— = 72	As = 75	Se = 78	Br = 80	
6	Rb = 85	Sr = 87	?Yt = 88	Zr = 90	Nb = 94	Mo = 96	— = 100	Ru = 104, Rh = 104, Pd = 106, Ag = 108.
7	(Ag = 108)	Cd = 112	In = 113	So = 118	Sb = 122	Te = 125	J = 127	
8	Cs = 133	Ba = 137	?Di = 138	?Co = 140	—	—	—	— — — —
9	(—)	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	?Er = 178	?La = 180	Ta = 182	W = 184	—	Os = 195, Ir = 197, Pt = 198, Au = 199.
11	(Au = 199)	Hg = 200	Tl = 204	Pb = 207	Bi = 208	—	—	
12	—	—	—	Th = 231	—	C = 240	—	— — — —

Figura 2.2 – Tabela Periódica proposta por Mendeleev, em 1872

(Os símbolos no cimo das colunas são as fórmulas moleculares escritas de acordo com a nomenclatura do século XIX.)

Mendeleev ao desenvolver a sua tabela privilegiou a regra de propriedades semelhantes na mesma coluna. Assim, sentiu a necessidade de reordenar alguns elementos para novas posições.

Por um lado, teve de admitir que alguns dos valores que utilizava de massa atómica determinados por Stanislao Cannizzaro estavam incorrectos. Deste modo, ele, por exemplo, não hesitou em colocar o berílio no grupo II, acima do magnésio, uma vez que tinham propriedades que se assemelhavam. Inicialmente, o berílio encontrava-se no grupo III, de acordo com o critério da ordem crescente de massa atómica.

O químico russo teve ainda que inverter a posição relativa de alguns pares de elementos. No caso do iodo e do telúrio, apesar do primeiro ter massa atómica igual a 127 e o segundo igual a 128, o iodo só deveria surgir na tabela depois do telúrio.

Embora, Mendeleev tenha efectuado todos estes ajustes, a tabela continuava a apresentar algumas incorrecções. Por exemplo, a posição do árgon (39,95 u.m.a.), se fosse estabelecida somente pelo critério da massa atómica, ocuparia a posição do potássio (39,10 u.m.a.) na Tabela Periódica actual (Anexo 1), o que representa uma discrepância. O árgon, sendo um gás inerte, nunca poderia ser colocado no mesmo grupo do lítio e do sódio, que constituem metais muito reactivos.

Na mesma época, o químico alemão, Lothar **Meyer**, mais interessado nas propriedades físicas dos elementos, também estabeleceu uma organização para eles. Apesar de ter dado o seu contributo, como só apresentou publicamente o seu trabalho passado um ano de Mendeleev ter divulgado a sua tabela, não lhe foi dado muito destaque.

Com a descoberta dos isótopos dos elementos, verificou-se que a massa atómica não era o critério que marcava a periodicidade dos elementos, tal como Mendeleev, Meyer e outros tinham referido. Mostrou-se, então, que as propriedades dos elementos variavam periodicamente com o número atómico.

A experiência que Ernest Rutherford, físico neo-zelandês, realizou, em 1910, permitiu avançar nos conhecimentos sobre a constituição dos átomos. Ele recorreu às descobertas realizadas no âmbito da radioactividade e bombardeou uma lâmina de ouro com partículas α (núcleos de hélio - $^{2}_{4}He^{2+}$). Observou que a maioria das partículas atravessavam a lâmina de ouro sem sofrer desvio, enquanto que outras, em muito menor número, eram desviadas, chegando mesmo algumas a voltar para trás. Atendendo aos resultados experimentais, Rutherford propôs que a maior parte do espaço atómico é espaço vazio e que na sua parte central existe uma pequena zona densa de carga positiva – o núcleo. Completou o seu modelo, avançando com a ideia de que em torno do núcleo se moviam os electrões[2].

Às partículas de carga positiva que constituem o núcleo foi atribuído o nome de protões. Realizando a sua experiência com vários materiais, Rutherford conseguiu estimar o número de protões no núcleo de vários elementos.

[2] – A descoberta do electrão deve-se à experiência realizada por J.J. Thomson, por volta de 1900, com o tubo de raios catódicos.

No entanto, o modelo de Rutherford ainda não conseguia explicar algumas questões:

- Como é que os protões se mantêm agregados, mesmo tendo cargas iguais?
- Porque é que a massa do hélio deveria ser o dobro da massa do hidrogénio, e, no entanto, se verifica que é quatro vezes maior?

O físico britânico, James Chadwick, em 1932, ao bombardear uma folha de berílio com partículas α, observou que do metal eram emitidas radiações semelhantes à radiação γ (ondas electromagnéticas de elevada energia). Desta forma, ele confirmou a existência de uma outra partícula no núcleo – o neutrão (partícula de carga neutra e com massa ligeiramente superior à dos protões). Agora já era possível responder às questões referidas anteriormente.

O contínuo progresso no conhecimento das partículas subatómicas, permitiu a Henry **Moseley**, em 1913, estabelecer o conceito de número atómico de um elemento: é o número de protões existentes no núcleo do átomo desse elemento. Ele chegou a essa conclusão após realizar experiências que lhe possibilitaram estabelecer uma relação entre os espectros de raios X e o número de cargas positivas do átomo dos elementos.

Neste contexto, Moseley verifica que as propriedades dos elementos se repetem periodicamente quando estes são colocados por ordem crescente de número atómico – **Lei Periódica de Moseley**. Estava dado o grande passo na organização dos elementos químicos. Algumas das incongruências existentes na tabela de Mendeleev podiam agora ser explicadas. O potássio deve seguir-se ao árgon, visto que o primeiro tem número atómico 18 e o segundo número atómico 19.

Com o passar do tempo, descobriram-se novos elementos e os químicos viram-se obrigados a efectuar alterações na Tabela Periódica.

Já em 1895, quando o físico, Lord Rayleigh, descobriu o árgon e o químico, William Ramsey, descobriu os restantes gases inertes, foi necessário acrescentar uma nova coluna à Tabela Periódica.

A última grande modificação na Tabela Periódica resultou do trabalho de Glenn **Seaborg**, na década de 50. Depois da descoberta do plutónio em 1940, Seaborg descobriu os elementos transuranianos desde o número atómico 94 até ao 102. Com estes novos elementos, ele reconfigurou a TP, colocando os elementos da série dos actinídeos (elementos de número atómico de 90 a 103) a seguir à série dos lantanídeos (elementos de número atómico de 58 a 71), na zona inferior da mesma, tal como se pode ver na figura 2.3.

Em 1951, Seaborg recebeu o Prémio Nobel da Química e quando se descobriu o elemento de número atómico 106 foi-lhe dado o nome de seabórgio, em sua homenagem.

Muitos outros nomes de químicos que se destacam na história da Química, encontram-se "disfarçados" como nomes de elementos químicos na Tabela Periódica actual.

É de destacar o elemento de número atómico 101, o mendelévio. Foi assim baptizado para homenagear o trabalho de Mendeleev.

A IUPAC (Internacional Union of Pure and Applied Chemistry), organismo que estabelece normas de nomenclatura na área da Química, estabeleceu, recentemente, uma outra recomendação: na Tabela Periódica, a designação dos grupos deve ser feita com a numeração de 1 a 18, utilizando algarismos árabes. Pretende-se uniformizar as diferentes convenções utilizadas até agora (convenção americana e europeia, que se encontram representadas na figura 2.3) e tornar a sua linguagem universal. Contudo, esta recomendação criou muita discussão na comunidade internacional de química, pelo que ainda continuará em análise durante algum tempo.

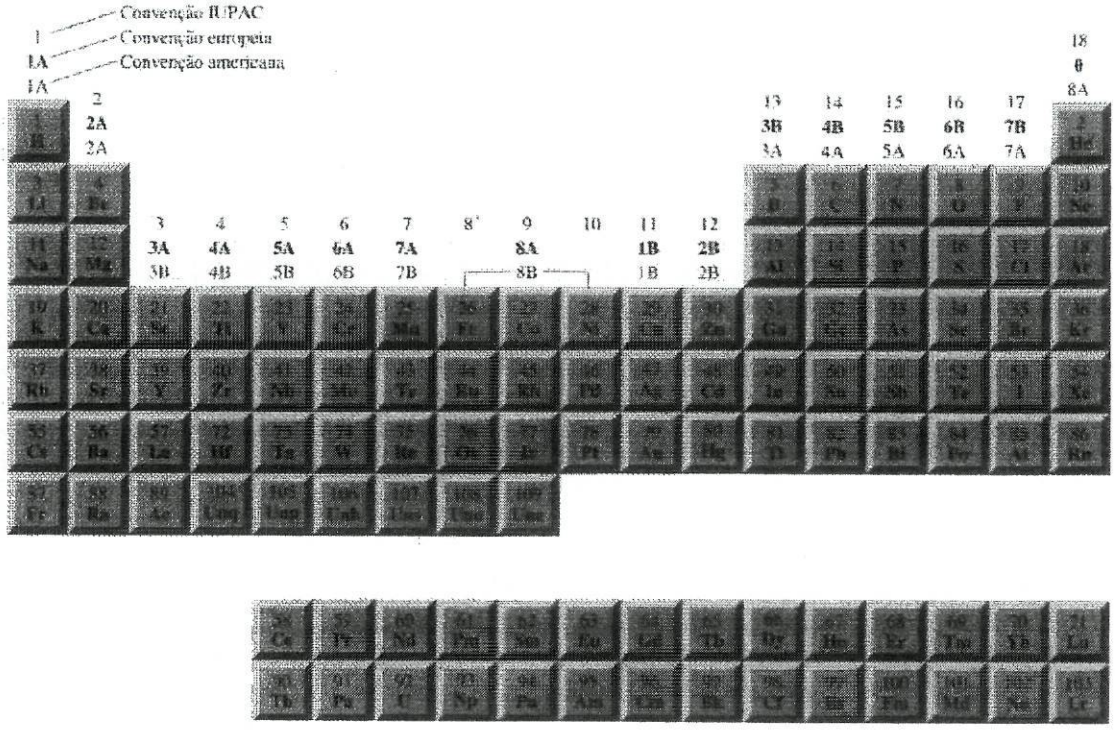


Figura 2.3 – Tabela Periódica com as diferentes convenções

A Tabela Periódica actual (Anexo 1) é constituída por 115 elementos conhecidos dispostos, numa matriz quadriculada de linhas e colunas, por ordem crescente de número atómico. A cada uma das quadrículas corresponde um elemento químico. Este está representado pelo seu símbolo químico e vem acompanhado das suas características. Uma das informações presente considerada muito importante é a configuração electrónica (no próximo sub-capítulo irá desenvolver-se este conceito). Esta tem origem nos conhecimentos da Mecânica Quântica e permite explicar a ocorrência periódica das propriedades dos elementos.

A grande utilidade da Tabela Periódica consiste na possibilidade de se poderem prever as propriedades de qualquer elemento químico, tendo por base o conhecimento das propriedades gerais e das tendências, dentro de um grupo ou de um período (no próximo sub-capítulo serão aprofundados os conhecimentos sobre a TP).

No futuro, espera-se que a Tabela Periódica seja enriquecida com novos elementos que venham a ser descobertos. Os elementos com número atómico superior a 117 terão, certamente, um tempo de vida extremamente pequeno, por se tornarem muito instáveis devido às repulsões eléctricas. No entanto, existem teorias que especulam a existência de elementos com cerca de 170 protões no núcleo. Pode avançar-se que a TP ainda se vai expandir, mas não tanto como até aos dias de hoje.

2. Tabela Periódica actual

2.1. Organização da Tabela Periódica

A Tabela Periódica é, efectivamente, um instrumento organizador de conhecimentos sobre os elementos químicos, onde estes estão ordenados por ordem crescente de **número atómico (Z)**. Encontra-se organizada em 7 linhas e 18 colunas, como se pode observar na figura 2.4. Os elementos que pertencem a uma mesma linha dizem-se do mesmo **período** e os que pertencem à mesma coluna fazem parte do mesmo **grupo**.

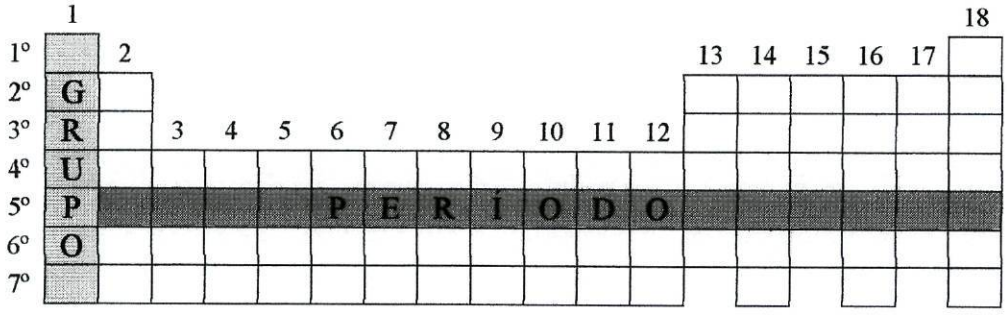


Figura 2.4 – Organização da Tabela Periódica em períodos e grupos

Cada grupo constitui uma família de elementos, às quais se atribui, por vezes, uma designação própria. Por exemplo, o grupo 1 é o grupo dos metais alcalinos, o grupo 2 o dos metais alcalino-terrosos, o grupo 16 o dos calcogéneos, o grupo 17 o dos halogéneos e o grupo 18 é chamado o grupo dos gases nobres ou inertes. As características das várias famílias serão exploradas mais à frente.

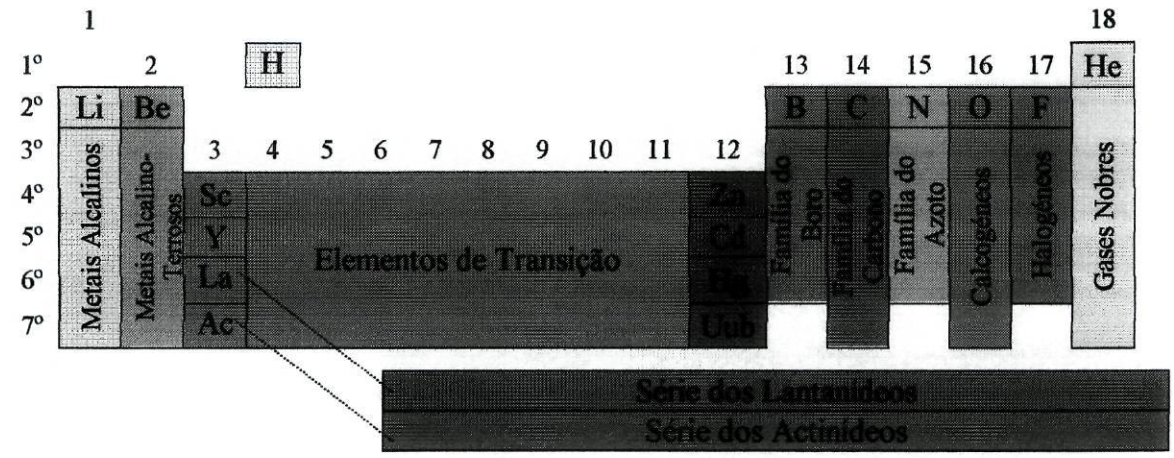


Figura 2.5 – Famílias constituintes da Tabela Periódica

O hidrogénio, primeiro elemento de Tabela Periódica, é aquele que tem menor número atómico. No entanto, não é fácil decidir a sua posição, porque ele tem características individuais que não podem ser comparadas com os elementos dos outros grupos. Ele aparece muitas vezes colocado no grupo 1, embora não seja um metal. Recentemente, ele tem sido, muitas vezes, posicionado de forma solitária, ou seja, sem pertencer a nenhum dos grupos, tal como se encontra na figura 2.5.

Na Tabela Periódica, esquematizada na figura 2.6, observa-se uma linha quebrada. Esta permite classificar os elementos em metais, não-metais e semimetais. Os primeiros encontram-se à esquerda da linha, os segundos à direita e os últimos são aqueles que se encontram de cada um dos lados dessa linha. Os semimetais, em determinadas condições comportam-se como metais, noutras como não-metais. Através desta divisão, verifica-se que a maior parte dos elementos da TP são metais.

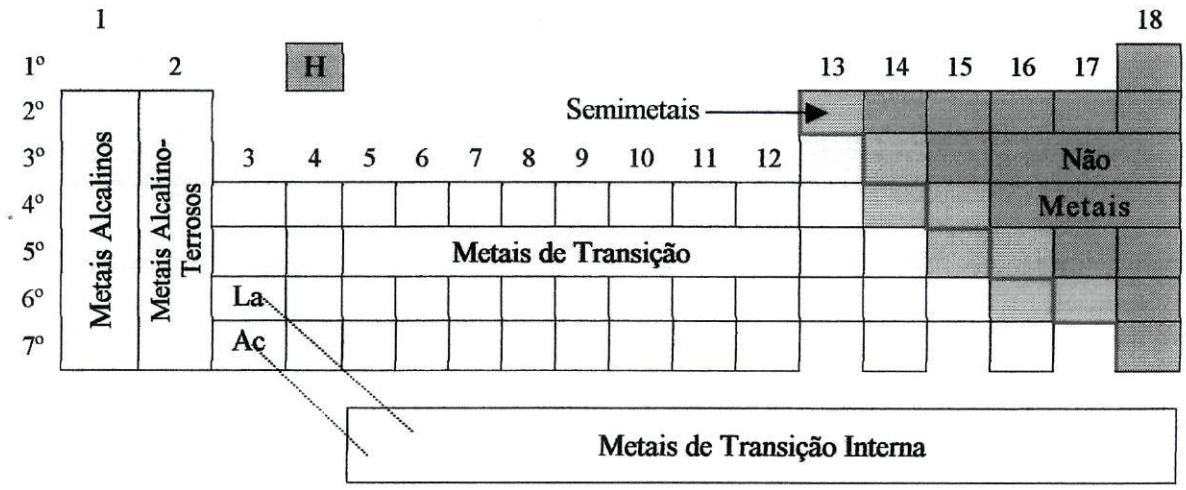


Figura 2.6 – Organização da Tabela Periódica em metais, não metais e semimetais

Ainda é possível estabelecer outra classificação com base na Tabela Periódica: elementos representativos, grupo 1, 2, 13, 14, 15, 16 e 17, e elementos de transição, do grupo 3 ao 11. No grupo 18, como já foi referido, encontram-se os gases nobres e o grupo 12 não tem designação específica. Os elementos zinco, cádmio e mercúrio, nem são elementos representativos, nem metais de transição.

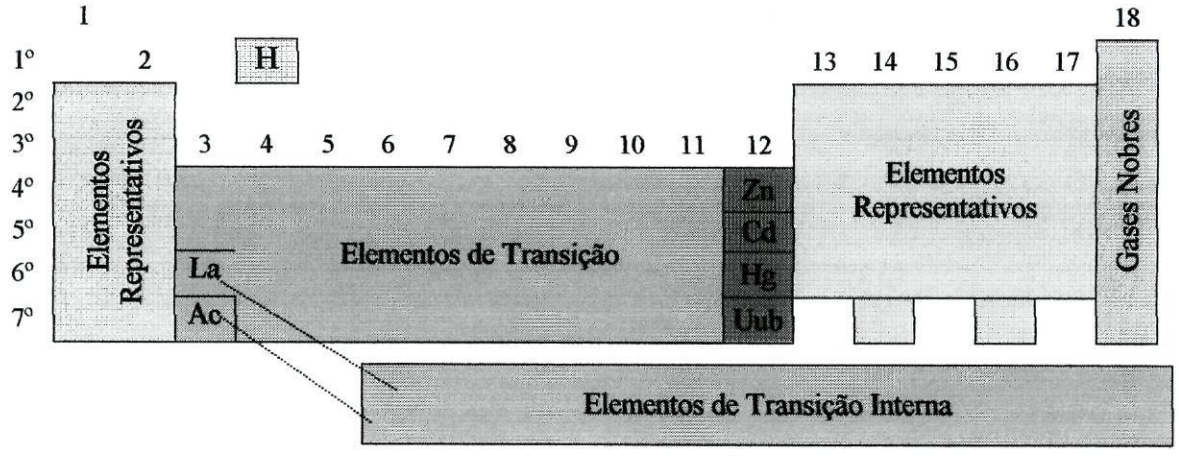


Figura 2.7 – Organização da Tabela Periódica em elementos representativos e de transição

Recorde-se que a Tabela Periódica está organizada de modo a que os elementos de um mesmo grupo possuam propriedades químicas semelhantes, as quais se relacionam com as configurações electrónicas dos mesmos.

Actualmente, as configurações electrónicas são escritas de acordo com o Modelo Quântico do Átomo (figura 2.8), segundo o qual um electrão só pode assumir determinados níveis de energia no átomo. Este modelo está associado a vários cientistas e resultou de uma construção e actualização permanente dos conhecimentos acerca dos átomos. Um dos nomes que está na base do modelo actual do átomo é Werner Heisenberg (físico alemão). Outro é Erwin Schrödinger (físico austríaco). Este, em 1926, escreveu a equação que permite descrever o comportamento e a energia das partículas sub-microscópicas. Esta descrição garantiu-lhe o Prémio Nobel da Física em 1933.

A grande novidade introduzida neste modelo é a existência de zonas em torno do núcleo onde a probabilidade de encontrar um dado electrão é elevada – as orbitais.

Até aqui, prevalecia o Modelo Atómico de Bohr (figura 2.9) que propunha que os electrões descreviam órbitas circulares e bem definidas, em torno do núcleo. Niels Bohr, físico dinamarquês, baseou os seus trabalhos nos resultados experimentais obtidos por Rutherford (já referenciados no sub-capítulo anterior). Os trabalhos efectuados por Johannes Rydberg e Joseph Balmer, no campo

dos espectros de riscas dos elementos, também ajudaram Bohr na formulação do seu modelo e, ainda, o impulsionaram a pensar numa explicação para as riscas no espectro do átomo de hidrogénio.

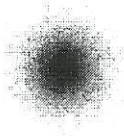


Figura 2.8 – Modelo quântico do átomo

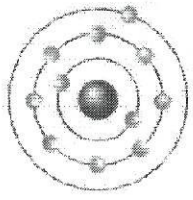


Figura 2.9 – Modelo atómico de Bohr

Cada electrão que ocupa uma dada orbital é descrito por um conjunto de números quânticos:

- o número quântico principal, n, relaciona-se com a energia do electrão e com o tamanho da orbital; só pode ter valores inteiros e positivos iguais ou superiores a um;
- o número quântico secundário, ou de momento angular, l, indica o subnível de energia, representando a forma da orbital; pode tomar valores de 0 até (n-1), os quais podem ser representados pelas letras *s*, *p* *d* e *f*, da acordo com a forma da orbital (na figura 2.10 apenas estão esquematizadas as orbitais *s*, *p* e *d*);
- o número quântico magnético, m_l, determina as orbitais presentes em cada subnível de energia e a sua orientação espacial; pode assumir valores de $-l$ a $+l$;
- o número quântico de spin, m_s, associa-se ao sentido em que cada electrão gira em torno do seu eixo imaginário; só pode ter o valor –1/2 ou +1/2.

As orbitais *s* têm todas forma esférica (a superfície de fronteira engloba 90% da densidade electrónica total da orbital).

As orbitais *p* têm a forma de dois lóbulos simétricos, que se orientam segundo as três orientações do espaço; assim, em cada subnível *p* existem três orbitais p. Estas orbitais só existem a partir do número quântico principal $n = 2$ (consultar a tabela 2.1).

As orbitais *d* têm formas mais complexas, havendo cinco possibilidades de orientação; então, em cada subnível *d* há cinco orbitais *d*. Estas orbitais só existem a partir do número quântico principal $n = 3$ (consultar a tabela 2.1).

As formas das orbitais *f* são difíceis de representar; em cada subnível *f* existem sete orbitais *f*.

Todas as orbitais que pertencem a um mesmo subnível têm a mesma energia e à medida que aumenta o valor do número quântico principal elas aumentam de tamanho.

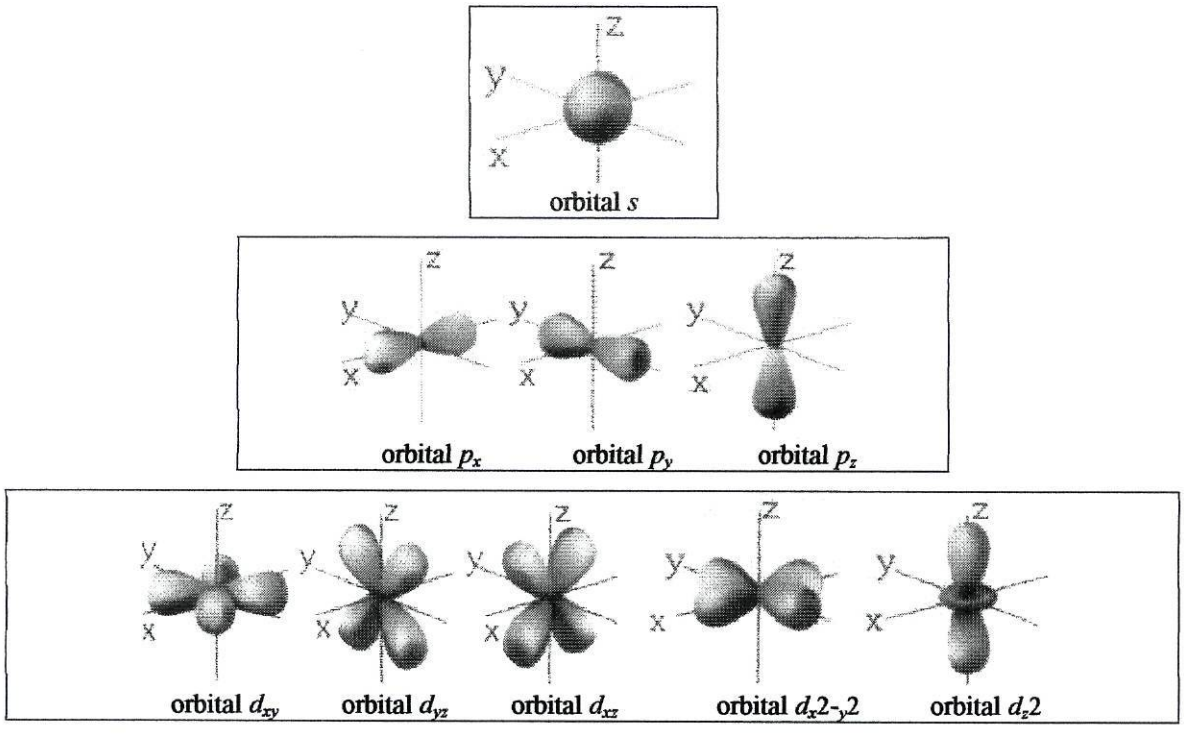


Figura 2.10 – Formas das orbitais *s*, *p* e *d*

Tabela 2.1 – Relação entre os números quânticos e as orbitais atómicas

n	l	m_l	**Número de orbitais**	**Designação das orbitais**
1	0	0	1	$1s$
2	0	0	1	$2s$
	1	-1,0,1	3	$2p_x$, $2p_y$, $2p_z$
3	0	0	1	$3s$
	1	-1,0,1	3	$3p_x$, $3p_y$, $3p_z$
	2	-2,-1,0,1,2	5	$3d_{xy}$, $3d_{yz}$, $3d_{xz}$, $3d_{x^2-y^2}$, $3d_{z^2}$
...	...	...	...	...

Para estabelecer a configuração electrónica, isto é, para distribuir os electrões constituintes de um dado átomo pelas orbitais, é necessário recorrer a um conjunto de princípios e regras:

- Princípio da energia mínima: os electrões distribuem-se pelas diferentes orbitais por ordem crescente de energia das mesmas.
- Princípio de exclusão de Pauli[3]: num átomo não podem existir dois electrões com os quatro números quânticos iguais, ou seja, numa orbital só podem existir dois electrões com spins opostos.
- Regra de Hund[4]: as orbitais de um mesmo subnível são preenchidas de modo a que os electrões contenham o maior número de spins paralelos.

A energia de uma orbital depende do número quântico principal e do número quântico secundário. No entanto, a ordem crescente de preenchimento das orbitais, nem sempre corresponde

[3] – Wolfgang Pauli, físico austríaco foi um dos fundadores da Mecânica Quântica.
[4] – Frederick Hund, físico alemão, também centrou o seu trabalho na Mecânica Quântica.

à ordem crescente dos números quântico primário e secundário. Para o mesmo número quântico principal, é certo, que as orbitais mais próximas do núcleo (orbitais menos energéticas e as primeiras a serem preenchidas) são as *s*. Seguem-se as *p*, *d* e *f*. Todavia, como a energia total de um átomo depende da soma das energias das orbitais e das repulsões electrónicas sentidas nessas orbitais, podem ocorrer inversões nessa ordem para orbitais com número quântico principal diferente, em átomos polielectrónicos. Quando se adicionam electrões ao mesmo subnível de energia, geram-se repulsões electrónicas, que acabam por alterar a energia das orbitais. Por exemplo, primeiro deveria preencher-se uma orbital 3*d* e só depois a orbital 4*s*. Mas, como estes subníveis têm energias muito próximas e se fazem sentir maiores repulsões no subnível 3*d*, o que provoca um aumento significativo da sua energia, a orbital 4*s* acaba por ser preenchida em primeiro lugar. Ocorrem inversões deste tipo entre outros subníveis de energia, as quais podem ser facilmente consultadas no diagrama de Pauling (figura 2.11): é só seguir a direcção das setas.

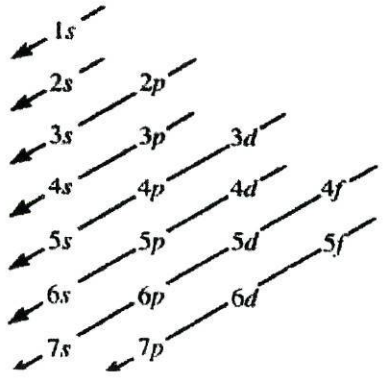


Figura 2.11 – Diagrama de Pauling

Existem várias irregularidades na ordem de preenchimento dos subníveis de energia ao longo da Tabela Periódica, principalmente nos metais de transição e nas famílias dos lantanídeos e dos actinídeos. Para estes elementos, como o número atómico é elevado, a ordem de preenchimento dos subníveis pode inverter-se entre elementos sucessivos, pois a proximidade das orbitais ao núcleo também depende da carga nuclear do elemento.

Nas configurações electrónicas encontram-se, então, especificados os níveis e os subníveis de energia das várias orbitais, bem como o número de electrões que ocupa cada uma delas. Para cada orbital, primeiro indica-se o número quântico principal pelo respectivo número do nível de energia, depois coloca-se a letra correspondente à forma da orbital e, de seguida, em expoente, o número de electrões contidos na orbital. Este processo repete-se sucessivamente, desde o subnível de menor energia, até ao de maior energia, até todos os electrões do átomo em causa estarem distribuídos.

Analisando um pequeno extracto da Tabela Periódica (figura 2.12) verifica-se que, os elementos que pertencem ao mesmo grupo têm igual configuração electrónica de valência (configuração electrónica das orbitais do último nível de energia) e o número de electrões desse nível de energia é igual ao algarismo das unidades do número do grupo da Tabela Periódica. O número do período a que pertence um elemento é igual ao número quântico principal do último nível preenchido.

13	14	15	16	17	18
					He $1s^2$
B $1s^2 2s^2 2p^1$	C $1s^2 2s^2 2p^2$	N $1s^2 2s^2 2p^3$	O $1s^2 2s^2 2p^4$	F $1s^2 2s^2 2p^5$	Ne $1s^2 2s^2 2p^6$
Al $[Ne]3s^2 3p^1$	Si $[Ne]3s^2 3p^2$	P $[Ne]3s^2 3p^3$	S $[Ne]3s^2 3p^4$	Cl $[Ne]3s^2 3p^5$	Ar $[Ne]3s^2 3p^6$
Ga $[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^1$	Ge $[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^2$	As $[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^3$	Se $[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^4$	Br $[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^5$	Kr $[Ar]3d^{10} 4s^2 4p^6$
In $[Kr]4d^{10} 5s^2 5p^1$	Sn $[Kr]4d^{10} 5s^2 5p^2$	Sb $[Kr]4d^{10} 5s^2 5p^3$	Te $[Kr]4d^{10} 5s^2 5p^4$	I $[Kr]4d^{10} 5s^2 5p^5$	Xe $[Kr]4d^{10} 5s^2 5p^6$

Figura 2.12 – Extracto da Tabela Periódica com a configuração electrónica dos elementos representados

Os elementos de um mesmo grupo têm um comportamento químico semelhante, exactamente, porque as configurações electrónicas também o são, especialmente no que diz respeito aos electrões de valência (electrões que se encontram no último nível de energia). No entanto, é necessário ter atenção quando se prevêem características de elementos para os grupos de 13 a 17. Por exemplo, no grupo 14 verifica-se uma grande alteração nas propriedades químicas dos elementos. O carbono é um não-metal, os dois elementos seguintes são semimetais e o estanho e o chumbo são metais.

Reflectindo sobre as configurações electrónicas dos elementos, a Tabela Periódica pode ser dividida em blocos (bloco *s*, *p*, *d* e *f*), conforme o tipo de orbitais em que se encontra(m) o(s) electrão(ões) de valência. Os elementos representativos do grupo 1 e 2 constituem o bloco *s*. O bloco *p* integra as restantes famílias dos elementos representativos. Pode dizer-se que os elementos representativos são aqueles que têm as orbitais *s* ou *p* de maior número quântico principal incompletamente preenchidas. Quanto ao grupo 18, os elementos pertencem todos ao bloco *p*, à excepção do hélio, que tem configuração electrónica $1s^2$. Os elementos de transição correspondem ao bloco *d*. Por último, os elementos de transição interna, isto é, as séries dos lantanídeos (6º período) e dos actinídeos (7º período) representam o bloco *f*. É de notar que os elementos do bloco *f* são muito difíceis de distinguir, pois, por terem as orbitais *f* não completamente preenchidas, têm todos propriedades muito similares.

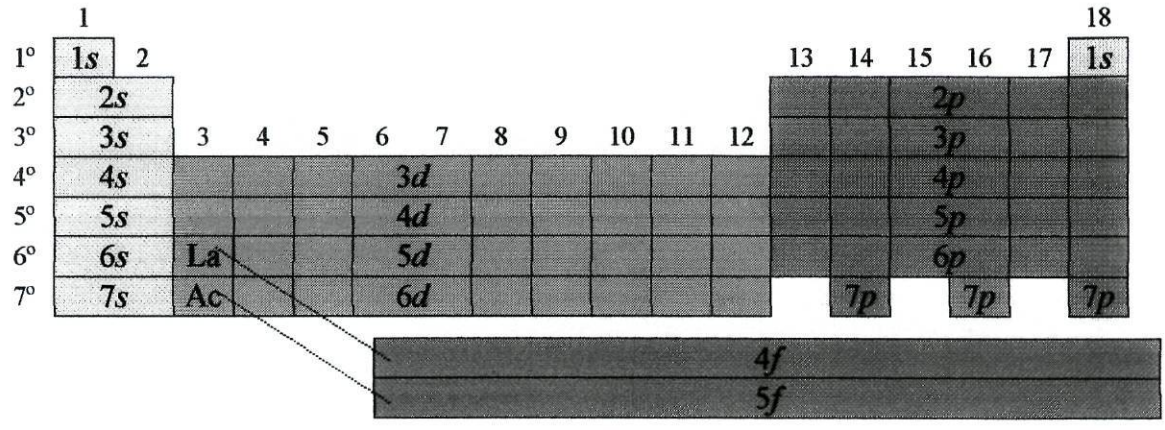


Figura 2.13 – Organização da Tabela Periódica em blocos

Salienta-se que em alguns grupos do bloco *d* a configuração de valência dos vários elementos não é igual (ver anexo 1). Apesar disso, os metais de transição apresentam características muito próprias (apresentam uma orbital *d* não completamente preenchida) e diversificadas que os distinguem dos outros elementos, como, por exemplo, têm a capacidade de formar compostos com cores fascinantes, têm tendência para formar complexos e possuem actividade catalítica.

2.2. Propriedades periódicas dos elementos

A variação periódica de algumas propriedades dos elementos – propriedades periódicas, depende das configurações electrónicas e, como tal, da posição dos elementos na Tabela Periódica.

Os dois factores base que originam a variação dessas propriedades são:

- o aumento do número quântico principal (n) das orbitais de valência ao longo de um grupo (ver Anexo 1) – factor que provoca o afastamento dos electrões de valência para níveis de energia sucessivamente mais afastados do núcleo (níveis de energia mais energéticos), o que favorece uma menor acção atractiva por parte dos protões que estão no núcleo;
- aumento do número atómico (Z) ao longo de um período – factor que tem como consequência directa um aumento da carga nuclear, o que faz com que os electrões sejam mais fortemente atraídos pelo núcleo; contudo, os electrões não são atraídos pela carga nuclear total, mas sim pela carga nuclear efectiva – carga do núcleo enfraquecida pelas repulsões electrão-electrão.

O conceito da carga nuclear efectiva permite ter em conta a influência da blindagem nas propriedades periódicas. A blindagem pode ser entendida como a protecção que os electrões das orbitais internas (electrões de blindagem) exercem sobre os electrões externos (electrões de valência), pois eles diminuem a atracção que o núcleo, naturalmente, exerce sobre os mesmos.

Como é lógico, em átomos polielectrónicos as repulsões existentes entre os electrões também contribuem para a atenuação da força de atracção núcleo-electrões de valência.

De seguida, vão referir-se as duas propriedades fundamentais dos átomos – raio atómico e energia de ionização; a partir delas é possível interpretar todas as outras.

Raio atómico

O raio atómico é difícil de definir, pois a nuvem electrónica de um átomo não tem um limite preciso, mas compreende-se que depende da força com que os electrões exteriores são atraídos pelo núcleo.

Para elementos metálicos, o raio atómico é metade da distância entre os dois núcleos dos dois átomos adjacentes. Para elementos que existem como moléculas diatómicas simples, o raio atómico é metade da distância entre os núcleos dos dois átomos do mesmo elemento unidos pela ligação química.

Na Tabela Periódica o raio atómico varia da seguinte forma (figura 2.14):

- aumenta ao longo de um grupo, porque como aumenta o número de níveis de energia preenchidos, há um maior afastamento dos electrões de valência ao núcleo, o que provoca um aumento no tamanho do átomo;
- diminui ao longo de um período, porque, embora o número quântico principal das orbitais de valência se mantenha constante, a carga nuclear aumenta e prevalece em relação às repulsões que se fazem sentir entre os electrões; assim, as forças de atracção núcleo--electrões de valência são mais intensas, há contracção da nuvem electrónica e, consequentemente, o tamanho do átomo é menor.

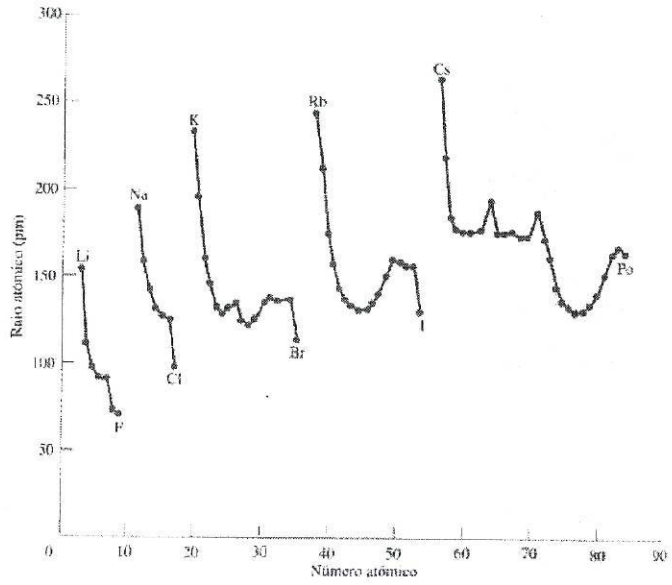


Figura 2.14 – Variação do raio atómico com o número atómico

Observando o gráfico, pode-se concluir que, de uma forma geral, os átomos de menores dimensões constituem os elementos do grupo dos halogéneos e os de maiores dimensões são os metais alcalinos. É de destacar que nos lantanídeos, a diminuição do raio atómico é muito acentuada, pois enquanto a carga nuclear aumenta, os electrões vão sendo adicionados às orbitais 4*f*, pelo que são atraídos de forma cada vez mais significativa.

Como é de esperar, quando um átomo se transforma num ião (partícula com carga eléctrica) o seu tamanho sofre alterações. Os átomos têm tendência a transformar-se em iões para adquirem um mínimo de energia, ou seja, um máximo de estabilidade. Isto é conseguido quando a configuração electrónica do ião é igual à do gás nobre que lhe é mais próximo na Tabela Periódica.

Se o átomo tem tendência a perder electrões origina um catião e o seu tamanho diminui, porque como a carga nuclear permanece igual e a remoção de um ou mais electrões reduz as repulsões electrão-electrão, a nuvem electrónica contrai-se.

Se o átomo tem tendência a receber electrões origina um anião e o seu tamanho aumenta, porque o(s) electrão(ões) adicional(ais) favorece(m) a expansão da nuvem electrónica.

O raio iónico nem sempre tem o mesmo valor, depende da estrutura cristalina em que o ião está inserido e da natureza e disposição dos iões vizinhos.

Energia de Ionização

A energia de ionização é a energia mínima necessária para remover um electrão de um átomo no seu estado fundamental (átomo neutro), na fase gasosa. Portanto, a energia de ionização mede a maior ou menor facilidade com que um átomo perde um electrão: quanto maior for a energia de ionização, mais difícil é a remoção do electrão e vice-versa.

Este conceito relaciona-se com a reactividade química: quanto mais difícil for retirar um electrão a um dado átomo, menos reactivo (mais estável) é o elemento químico correspondente.

Nos átomos polielectrónicos existe mais do que um electrão, pelo que após arrancar o primeiro, é possível fornecer mais energia, agora ao ião monopositivo, para arrancar o(s) seguinte(s). Neste contexto, surgem as designações de primeira energia de ionização (ou somente energia de ionização), segunda energia de ionização e assim sucessivamente.

À medida que aumenta a carga positiva do ião ao qual se pretende remover mais um electrão, as repulsões entre os electrões diminuem e estes são mais fortemente atraídos pelo núcleo. Por conseguinte, é cada vez mais difícil de remover o electrão. Consequentemente, as energias de ionização são sucessivamente crescentes.

A primeira energia de ionização varia de forma regular na Tabela Periódica (figura 2.15):

- ao longo de um grupo diminui, porque aumenta o número de níveis preenchidos e a distância dos electrões de valência ao núcleo e diminui a força de atracção núcleo-electrões de valência, sendo necessária uma menor quantidade de energia para arrancar o electrão;

- apesar de alguma irregularidade, ao longo de um período aumenta, porque aumenta a carga nuclear e, consequentemente, a força de atracção núcleo-electrões de valência, sendo, então, necessária uma maior quantidade de energia para remover o electrão.

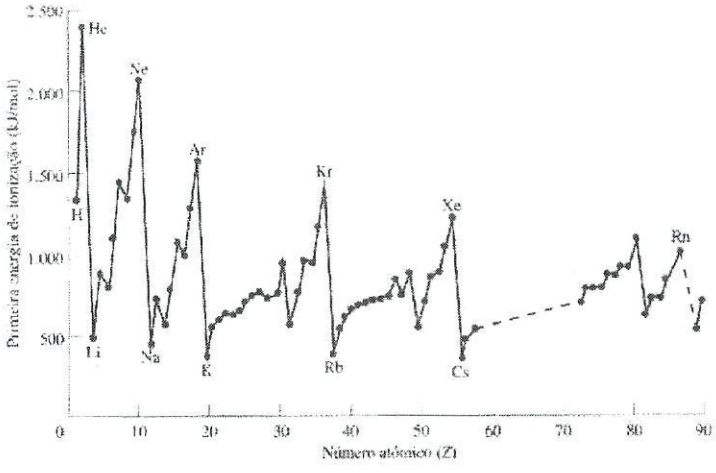


Figura 2.15 – Variação da energia de ionização com o número atómico

De um forma geral, os metais têm energias de ionização mais baixas do que os não-metais. Através da figura é, ainda, perceptível que os elementos que têm maior energia de ionização são os gases nobres, daí a sua inércia química, e os que têm menor energia de ionização são os metais alcalinos, pois, como têm configuração de valência ns^1, isto é, têm apenas um electrão de valência que, por sua vez, está muito blindado, facilmente o perdem para adquirirem a configuração electrónica do gás nobre do período anterior. Os metais alcalino-terrosos têm energias de ionização um pouco superiores às dos metais alcalinos. De todos os elementos, o que tem maior energia de ionização é o hélio.

Nos elementos de transição, o aumento da energia de ionização ao longo de um período é apenas ligeiro, porque mesmo com o aumento da carga nuclear, o efeito de blindagem que os electrões internos 3*d* exercem sobre os 4*s* é maior do que o efeito de blindagem que existe entre os electrões da camada de valência (os electrões que são removidos em primeiro lugar são os da orbital 4*s*), fazendo com que a carga nuclear efectiva aumente muito lentamente entre elementos de transição consecutivos.

Relacionado as duas propriedades já referidas conclui-se que variam numa razão inversa: quanto maior o raio atómico de um dado átomo menor é a energia de ionização do respectivo elemento químico e vice-versa. Esta relação faz todo o sentido, pois se o electrão está mais distante do núcleo é mais fácil arrancá-lo ao átomo.

Na sequência, far-se-à referência a algumas das principais características que influenciam o comportamento químico dos elementos.

Afinidade electrónica

A afinidade electrónica define-se como a variação de energia que ocorre quando um electrão é captado por um átomo, no estado gasoso, para formar um ião mononegativo.

Por convenção, atribui-se um valor negativo à afinidade electrónica quando há libertação de energia (se há libertação energia o anião é mais estável do que o átomo neutro). Quanto mais negativa for a afinidade electrónica, maior a tendência do átomo para receber um electrão.

Em geral, ao longo da Tabela Periódica a afinidade electrónica (figura 2.16):

- diminui ao longo do grupo, embora de modo ligeiro; como aumenta o tamanho do átomo, os electrões estão mais distantes do núcleo e, como tal, são menos atraídos, pelo que o núcleo tem muita dificuldade em captar mais um electrão;
- aumenta ao longo do período, porque o facto dos átomos terem cada vez maior carga nuclear significa que lhes é mais fácil atrair o electrão, à excepção dos gases nobres.

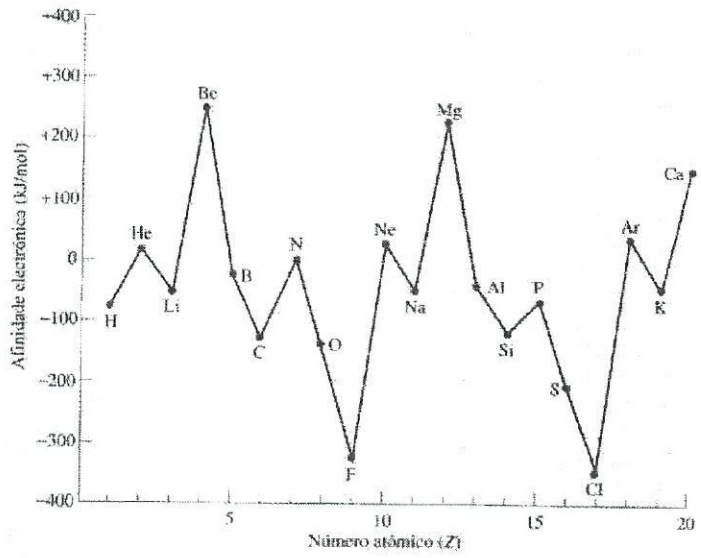


Figura 2.16 – Variação da afinidade electrónica com o número atómico para os primeiros 20 elementos

Observando o gráfico, verifica-se que:

- as afinidades electrónicas dos metais são, geralmente, menores (mais positivas) do que as dos não-metais;
- os halogéneos são os que têm maiores afinidades electrónicas (facilmente captam um electrão para adquirem a configuração electrónica do gás nobre que se segue na TP);

- os gases nobres não têm tendência a captar electrões (têm afinidades electrónica positiva), por terem todas as suas orbitais completamente preenchidas;
- os metais alcalino-terrosos também não têm tendência para captar electrões.

Como se previa, a afinidade electrónica varia na mesma razão da energia de ionização (se é mais difícil arrancar um electrão a um átomo, é porque ele facilmente capta electrões) e na razão inversa do raio atómico.

Electronegatividade

A electronegatividade mede a tendência de um átomo para atrair os electrões quando está ligado quimicamente a outro átomo. Esta grandeza não pode ser medida directamente, mas compreende-se que está relacionada com a afinidade electrónica e com a energia de ionização do elemento em questão: um átomo com uma elevada afinidade electrónica e energia de ionização, possui uma electronegatividade alta e vice-versa.

A electronegatividade:

- diminui ao longo de um grupo, pois aumenta a facilidade com que os átomos cedem electrões;
- aumenta ao longo de um período, porque diminui a tendência dos átomos para perderem electrões.

Note-se que os metais de transição não seguem estas tendências (figura 2.17).

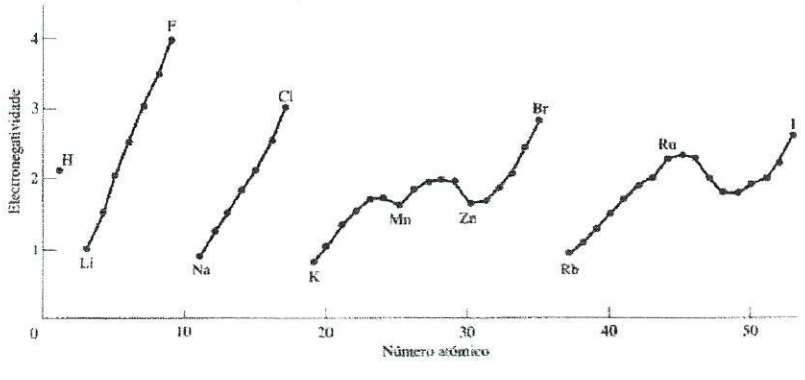


Figura 2.17 – Variação da electronegatividade com o número atómico

Através do gráfico observa-se que os átomos dos elementos metálicos têm electronegatividades mais baixas do que os dos não-metais, sendo o flúor o mais electronegativo de todos.

Números de oxidação

O número de oxidação é o número de cargas que um átomo teria numa molécula se os seus electrões fossem completamente transferidos para o átomo mais electronegativo.

Normalmente, os números de oxidação correspondem à perda ou ao ganho de electrões, de modo a que os átomos adquiram uma configuração electrónica com as orbitais de valência completamente preenchidas.

Para os elementos representativos, o número de oxidação relaciona-se estreitamente com a configuração electrónica de valência dos átomos (ver Anexo 1).

Os metais dos grupos 1 e 2 formam catiões com um único número de oxidação: +1 e +2, respectivamente.

No grupo 13, todos os metais apresentam número de oxidação +3, mas o índio e o tálio também podem apresentar número de oxidação igual a +1.

No grupo 14, 15, 16 e 17 os átomos, de quase todos os elementos, podem originar iões positivos (devido à perda dos electrões da orbital *p* do nível de valência) de carga variada, apresentando pois diferentes números de oxidação.

Os números de oxidação negativos surgem no grupo 15, 16 e 17, porque os átomos têm uma grande tendência para receber electrões, de forma a completarem a orbital *p* do nível de valência.

Os metais de transição têm vários valores de número de oxidação (ver Anexo 1), devido à presença de electrões nas orbitais *d*. Normalmente, todos eles incluem o número de oxidação +2, +3, ou ambos. Os números de oxidação +3 são mais estáveis nos grupos que se seguem ao grupo 3 e os números de oxidação +2 são mais estáveis nos grupos que imediatamente, antecedem o grupo 11. Isto verifica-se porque a energia de ionização aumenta ao longo do período, sendo necessária mais energia para remover os vários electrões. Assim, os átomos tendem a formar, preferencialmente, iões dipositivos (correspondentes à perda dos electrões do subnível *s* de valência), pois a energia para arrancar um electrão ao último subnível *d* é muito elevada.

Os metais de transição exibem números de oxidação mais elevados nos compostos ou iões que formam com elementos muito electronegativos, como, por exemplo, o ião permanganato – MnO_4^-. O estado de oxidação mais elevado é +7 e ocorre, exactamente, para o manganês.

Neste momento, já pode compreender-se porque é que o zinco, o cádmio e o mercúrio não são elementos de transição: eles só admitem um número de oxidação, que é igual a +2.

Carácter metálico

Os elementos que têm tendência para formar iões positivos (catiões) em compostos iónicos têm maior carácter metálico. Então, um elemento é tanto mais metálico quanto menor for a sua energia de ionização e a sua afinidade electrónica.

Desta forma, pode avançar-se que o carácter metálico aumenta ao longo de um grupo e diminui ao longo de um período.

Assim sendo, o elemento com maior carácter metálico é o frâncio e o que tem menor carácter metálico é o flúor.

2.3. Propriedades das substâncias elementares correspondentes aos elementos representativos e aos gases nobres

Os elementos pertencentes a um mesmo grupo da Tabela Periódica apresentam semelhanças nas suas propriedades, pois a configuração electrónica de valência de todos eles é análoga.

Quanto às substâncias elementares, verifica-se que existe, em geral, uma similaridade nas propriedades das substâncias correspondentes a elementos representativos de um mesmo grupo da Tabela Periódica.

Na tabela seguinte, apresentam-se, de forma resumida, as propriedades que se destacam das famílias dos elementos representativos e dos gases nobres.

Tabela 2.2 – Propriedades das famílias dos elementos representativos e dos gases nobres

Grupo da TP	Propriedades Físicas	Propriedades Químicas
Grupo 1 (metais alcalinos) Nota: o hidrogénio não foi considerado como fazendo parte deste grupo	- São moles e poucos densos. - São sólidos à temperatura ambiente, à excepção do césio e do frâncio que se encontram no estado líquido. - Apresentam pontos de fusão e ebulição elevados. - Têm brilho metálico, quando à superfície está recentemente cortada. - São bons condutores da corrente eléctrica. - Ardem com uma chama característica.	- São muito reactivos e, por isso, não existem livres na Natureza; surgem sob a forma de compostos iónicos. - Formam facilmente iões monopositivos, por terem configuração electrónica de valência ns^1. - Reagem com a água, originando compostos alcalinos (hidróxidos) e libertando hidrogénio. - Quando expostos ao ar, reagem com o oxigénio gasoso para formar vários tipos diferentes de óxidos. - Possuem baixas energias de ionização, pois têm tendência a perder o electrão de valência.
Grupo 2 (metais alcalino-terrosos)	- São mais duros e mais densos que os metais alcalinos. - Têm brilho metálico quando recentemente polidos. - Conduzem bem o calor e a electricidade.	- Nunca aparecem livres na natureza; surgem, quase sempre, sob a forma molecular. - Quando isolados são muito reactivos, embora menos que os do grupo anterior. - Formam facilmente iões dipositivos, por terem configuração electrónica de valência ns^2. - Quando reagem com a água formam compostos alcalinos e libertam hidrogénio (apenas o berílio não reage com a água). - Reagem com o oxigénio, originando óxidos. - Reagem com ácidos, dando origem a hidrogénio gasoso. - Possuem energias de ionização mais elevadas do que os do grupo anterior.

continuação da tabela 2.2

Grupo 13 (família do boro)	- O boro é um semimetal. - O alumínio, o gálio, o índio e o tálio são metais. - O gálio é o único que se encontra no estado líquido à temperatura ambiente; os outros encontram-se no estado sólido.	- Formam muitos compostos moleculares. - O boro não forma compostos iónicos binários e não reage com o oxigénio, nem com a água. - O alumínio origina óxido de alumínio quando reage com o oxigénio. - Têm tendência para formar iões tripositivos, pois têm configuração electrónica de valência ns^2np^1. - No entanto, para o tálio o ião monopositivo (Tl^+) revela-se mais estável do que o ião tripositivo (Tl^{3+}).
Grupo 14 (família do carbono)	- São todos sólidos à temperatura ambiente. - O carbono é um não-metal. - O silício e o germânio são semimetais. - O estanho e o chumbo são metais.	- Não formam compostos iónicos. - Os elementos metálicos deste grupo não reagem com a água, mas reagem com ácidos libertando hidrogénio gasoso. - Têm configuração electrónica de valência ns^2np^2. - Formam compostos nos dois estados de oxidação +2 e +4.
Grupo 15 (família do azoto)	- O azoto encontra-se no estado gasoso e os outros no estado sólido, à temperatura ambiente. - O azoto e o fósforo são não-metais. - O arsénio e o antimónio são semimetais. - O bismuto é um metal.	- O azoto existe como um gás diatómico (N_2) e forma um número razoável de óxidos. - O fósforo existe na forma de molécula (P_4) e forma dois óxidos sólidos (P_4O_6 e P_4O_{10}). - O bismuto é muito menos reactivo do que os metais do grupo 1 a 14. - O arsénio, o antimónio e o bismuto têm estruturas tridimensionais extensas. - Têm configuração electrónica de valência ns^2np^3. - O azoto tem tendência para captar três electrões.
Grupo 16 (família do oxigénio)	- O oxigénio é o único que se encontra no estado gasoso à temperatura ambiente; os outros são todos sólidos. - O oxigénio, o enxofre e o selénio são não-metais. - O telúrio e o polónio são semimetais.	- O oxigénio existe sob a forma de molécula diatómica simples (O_2) e o enxofre e o selénio existem como unidades (S_8 e Se_8). - O telúrio e o polónio têm estruturas muito extensas. - Formam um grande número de compostos moleculares com não-metais, especialmente o oxigénio. - Formam iões dinegativos, pois facilmente captam dois electrões, por terem configuração electrónica de valência ns^2np^4.
Grupo 17 (halogéneos)	- São todos não metais. - O flúor e o cloro são gasosos, o bromo é líquido e o iodo é sólido à temperatura ambiente. - São tóxicos.	- São muito reactivos, pelo que nunca se encontram na natureza na forma elementar. - À excepção do ástato, formam moléculas diatómicas simples (F_2, Cl_2, Br_2, I_2). - Formam facilmente iões mononegativos, por terem configuração electrónica de valência ns^2np^5. - As suas moléculas reagem com o hidrogénio, formando halogenetos de hidrogénio, que quando dissolvidos em água formam soluções ácidas de carácter variado. - As suas moléculas quando reagem com os metais originam halogenetos metálicos (compostos iónicos). - Têm elevadas energias de ionização, pois têm tendência a captar um electrão para adquirirem a configuração electrónica do gás nobre do mesmo período.
Grupo 18 (gases nobres)	- São gases incolores e inodoros.	- Os átomos destes elementos não formam moléculas. - Não apresentam reactividade, por terem as orbitais de valência completamente preenchidas (ns^2np^6). - São muito estáveis.

3. Recursos Digitais sobre a Tabela Periódica

A Tabela Periódica é considerada uma das mais importantes referências na Química. Ela é um suporte diário para os alunos, sugere novos caminhos de investigação para os profissionais e fornece uma organização sucinta de todos os elementos químicos.

O aparecimento de várias Tabelas Periódicas *on-line* tornou possível aceder a uma grande quantidade de informação de um modo mais rápido e cómodo. No entanto, muitas vezes, apenas mudou o suporte onde é apresentado o conjunto de características dos elementos: antes utilizava-se o papel e agora tudo se projecta num monitor.

Um exemplo evidente daquilo que se acabou de retratar é a Tabela Periódica disponível no endereço http://www.brasil.terravista.pt/Alfubeira/1895/: ao clicar sobre um elemento químico surgem algumas das suas características nos rectângulos brancos.

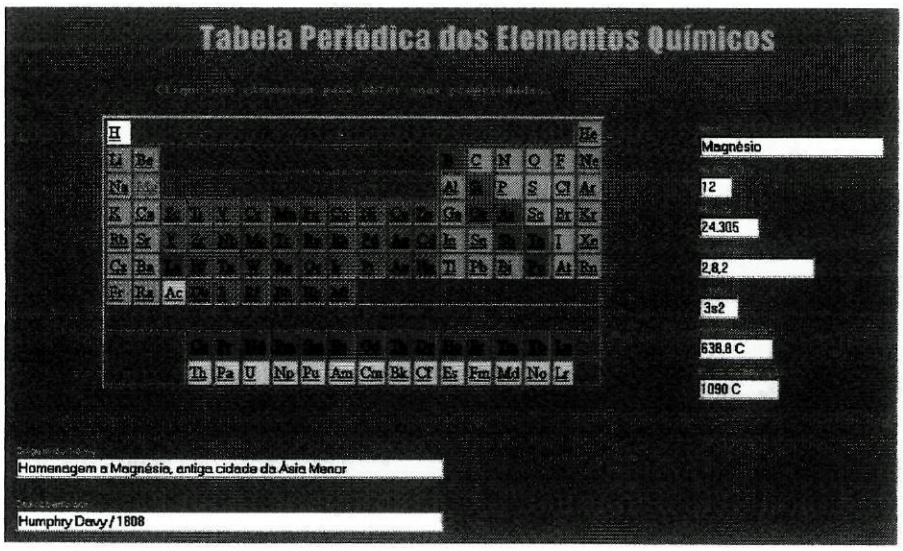


Figura 2.18 – Tabela Periódica disponível em http://www.brasil.terravista.pt/Alfubeira/1895/

Para além de apresentar pouca informação, esta Tabela Periódica revela alguma incoerência em termos científicos. Começa por apresentar a configuração electrónica em termos de camadas e, de seguida, faz referência às orbitais. Quanto à designação da orbital, apenas surge "orbital", quando se referem à orbital de valência, e quanto à sua representação o número de electrões deveria surgir em índice superior e aparece ao nível do número quântico principal e da letra que representa o número quântico secundário. Na indicação do ponto de fusão e do ponto de ebulição verifica-se a ausência do símbolo do grau antes da letra que representa celsius (C).

Outra Tabela Periódica, de origem brasileira, mas escrita em inglês, disponível no *site* http://geocities.yahoo.com.br/saladefisica/medidas/periodica.htm, apresenta o mesmo tipo de estrutura, informação e falhas (figura 2.19).

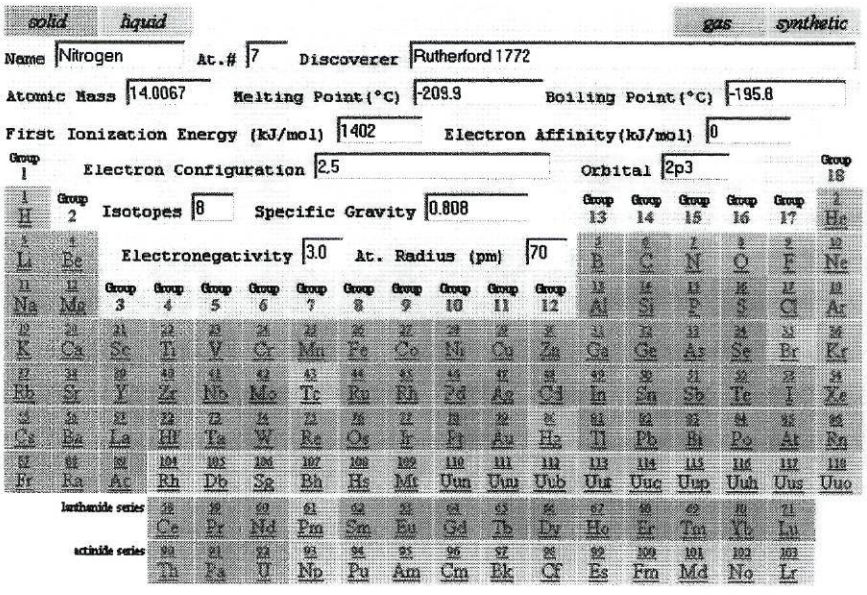


Figura 2.19 – Tabela Periódica disponível em
http://geocities.yahoo.com.br/saladefisica/medidas/periodica.htm

Apesar de tudo, King (s/data) completou o seu *site* com mais algumas características, tais como, a energia de primeira ionização, a afinidade electrónica, o número de isótopos, entre outras. Legendou a Tabela Periódica de acordo com os estados físicos das substâncias elementares correspondentes aos elementos químicos, à temperatura ambiente, numerou os grupos, tendo em conta a notação recomendada pela IUPAC, e identificou a série dos lantanídeos e dos actinídeos.

Salienta-se que grande parte das Tabelas Periódicas *on-line* são semelhantes às que se acabaram de apresentar.

Jacobs (2002), quando elaborou o *site* "Periodic Tables: in case you were thinking that the Internet needed one more" (figura 2.20), compilou muitos *sites* existentes na *Internet* sobre a Tabela Periódica, tendo-os organizado sob a forma de *links* em várias secções: Tabelas Periódicas muito completas, Tabelas Periódicas que só têm informações básicas, Tabelas Periódicas de carácter não científico, jogos sobre a Tabela Periódica, testes sobre a Tabela Periódica, humor sobre a Tabela Periódica, entre outras. A sua intenção terá sido construir uma espécie de motor de busca, que permita a pesquisa e a obtenção de muitas informações sobre esse tema. Nas procuras que realizou, certamente, encontrou *sites* do género dos que foram atrás referidos, contudo não os incluiu na sua página, talvez pela falta de qualidade que os mesmos apresentam. Refira-se que o *site* utilizado no estudo de campo (descrito no sub-capítulo 2 do capítulo 5) foi seleccionado para constar neste compêndio.

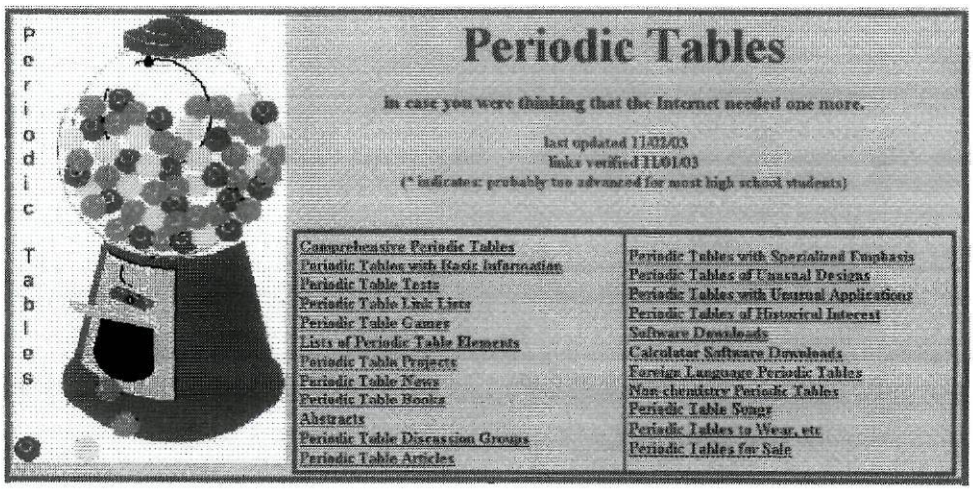


Figura 2.20 – *Interface* do *site* disponível em http://www.chemistrycoach.com/periodic_tables.htm

De seguida, vão passar a descrever-se, de forma resumida, algumas das Tabelas Periódicas interactivas que constam na página *Web* acabada de ilustrar.

Chemical Elements.com

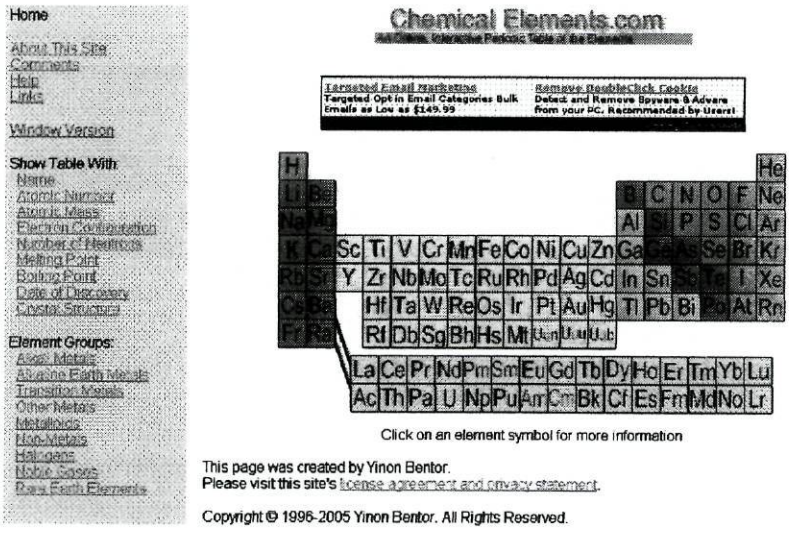


Figura 2.21 – Tabela Periódica disponível em http://www.chemicalelements.com/

O *site* "ChemicalElements.com" foi construído por Bentor (1996). Apresenta o *menu* de navegação alinhado à esquerda sobre um fundo azul e a Tabela Periódica mais à direita sobre um fundo branco. O *menu* permite aceder a informações sobre o *site*, seleccionar os dados que se pretendem observar na Tabela Periódica e conhecer as principais características das várias famílias dos elementos químicos. Quando se clica sobre uma dado símbolo químico surgem vários itens: informação básica (nome, número atómico, entre outras), estrutura atómica (acompanhada de uma imagem que alude ao modelo atómico de Bohr), isótopos, aspectos históricos e *links* externos.

Periodic Table of the Elements

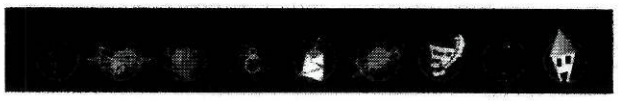


Figura 2.22 – *Menu* de navegação da Tabela Periódica disponível em http://periodic.lanl.gov/

O *site* representado nas figuras foi concebido por Los Alamos National Laboratory's Chemistry Division (2003). Do *menu* destaca-se o antepenúltimo botão que conduz à visualização e descrição da Tabela Periódica original desenvolvida por Mendeleev. Na Tabela Periódica (na figura 2.23 não é visível a série dos lantanídeos e dos actinídeos) são utilizadas as três notações possíveis para a designação dos grupos. Para cada elemento que se selecciona, após alguma informação elementar, é desenvolvida a sua história e são indicadas as suas fontes, propriedades, utilizações e compostos.

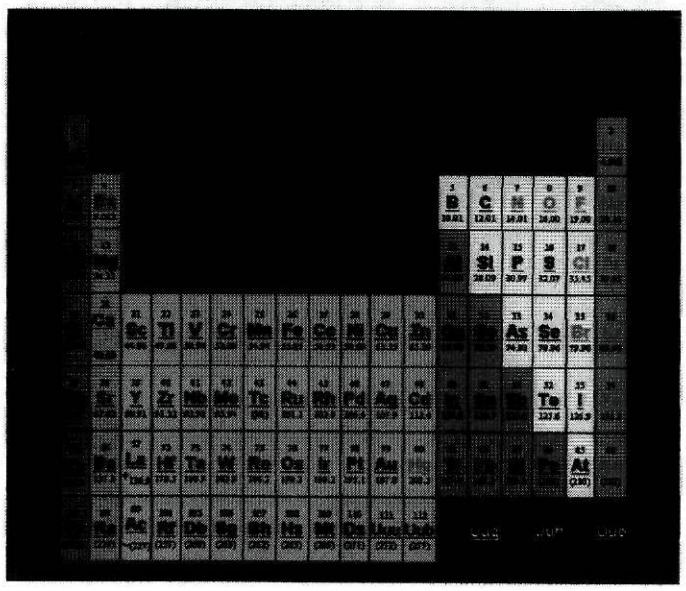


Figura 2.23 – Tabela Periódica disponível em http://periodic.lanl.gov/

Esta Tabela Periódica recorre ao texto branco sobre fundo preto (ver figura 2.24), o que dificulta a leitura e a impressão. Para utilização em contexto educativo, pensa-se que este tipo de apresentação não é o mais adequado, nem motiva os alunos, podendo provocar-lhes cansaço.

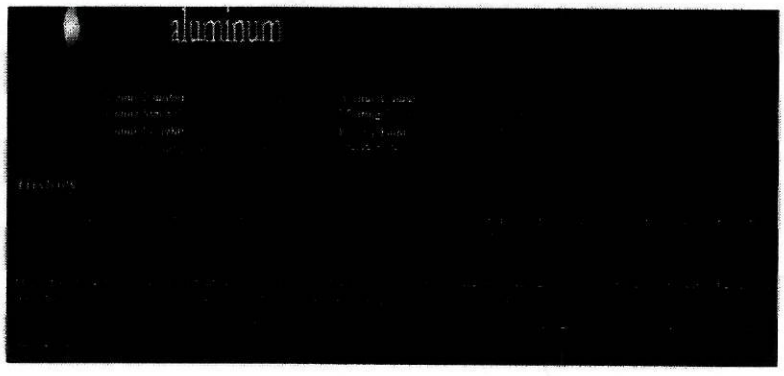


Figura 2.24 – Página do elemento alumínio da Tabela Periódica disponível em http://periodic.lanl.gov/

Web Elements™ Periodic table (professional edition)

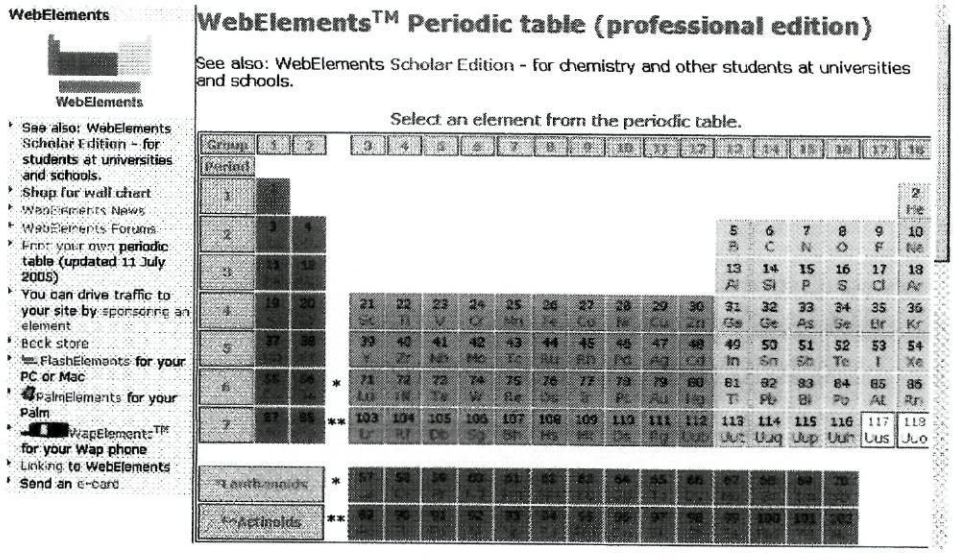


Figura 2.25 – Tabela Periódica disponível em http://www.webelements.com/

A Tabela Periódica representada na figura 2.25 foi desenvolvida por Winter (1993). É uma aplicação muito rica a nível de conteúdo e imagens, permitindo múltiplas interacções. Quando se escolhe pesquisar sobre um determinado elemento químico são muitas as secções que se podem consultar no *menu* de navegação que surge do lado esquerdo (ver figura 2.26). Destacam-se as seguintes: compostos, propriedades físicas, propriedades electrónicas e propriedades nucleares. As duas primeiras dizem respeito a características associadas às substâncias elementares, enquanto as outras se relacionam com os átomos constituintes do elemento em causa. Esta divisão é de realçar, mas, por outro lado, como não é explicitada no *site* pode gerar a confusão entre o conceito de elemento e de substância elementar.

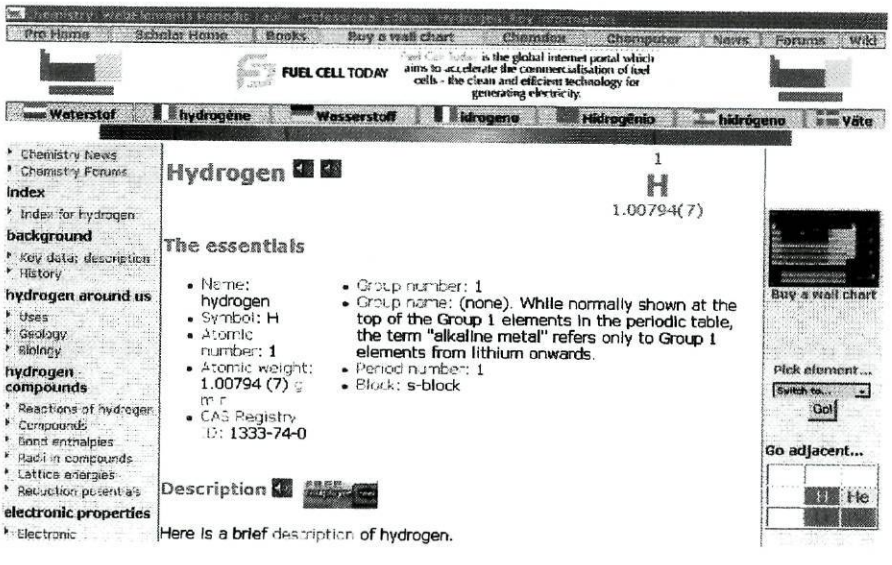


Figura 2.26 – Página do hidrogénio da Tabela Periódica disponível em http://www.webelements.com/

Para cada elemento é possível, ainda, observar e construir gráficos de diferentes tipos, escolher a forma como se quer ver a Tabela Periódica, por exemplo, com esferas a representar o raio atómico dos elementos, ouvir sons e utilizar os *links* do *menu* do lado esquerdo, tal como, o que encaminha para as páginas dos elementos adjacentes ao próprio, entre outras coisas. Uma particularidade desta ferramenta digital é a apresentação do nome dos elementos químicos em várias línguas.

Apesar de todos os primores já citados, este *site* tem o inconveniente de exigir constantemente o uso do *scroll* vertical para consultar todas as informações de uma dada página.

Pelo facto desta Tabela Periódica reunir uma imensidão de elementos e ser multifacetada, é difícil descrevê-la em poucas linhas, mas pensa-se que foram destacados os aspectos mais distintos.

Existe uma edição escolar correspondente à edição profissional "Web Elements™Periodic table", disponível em http://www.webelements.com/webelements/scholar/index.html. Pode encarar-se como uma versão simplificada, que apresenta igualmente rigor científico e abrangência de conteúdos. Duas diferenças que ressaltam de imediato são:

- a edição escolar não apresenta *menu* de navegação à esquerda;
- a edição contempla a configuração electrónica dos átomos com uma imagem de diagrama de orbitais. (ver figura 2.27)

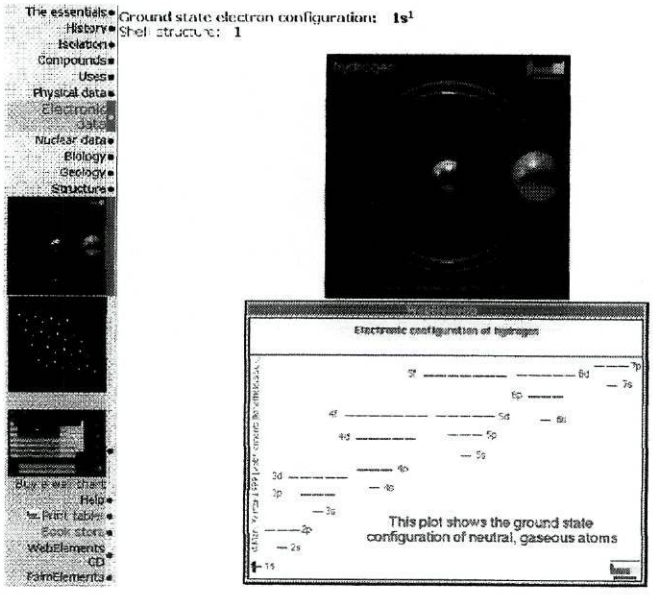


Figura 2.27 – Página do hidrogénio da Tabela Periódica disponível em http://www.webelements.com/webelements/scholar/index.html

Portanto, foi preocupação de Winter (1993) adaptar a aplicação ao mundo da educação, facilitando uma compreensão significativa dos conceitos envolvidos aos alunos.

A visual Interpretation of the Table of elements

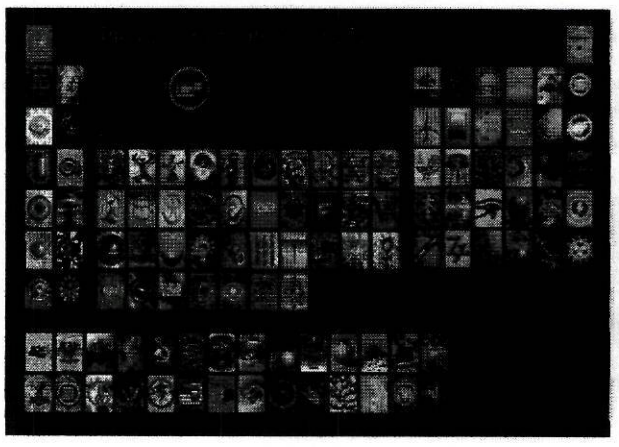


Figura 2.28 – Versão *Flash* da Tabela Periódica disponível em http://www.chemsoc.org/viselements/

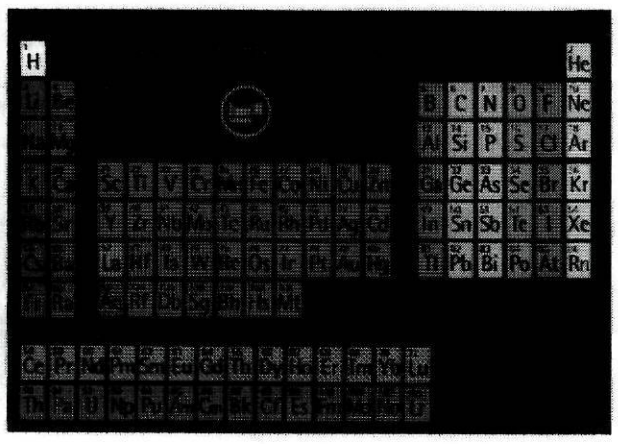


Figura 2.29 – Versão HTML da Tabela Periódica disponível em http://www.chemsoc.org/viselements/

Este *site* foi concebido pela Royal Society of Chemistry (2000). Nele é possível ver a Tabela Periódica com imagens relacionadas com os respectivos elementos (versão *Flash*), ou apenas com os símbolos químicos (versão HTML). A primeira considera-se inoportuna para ser explorada por estudantes, pois pode levar ao estabelecimento de relações erradas entre a imagem e as características do átomo em causa.

Para cada elemento podem-se consultar informações sobre a(s) sua(s): descoberta, aparência, fontes, aplicações e funções biológicas. Para além destas, surgem os seguintes itens: informação geral, informação física, isótopos, energias de ionização, estados de oxidação e energia de ligação. Muitos elementos têm também um *link* para uma imagem animada ou para um pequeno vídeo. Ainda é possível, com este *site*, aprender muito acerca da história da Tabela Periódica.

Uma das especificidades desta Tabela Periódica digital é a possibilidade de se poder consultar o mapa do *site* (figura 2.30). Este permite ao utilizador uma visão geral sobre aquilo que se pode pesquisar, proporcionando buscas mais rápidas e eficazes e evitando que o mesmo se sinta perdido no oceano de informações. Todos os ícones presente no mapa, surgem, sob a forma de *menu* de opções, na parte inferior de todas as páginas constituintes do *site*.

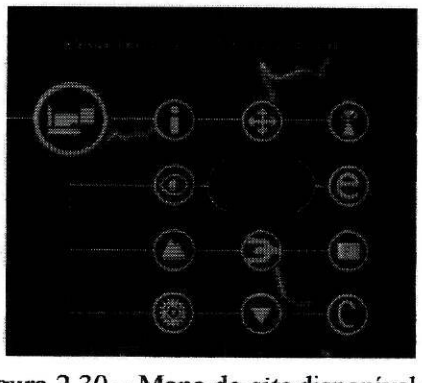


Figura 2.30 – Mapa do *site* disponível em http://www.chemsoc.org/viselements/

Mais uma vez, está-se perante uma aplicação complexa, o que dificulta a sua completa descrição em apenas uma página. No entanto, referiram-se os aspectos que se consideram ser os mais relevantes, de acordo com o objectivo deste sub-capítulo da dissertação.

ChemiCool – Periodic Table

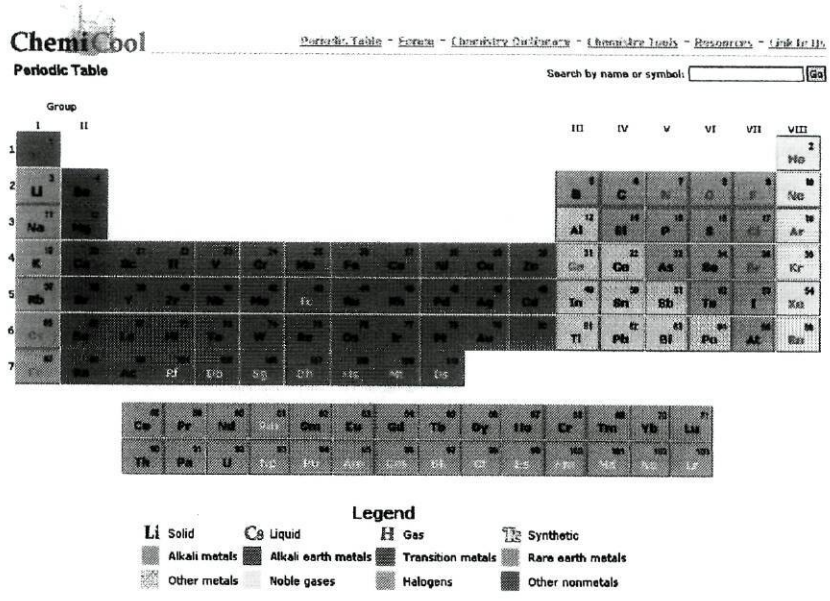


Figura 2.31 – Tabela Periódica disponível em http://www.chemicool.com/

A Tabela Periódica "ChemiCool" foi criada por Hsu. (1996). Começa a sua apresentação com a Tabela Periódica dividida em famílias. Através da cor do símbolo químico e da legenda no final da página fica-se a saber qual o estado físico da substância elementar correspondente. Outras informações, como, por exemplo, energias de ionização, aparência e características, reacções frequentes, raios, condutividade, entre outras de carácter mais geral, consultam-se clicando sobre um quadrado na Tabela Periódica. Este *site* não apresenta nenhuma imagem em toda a sua extensão.

The Periodic Table of he Elements

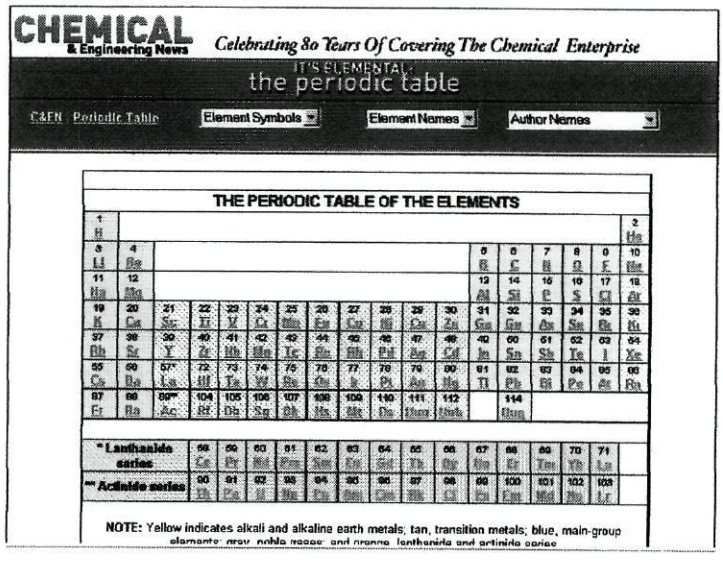


Figura 2.32 – Tabela Periódica disponível em http://pubs.acs.org/cen/80th/elements.html

A Tabela Periódica esquematizada na figura 2.32 é da responsabilidade da Chemical & Engineering News (2003). Na *interface* inicial surgem três *links* na parte superior, que permitem seleccionar os elementos químicos através do seu símbolo, do seu nome (útil para quem não tem muitos conhecimentos na área da Química), ou do seu descobridor; na zona central aparece a Tabela Periódica organizada em classes (a legenda está especificada na nota). Ao passar com o rato sobre ela surge, de imediato, uma imagem associada ao elemento sobre o qual está o ponteiro. Na figura 2.33 e 2.34, estão ilustradas as imagens associadas ao oxigénio e ao flúor, respectivamente. Note-se que, neste caso, o utilizador pode ser induzido a pensar que a água é constituída somente por átomos de oxigénio e que a pasta de dentes é constituída somente por átomos de flúor, o que não corresponde à verdade. Assim, é preciso tomar precauções redobradas quando se utilizar esta aplicação numa aula, devendo alertar-se os alunos para esta incoerência.

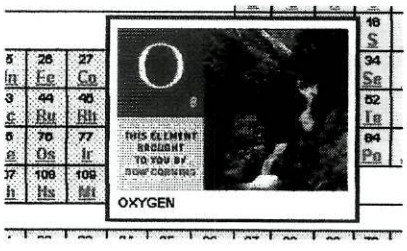


Figura 2.33 – Imagem associada ao oxigénio no *site* http://pubs.acs.org/cen/80th/elements.html

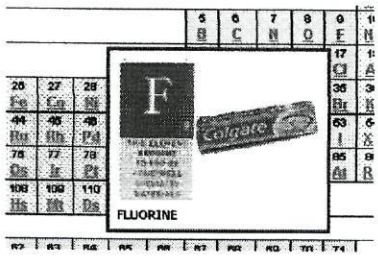


Figura 2.34 – Imagem associada ao flúor no *site* http://pubs.acs.org/cen/80th/elements.html

Acrescenta-se que, para cada elemento químico é apresentado um texto denso com algumas informações.

Jefferson Lab – It's Elemental

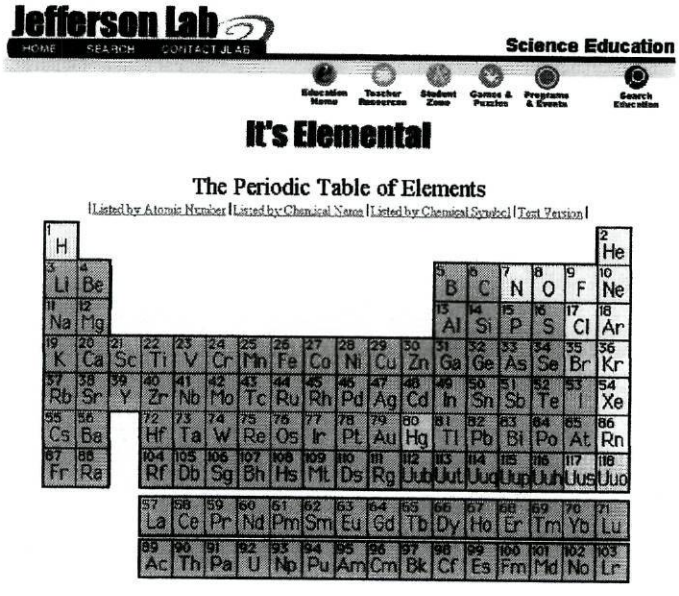


Figura 2.35 – Tabela Periódica disponível no *site* http://education.jlab.org/index.html

O *site* é da autoria de Jefferson Lab. É constituído por várias áreas de pesquisa: a dos professores, a dos estudantes, a dos jogos e dos *puzzles* e, por último, a dos programas e eventos.

Na área dos alunos, os mesmos podem aceder à Tabela Periódica ilustrada na figura 2.35, e a vários jogos e *puzzles* (em alternativa, podem clicar no ícone de cor azul; ver figura 2.35). Apesar da Tabela Periódica apresentar informações básicas sobre cada um dos elementos, o interesse do *site* referido recai sobre a vertente de entretenimento que proporciona. Efectivamente, contém muitos jogos sobre os elementos químicos, tais como: "Element Flash Cards" (jogo para indicar o símbolo ou o nome do elemento químico presente na carta), "Element Math Game" (jogo que questiona sobre o número das diferentes partículas subatómicas que existem num átomo), "Element Hangman" (tipo jogo da forca, mas com os nomes dos elementos químicos; ver figura 2.36), "Element Concentration" (após a visualização de uma série de cartões com os símbolos químicos de vários elementos, é preciso identificar a sua localização correcta) e "Element Matching" (jogo para escolher o nome do elemento associado a determinado símbolo químico).

Cada jogo tem sempre uma página introdutória com as explicações necessárias e na página do jogo propriamente dito existem *links* para a verificação das respostas, para a visualização da Tabela Periódica e para a procura de ajuda.

Existem outros jogos, como, palavras cruzadas e sopa de letras, que podem ser impressos e depois explorados na ausência do computador.

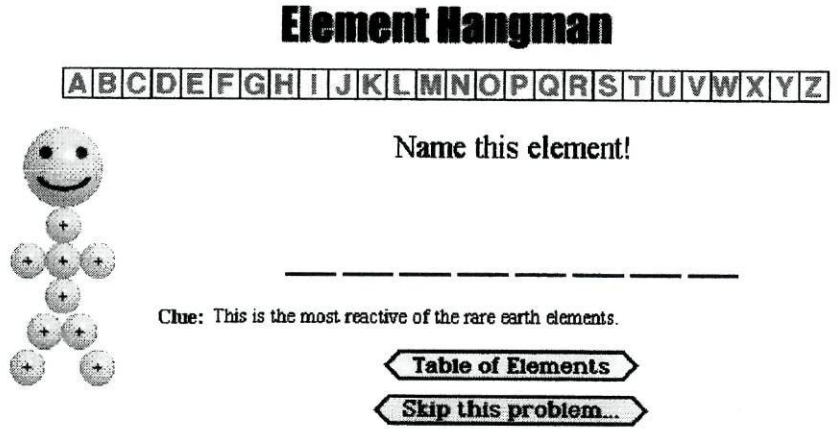


Figura 2.36 – Jogo "Element Hangman" disponível no *site* http://education.jlab.org/index.html

Na sequência deste sub-captítulo, irão explorar-se duas Tabelas Periódicas interactivas, que têm a vantagem de poderem ser consultadas em português. Nenhuma delas se encontra na compilação de Jacobs (2002).

Wikipédia – Tabela Periódica

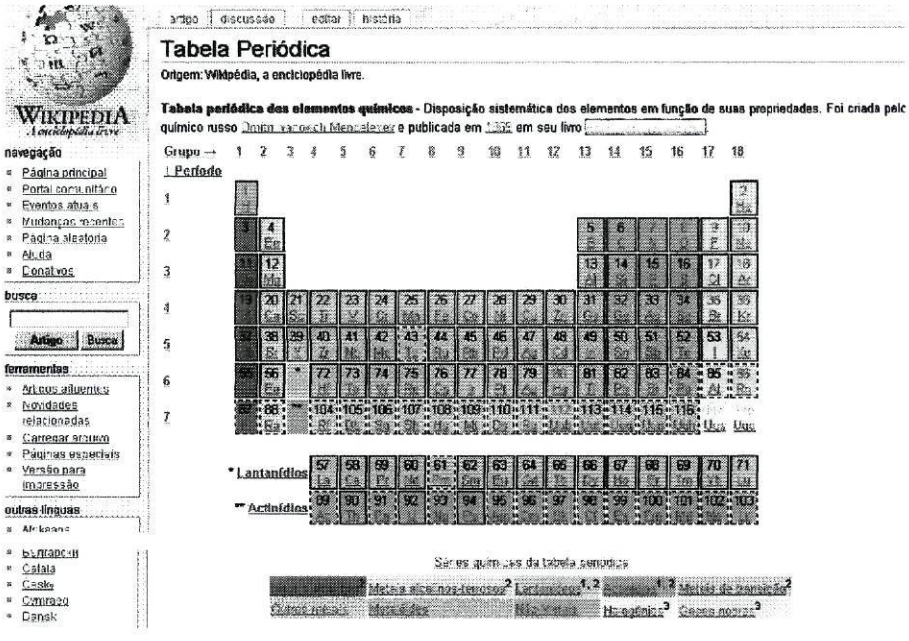


Figura 2.37 – Tabela Periódica disponível em
http://pt.wikipedia.org/wiki/Tabela_Peri%C3%B3dica

A Tabela Periódica esquematizada na figura 2.37 é da responsabilidade da Wikipédia – "A, enciclopédia livre" (2000). Começa por apresentar a Tabela Periódica dividida em famílias, de acordo com a legenda que se encontra por baixo da mesma. Dependendo do estado físico da substância elementar correspondente a cada elemento, também é utilizada uma cor diferente para o número atómico (esta parte da legenda não é visível na figura 2.37). Pode ser consultada em português, mas também em muitas outras línguas; é só escolhê-la na barra de navegação que existe do lado esquerdo.

Quando se selecciona um qualquer elemento químico acede-se a uma página semelhante à da figura 2.38. Como se observa, do lado esquerdo surge um rectângulo de fundo cinzento que permite pesquisar muitos dados sobre o elemento em questão; do lado direito aparece uma tabela com as características gerais, com as propriedades atómicas e físicas (a Wikipédia não apostou na divisão propriedades do elemento e da substância elementar), com informações diversas e com os isótopos mais estáveis. Cada página tem hipertextos muito ricos. Alguns dos *links* presentes, levam o utilizador a páginas dedicadas aos conceitos teóricos inerentes às características dos elementos e das substâncias elementares correspondentes, outros conduzem a *sites* exteriores e a temas diversos.

É de notar que qualquer pessoa pode editar o conteúdo de um dado artigo neste *site*, recorrendo ao *link* "Editar esta página".

Esta aplicação é, realmente, muito vasta e só é possível conhecê-la na totalidade através da sua exploração directa.

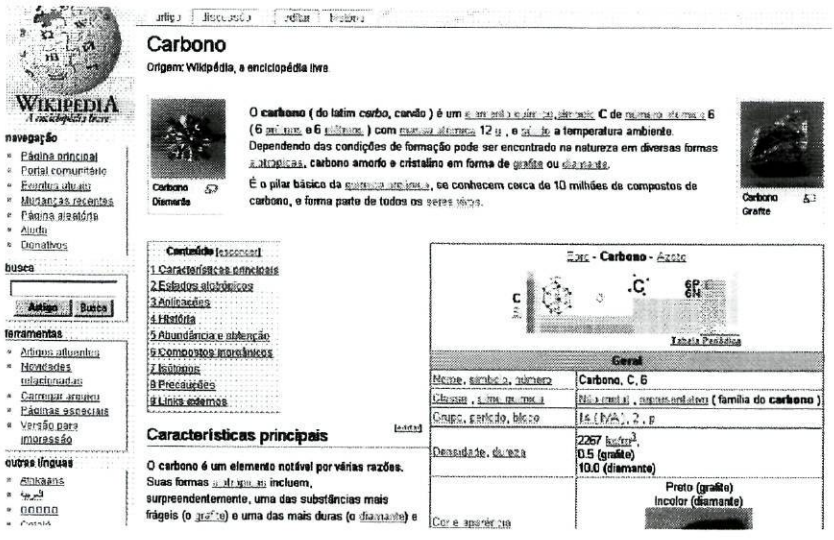


Figura 2.38 – Página do carbono da Tabela Periódica disponível em http://pt.wikipedia.org/wiki/Tabela_Peri%C3%B3dica

SPQ Perio – Tabela Periódica dos elementos

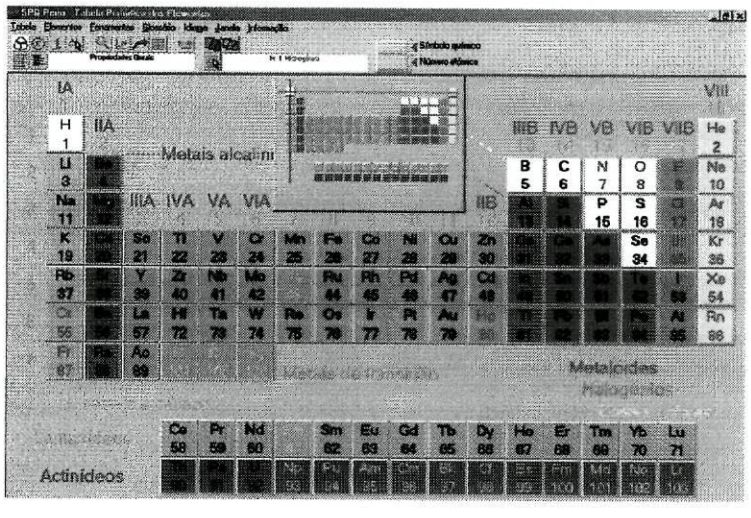


Figura 2.39 – *Interface* de interacção inicial da Tabela Periódica da SPQ

Esta Tabela Periódica foi arquitectada pela Sociedade Portuguesa da Química (SPQ) (2002), publicada em CD-ROM e distribuída por um público restrito, nomeadamente pelos sócios da associação.

Analisando os comandos de escolha da aplicação, tal como fez Ferreira e Paiva (2005), é possível ficar-se com uma ideia global sobre as funcionalidades desta Tabela Periódica e sobre o que se pode consultar na mesma.

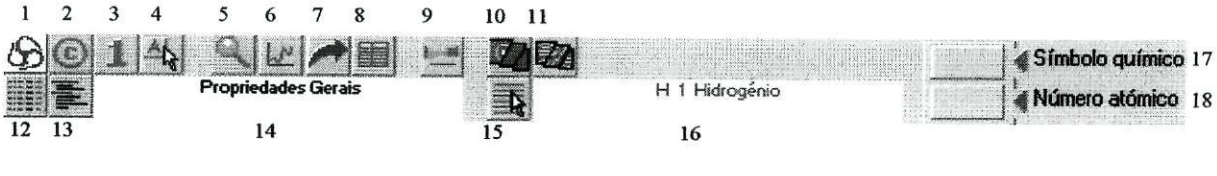


Figura 2.40 – Comandos de escolha da Tabela Periódica da SPQ

Legenda:
1- Aceder às definições do utilizador.
2- Aceder às informações sobre os direitos de autor.
3- Aceder às informações de como explorar esta aplicação multimédia (deve ser o primeiro passo a tomar, antes de começar a trabalhar, pela primeira vez, com esta Tabela Periódica).
4- Aceder às informações sobre as funções de teclado e de rato.
5- Procurar e seleccionar elementos químicos, bem como as diferentes propriedades.
6- Construir gráficos com as propriedades dos elementos.
7- Converter unidades.
8- Visualizar tabelas de constantes físicas e matemáticas, operadores lógicos e de comparação, entre outras.
9- Aceder às definições do utilizador.
10- Aceder à versão portuguesa.
11- Aceder à versão inglesa.
12- Listar diferentes propriedades para os elementos seleccionados.
13- Escolher as propriedades a pesquisar para cada um dos elementos a seleccionar.
14- Visualizar a(s) propriedade(s) seleccionada.
15- Escolher um elemento químico.
16- Visualizar o símbolo químico, o número atómico e o nome do elemento seleccionado.
17- Seleccionar uma propriedade que é de imediato visualizada na Tabela Periódica para cada um dos elementos.
18- Seleccionar uma propriedade que é de imediato visualizada na Tabela Periódica para cada um dos elementos.

As Tabelas Periódicas atrás elencadas e a descrição de cada uma delas constam no portal "Mocho", tal como se pode ver na figura 2.41.

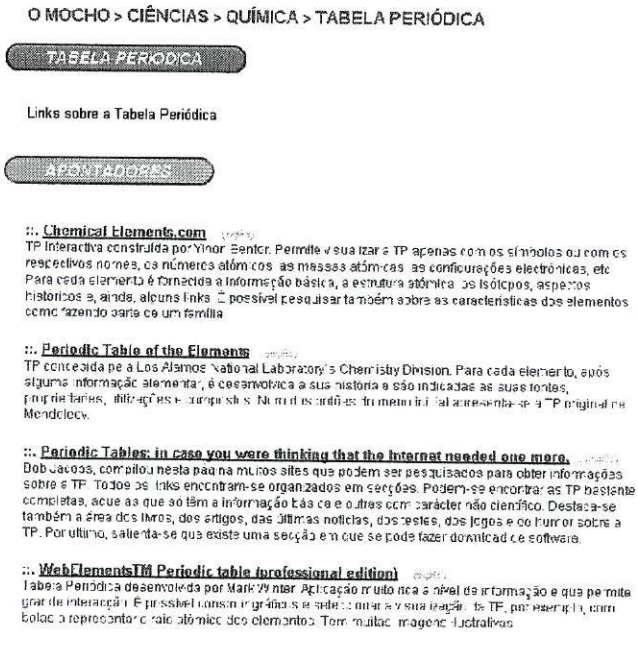

O MOCHO > CIÊNCIAS > QUÍMICA > TABELA PERIÓDICA

TABELA PERIÓDICA

Links sobre a Tabela Periódica

APONTADORES

::. Chemical Elements.com
TP interactiva construída por Yinon Bentor. Permite visualizar a TP apenas com os símbolos ou com os respectivos nomes, os números atómicos, as massas atómicas, as configurações electrónicas, etc. Para cada elemento é fornecida a informação básica, a estrutura atómica, os isótopos, aspectos históricos e, ainda, alguns links. É possível pesquisar também sobre as características dos elementos como fazendo parte de um família.

::. Periodic Table of the Elements
TP concebida pela Los Alamos National Laboratory's Chemistry Division. Para cada elemento, após alguma informação elementar, é desenvolvida a sua história e são indicadas as suas fontes, propriedades, utilizações e curiosidades. Numa das opções do menu inicial apresenta-se a TP original de Mendeleev.

::. Periodic Tables: in case you were thinking that the Internet needed one more.
Bob Jacobs, compilou nesta página muitos sites que podem ser pesquisados para obter informações sobre a TP. Todos os links encontram-se organizados em secções. Podem-se encontrar as TP bastante completas, acue as que só têm a informação básica e outras com carácter não científico. Destaca-se também a área dos livros, dos artigos, das últimas notícias, dos testes, dos jogos e do humor sobre a TP. Por último, salienta-se que existe uma secção em que se pode fazer download de software.

::. WebElementsTM Periodic table (professional edition)
Tabela Periódica desenvolvida por Mark Winter. Aplicação muito rica a nível de informação e que permite grau de interacção. É possível consultar gráficos e seleccionar a sua relação. Na TP, por exemplo, com botão o representar o raio atómico dos elementos. Tem muitas imagens ilustrativas.

Figura 2.41 – Página com apontadores para Tabelas Periódicas *on-line* do portal "Mocho"

Depois da breve análise que se efectuou acerca dos recursos digitais existentes sobre a Tabela Periódica, elaborou-se uma tabela (tabela 2.3) com o objectivo de comparar os que foram enumerados. Para cada Tabela Periódica foram colocados vistos nas células correspondentes a um dado critério, desde que a mesma o respeitasse. Então, pode inferir-se que quanto mais preenchida estiver uma coluna mais rica e completa é a Tabela Periódica digital indicada no seu topo.

Tabela 2.3 – Comparação de várias Tabelas Periódicas digitais

	TP da figura 2.18	TP da figura 2.19	TP da figura 2.21	TP da figura 2.23	TP da figura 2.25	TP da figura 2.29	TP da figura 2.31	TP da figura 2.32	TP da figura 2.35	TP da figura 2.37	TP da figura 2.39
Rica em termos visuais	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√
Informação actual e completa					√	√				√	√
Distingue entre propriedades dos elementos e propriedades das respectivas substâncias elementares *											
Ausência de incorrecções científicas significativas**			√	√	√	√		√	√	√	√
Aparentemente, não induz a construção de conceitos errados			√	√	√		√		√	√	√
História da TP				√		√					
Permite grande interactividade					√	√			√	√	√
Construção de tabelas											√
Construção de gráficos					√						√
Imagens oportunas			√		√	√				√	√
Testes											
Jogos									√		
Vídeos						√					

* Deu-se especial atenção a esta ideia porque os alunos, com muita frequência, têm dificuldade em distinguir as propriedades de um elemento das propriedades da sua substância elementar, tal como se verá na secção 5.2 deste capítulo.

** Esta coluna foi preenchida após uma primeira análise a cada um dos *sites*. Poderão existir erros que não tenham sido detectados.

Analisando a tabela 2.3, verifica-se que:

- são poucas as TP digitais que apresentam a informação actualizada e bastante completa;
- nenhuma TP digital estabelece uma distinção clara entre as propriedades dos elementos e as propriedades das respectivas substâncias elementares;
- na grande parte das TP digitais não existem incorrecções científicas significativas;
- algumas TP digitais induzem a construção de ideias erradas;
- são poucas as TP digitais que exploram a história da Tabela Periódica;
- muitas TP não permitem grande interactividade, nem a construção de tabelas e/ou gráfico;
- nenhuma TP digital associa testes ao seu *site*;
- na sua maioria, as Tabelas Periódicas não lançam desafios, nem actividades lúdicas que cativem o explorador;

- apenas uma TP digital exibe vídeos;
- de uma forma geral, todas as TP digitais são, essencialmente, instrutivas ou formativas;
- ainda existem muitas Tabelas Periódicas digitais pobres em elementos multimédia.

Até aqui, todos os *sites* que se referiram têm por base a Tabela Periódica. No entanto, existem outros que se dedicam inteiramente a jogos ou a *quizzes* (actividade tipo teste), os quais vão passar a apresentar-se.

Proton Don

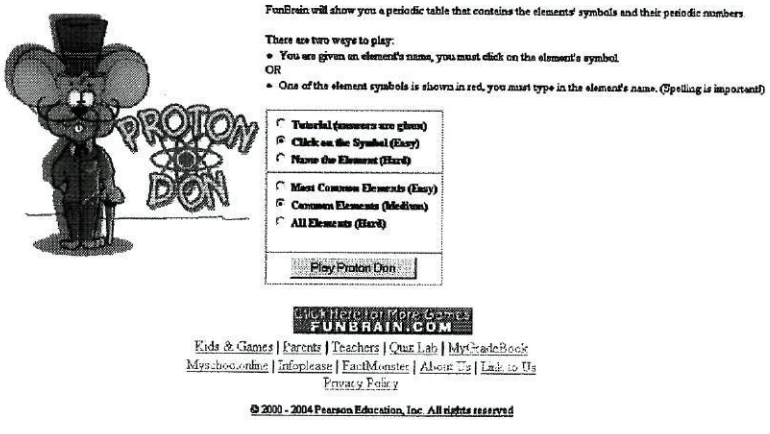


Figura 2.42 – *Interface* inicial do *site* http://www.funbrain.com/periodic/index.html

Este *site* foi pensado por Pearson Education, Inc. (2000) e tem jogos simples que permitem aprender a brincar com a Tabela Periódica. Na *interface* inicial (figura 2.42) o utilizador deve escolher o que pretende jogar; pode optar por envolver nos jogos todos os elementos químicos, ou apenas os mais comuns, e seleccionar entre o jogo que consiste em clicar no elemento indicado (figura 2.43) e o jogo em que se tem que escrever o nome do elemento químico seleccionado automaticamente. Todos os jogos têm por base a estrutura da Tabela Periódica.

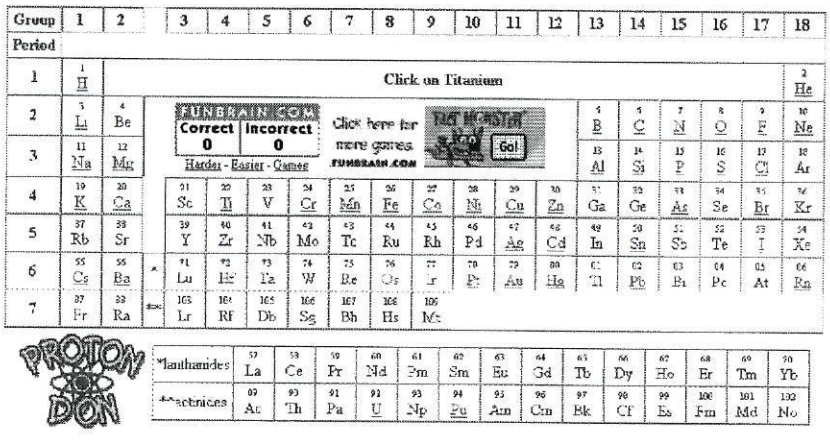


Figura 2.43 – Jogo presente no *site* http://www.funbrain.com/periodic/index.html

Jogos sobre a Tabela Periódica

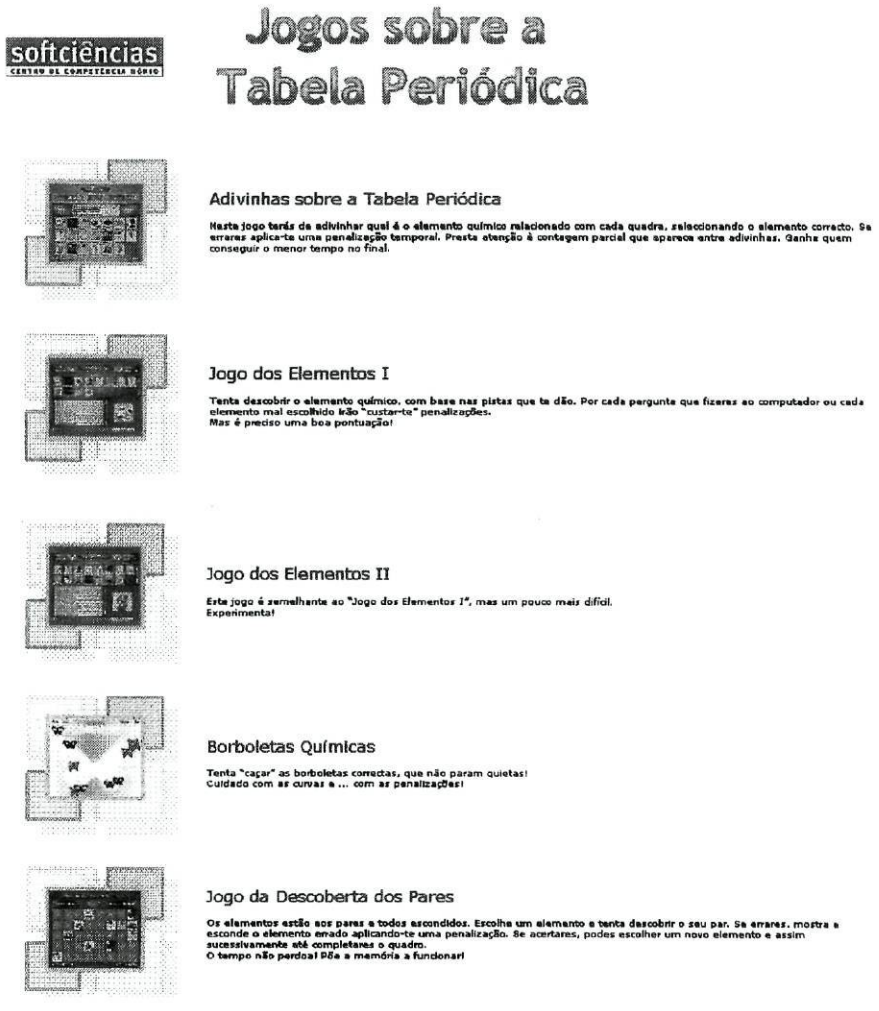


Figura 2.44 – Página inicial do *site* http://nautilus.fis.uc.pt/cec/jogostp

A página ilustrada na figura 2.44 foi construída por Ramos e Paiva (2002). Cada uma das imagens presente constitui um *link* para o jogo que é descrito no texto adjacente. Têm-se as advinhas sobre a Tabela Periódica, o jogo dos elementos, o jogo das borboletas e o jogo da descoberta de pares.

1001 Periodic Table Quiz Questions

O *site* foi elaborado por Botha (2002). Nele podem encontrar-se muitas *quizzes* sobre a Tabela Periódica. Elas estão agrupadas pelo grau de dificuldade (associado à idade das crianças) e por temas. Para cada uma indica-se, também, o número de questões que a constituem. No final de qualquer teste, é sempre possível consultar a pontuação conseguida.

4. Tabela Periódica e Programas Curriculares do Ensino Secundário

4.1. Revisão Curricular do Ensino Secundário

Em 2001, o Ensino Secundário (ES) foi sujeito a uma reapreciação a vários níveis, tais como: objectivos, organização e modalidade de educação ao nível do secundário e formação. Daí resultou um documento, "Documento Orientador da Reforma do Ensino Secundário", no qual se apresentam os novos contextos e os novos objectivos estratégicos, entre outros pontos. Estes foram definidos tendo por base os objectivos e metas para o futuro do espaço de educação e formação europeu, por sua vez, definidos pelo Conselho Europeu e tornados públicos no "Programa de trabalho pormenorizado sobre o seguimento dos objectivos dos sistemas de educação e de formação na Europa".

O Estado Membro de Lisboa, tal como todos os outros, assumiu a responsabilidade de caminhar no sentido de melhorar a qualidade e a eficácia dos seus sistemas de educação e de formação, não esquecendo a realidade das escolas e da sociedade portuguesa e promovendo o acesso às tecnologias de informação e comunicação. Assim, garante-se uma maior proximidade entre a escola e o mundo exterior do trabalho, torna-se a aprendizagem mais motivadora e promove-se a igualdade de oportunidades.

Das novas linhas orientadoras para o Ensino Secundário, tendo em vista o "motor" desta dissertação, destaca-se a necessidade de dar uma resposta inequívoca aos desafios da sociedade da informação e do conhecimento. Para tal, o Ministério da Educação apostou na integração de uma disciplina obrigatória nos currículos nacionais – Tecnologias de Informação e Comunicação. Pretende-se que os alunos adquiram o mínimo de conhecimentos e desenvolvam técnicas para conseguir explorar as tecnologias em todas as suas vertentes: consumo e produção de material informático.

Nas outras disciplinas, envolver os alunos em projectos relacionados com as novas tecnologias, mais em particular, com o computador (tal como foi propósito desta dissertação), é também positivo. Eles, como é natural, ficam mais motivados para a aprendizagem e podem deparar-se com problemas/questões que lhes aumente a curiosidade sobre o funcionamento destas máquinas ou de aplicações informáticas. De certa forma, para ultrapassar as dificuldades sentidas, eles vão ter que aplicar e reflectir sobre os conhecimentos já aprendidos (na escola ou de forma informal) para os utilizarem em novas situações, o que lhes permite desenvolver competências de trabalho neste campo. No caso do estudo de campo realizado, descrito no capítulo 6, os alunos participaram com base nos conhecimentos adquiridos na escola sobre a TP e com os seus conhecimentos de natureza informal sobre o *layout* dos *sites*.

Tal como refere o Documento Orientador da Revisão Curricular do ES, o ensino obrigatório das TIC é um imperativo educativo, social e cultural.

4.2. Disciplina de Física e Química A – 10º Ano

A disciplina de Física e Química A (FQA) constitui uma das três disciplinas da componente de Formação Específica do Curso Geral de Ciências Naturais e do Curso Geral de Ciências e Tecnologias do Ensino Secundário; o último, é o curso frequentado pelos alunos que foram sujeitos ao estudo de campo (ver capítulo 6).

Até agora, o ensino da Física e da Química tem-se desenrolado de um modo muito formal e desprovido de ligação à sociedade. Em tempos de mudança, o ensino passou a privilegiar o conhecimento em acção, conhecido por ensino CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), ou seja, subentende-se que o aluno compreenda o mundo em que vive na sua globalidade e complexidade. Para tal, é recomendado no programa que se escolham situações-problema do quotidiano e que, a partir destas, se organizem estratégias que promovam a consolidação de saberes no domínio científico e, paralelamente, o desenvolvimento de competências, atitudes e valores por parte dos alunos. Neste contexto, os conceitos são encarados como o ponto de chegada e não como o ponto de partida. Assim, os alunos conseguem compreender o papel do conhecimento científico nas decisões de foro social, político e ambiental, tornando-se cidadãos críticos e intervenientes na sociedade.

As actividades práticas (na sala de aula e no laboratório), sugeridas no programa, ganham também um papel de destaque, pois permitem o desenvolvimento de atitudes processuais e a progressão na aprendizagem, quer em grupo, quer trabalhando individualmente.

Outra sugestão metodológica diz respeito ao recurso das novas tecnologias. Quando as utiliza, o aluno, tem de proceder à análise crítica da informação recolhida, especialmente em termos de linguagem científica.

Tanto as actividades práticas, como as TIC, facilitam a criação de patamares de formação igual para todos os alunos portugueses e a aproximação aos seus colegas de países mais desenvolvidos (princípios orientadores da Revisão Curricular do ES).

O programa da disciplina de FQA do 10º ano é constituído por um Módulo Inicial (tem por finalidade consolidar) e duas unidades (têm por finalidade sensibilizar e aprofundar).

Na panóplia dos conhecimentos a adquirir, a Tabela Periódica é considerada, pelos autores do programa, uma ideia central e importante na Química, surgindo o seu estudo no Módulo Inicial e numa das unidades.

O Módulo Inicial "Materiais: diversidade e constituição" privilegia a sistematização dos conhecimentos previstos nos programas do Ensino Básico, destacando as competências conceptuais, processuais e atitudinais, que se consideram essenciais para a consolidação dos saberes na disciplina de FQA do 10º Ano.

Este módulo centra-se na diversidade dos materiais que nos rodeiam, incluindo mesmo o ser humano. Sendo assim, é crucial a interpretação do conceito de substância e de elemento químico. Como consequência do estudo da organização dos elementos químicos, surge, pela primeira vez no ES, uma abordagem, embora breve, sobre a Tabela Periódica. Com esta pretende-se recordar o que são os elementos químicos, como se organizam e que existem átomos diferentes do mesmo elemento. Neste sentido, será reconhecido que se conhecem 115 elementos (25 foram obtidos artificialmente), cada um deles caracterizado pelo seu número atómico, não esquecendo que podem diferir no número de neutrões (isótopos). Também será analisada a contribuição das massas isotópicas relativas e da abundância de cada um dos respectivos isótopos naturais para a massa atómica relativa. No que diz respeito à Tabela Periódica em si, deve dar-se realce aos seguintes conceitos: número atómico, período e grupo. Para terminar, o estudo das fórmulas químicas deve ser associado à natureza dos elementos químicos que constituem uma dada substância, indicando algumas regras para a sua escrita.

A Unidade 1 – "Das estrelas ao átomo" desenvolve-se em torno de dois tópicos: história dos átomos, dos elementos e das partículas subatómicas e como o conhecimento das propriedades dos elementos foi organizado na Tabela Periódica.

Tudo começa com o *Big Bang* (teoria explicativa para a origem do Universo): a grande explosão deu origem ao que existe no Universo. Dos seus constituintes destacam-se as estrelas, que constituem o berço de formação dos vários elementos químicos a partir do elemento hidrogénio (elemento mais abundante no Universo). É neste contexto, que se vai desenrolar todo o estudo sobre os elementos químicos e sobre a sua distribuição no Universo: contando a história do nascimento, vida e morte das estrelas (nas estrelas ocorrem reacções nucleares, que dão origem a elementos de número atómico cada vez maior). No encadeamento, é propício o estudo da espectroscopia (ferramenta analítica que permite analisar a radiação emanada pelas estrelas) e do Modelo Quântico (modelo mais actual para o átomo).

O estudo da Tabela Periódica surge na tentativa de relacionar a estrutura do átomo e a organização dessa mesma tabela. Nesta fase, pretende dar-se especial atenção à evolução da estrutura da TP até à sua organização actual, analisar a posição dos elementos e relacioná-la com a configuração electrónica de cada um, estudar as propriedades dos elementos, em particular, do raio atómico e da energia de ionização, e das substâncias elementares correspondentes.

Então, para o tópico "Tabela Periódica – organização dos elementos químicos", vêm definidos os seguintes objectivos de aprendizagem no Programa de Física e Química A - 10º Ano (2001):

- Interpretar a organização actual da Tabela Periódica em termos de períodos, grupos (1 a 18) e elementos representativos (Blocos s e p) e não representativos.
- Referir a contribuição do trabalho de vários cientistas para a construção da Tabela Periódica até à sua organização actual.

- Verificar, para os elementos representativos da Tabela Periódica, a periodicidade de algumas propriedades físicas e químicas das respectivas substâncias elementares.
- Interpretar duas importantes propriedades periódicas dos elementos representativos – raio atómico e energia de ionização – em termos das distribuições electrónicas.
- Identificar a posição de cada elemento na Tabela Periódica segundo o grupo e o período.
- Distinguir entre propriedades do elemento e propriedades da(s) substância(s) elementar(es) correspondente(s).
- Interpretar informações contidas na Tabela Periódica em termos das que se referem aos elementos e das respeitantes às substâncias elementares correspondentes.
- Relacionar as posições dos elementos representativos na Tabela Periódica com as características das suas configurações electrónicas.
- Reconhecer na Tabela Periódica um instrumento organizador de conhecimentos sobre os elementos químicos.
- Fundamentar, de forma simplificada, técnicas laboratoriais para a determinação de grandezas físicas (densidade, ponto de fusão, ponto de ebulição...).
- Aplicar procedimentos (experimentais, consulta de documentos...) que visem a tomada de decisão sobre a natureza de uma amostra (substância ou mistura).

(estes objectivos serviram de referência para a elaboração do Roteiro de Exploração, que segue no Anexo 2, para a aplicação multimédia "Tabela Periódica v2.5")

Relativamente às actividades práticas de sala de aula que são sugeridas no programa uma, do tipo investigativo, recai sobre a Tabela Periódica.

Quanto às actividades prático-laboratoriais (AL), a que se intitula de "Identificação de uma substância e avaliação da sua pureza", pretende dar cumprimento aos dois últimos objectivos acima indicados.

No programa é sugerido a ocupação de 3 aulas para a abordagem dos conteúdos (o estudo de campo desenvolveu-se numa dessas aulas, a qual está descrita no capítulo 6) e outras 3 para a realização da AL.

4.3. Disciplina de Química – 12º Ano

A disciplina de Química do 12º ano, bem como a disciplina de Física e Química A, também se orienta pelos princípios estabelecidos na Revisão Curricular do Ensino Secundário. Porém, tem a especificidade de ser uma disciplina terminal do ES, pelo que deve permitir aos alunos uma visão actual do conhecimento químico e despertar-lhes o interesse para as profissões ligadas às áreas científicas. Mais, a construção do conhecimento deve ser feita, encarando o aluno como um sujeito

activo de natureza bio-psico-social, que, no futuro, desempenhará uma profissão multifacetada na sociedade do século XXI. Assim, permitir o desenvolvimento das competências, atitudes e valores é uma prioridade. Realça-se o desenvolvimento do valor da democracia que, na ciência, é o domínio que persegue ideias de bem para a Humanidade.

No fundo, esta disciplina é vista como um dos pilares da cultura do mundo moderno e pretende ensinar para o dia-a-dia, para a cidadania e para melhorar atitudes face à Química, ajudar na forma de interpretar o mundo e de compreender a inter-relação da ciência com a tecnologia, consciencializando os alunos nas suas escolhas profissionais.

No programa da disciplina de Química, permanece a recomendação para abordar os objectos de ensino seguindo uma linha CTSA, salientando a importância da ciência e tecnologia na sociedade e no ambiente, e utilizando situações-problema relacionadas com contextos reais. As actividades práticas de sala de aula e as actividades prático-laboratoriais também continuam presentes.

A disciplina de Química integra a componente de Formação Específica do Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias do Ensino Secundário e tem carácter opcional. O seu programa é constituído por três unidades, todas elas subordinadas ao tema "Materiais, sua estrutura, aplicações e implicações da sua produção e utilização".

A Unidade 1 – "Metais e ligas metálicas" está dividida em três objectos de estudo: metais e ligas metálicas, degradação dos metais e metais, ambiente e vida. Pretende obedecer aos princípios atrás referidos para o 12º ano, discutindo vários assuntos pertinentes neste âmbito, como, por exemplo, a importância dos metais na vida quotidiana (desde a antiguidade até aos nossos dias), na indústria actual, na economia mundial e no organismo humano ("ambivalência dos metais": metais essenciais e metais tóxicos), os problemas de poluição directamente associados à extracção de metais, a degradação dos metais, bem como os processos utilizados para os proteger e a necessidade de reciclar e revalorizar os metais. A problemática de como a metalurgia com a ciência e a tecnologia de produção de metais pode aumentar a produtividade e, simultaneamente, economizar matéria-prima, diminuir a produção mínima de produtos secundários e o consumo de energia (as questões energéticas surgem, mais uma vez, como um estímulo ao desenvolvimento das atitudes/valores do aluno face a problemas mundiais), sem pôr em causa a qualidade e o impacte ambiental mínimo é outra das questões centrais. Analisando estes assuntos, os alunos aprendem sobre ciência e através dela.

No espaço da discussão, proporciona-se o desenvolvimento de muitos conceitos na área da Química, em especial, da Tabela Periódica. É, então, chegada a hora de arquitectar um outro olhar sobre a mesma. Partindo do pressuposto que esta se encontra organizada em blocos (bloco s, p, d e f), pormenorizar o estudo dos metais de transição (a especificidade das orbitais d) e o estudo dos metais de transição interna (orbitais f).

Os objectivos de aprendizagem que constam no Programa de Química – 12º Ano (2004) e que orientam o estudo da Tabela Periódica são:

- Reconhecer a predominância de elementos metálicos na Tabela Periódica em relação aos elementos não-metálicos.
- Comparar os elementos metálicos e não-metálicos pelo tipo de iões que predominantemente formam.
- Identificar os elementos metálicos como aqueles que apresentam baixa energia de ionização e os não-metálicos como aqueles que apresentam elevada afinidade electrónica.
- Associar afinidade electrónica à energia envolvida na captação de uma mole de electrões por uma mole de átomos no estado fundamental, estando a substância no estado gasoso.
- Identificar as posições dos elementos metálicos (metais, metais de transição e metais de transição interna) na Tabela Periódica com as características das configurações electrónicas dos respectivos átomos.
- Identificar os elementos semimetálicos como aqueles que apresentam simultaneamente propriedades características de elementos metálicos e de elementos não-metálicos.
- Caracterizar as orbitais d e f quanto ao número.

Duas das actividades práticas de sala de aula propostas devem ser desenvolvidas durante o estudo da Tabela Periódica. São elas a resolução de exercícios de configuração electrónica em elementos do bloco d e a pesquisa sobre a importância e utilização dos metais de transição em situações do quotidiano.

As actividades prático-laboratoriais sugeridas não se relacionam directamente com a Tabela Periódica. No entanto, é recomendada a realização de duas delas aquando do estudo do objecto de ensino no qual ela se insere. Estão, por isso, destinadas duas aulas para levar a cabo a execução das actividades: "Um Ciclo de Cobre" e "Composição de uma liga metálica".

Para dar cumprimento aos objectivos acima indicados e realizar as actividades práticas de sala de aula, também já referidas, é aconselhada a utilização de 5 aulas.

Note-se que no estudo de campo desenvolvido (Capítulo 6) os alunos intervenientes frequentavam o 10º ano de escolaridade. No entanto, pretendia-se motivá-los e proporcionar-lhes o desenvolvimento das competências necessárias para a continuação dos estudos na disciplina de Química.

5. Concepções Alternativas

5.1. Ensino por Mudança Conceptual

Nos programas das disciplinas do Ensino Secundário, em particular, da disciplina de FQA do 10º ano e da disciplina de Química do 12º ano, está patente a necessidade de desenvolver uma visão integradora da Ciência, da Tecnologia, da Sociedade e do Ambiente, partindo da discussão de grandes temas-problema da actualidade.

Neste espírito de trabalho, é visível a noção construtivista do conhecimento, pois o aluno é encarado como um sujeito activo no processo de ensino-aprendizagem e responsável pela construção do seu conhecimento.

Presentemente, rejeita-se a metáfora Homem-Máquina subjacente às Teorias Comportamentalistas, segundo as quais o mundo está completa e correctamente estruturado em termos de entidades, propriedades e relações e a experiência não desempenha nenhum papel na estruturação do mundo. Portanto, o significado é qualquer coisa que existe objectivamente, independentemente da experiência. O aprendiz apenas tem que prestar atenção aos estímulos de transmissão de saberes (instrução), praticar e demonstrar a mestria do conhecimento. (Costa Pereira, 2003)

Estas teorias pressupõem que através de um processo de acumulação de "parcelas da verdade", as mentes vazias das crianças vão ficando cheias com o verdadeiro conhecimento. Os defensores desta perspectiva atribuem ao professor a função de transmitir o corpo dos saberes e aos alunos o papel passivo de aceitar os factos apresentados, sendo a sua compreensão avaliada através de instrumentos que, a maior parte das vezes, apenas avaliam a capacidade de memorização dos mesmos. Thomaz (1987), refere que vários estudos demonstraram que o ensino conduzido meramente numa perspectiva de transmissão de um conjunto de conhecimentos, pouco ou nada contribui para a formação de cidadãos aptos a actuar eficazmente numa sociedade em rápido desenvolvimento.

Segundo estas teorias, os objectos de ensino mencionados nos programas actuais são considerados como metas do ensino e não como meios para se atingirem as aprendizagens pretendidas.

Por oposição, as Teorias Construtivistas, reconhecem o aluno como um sujeito interveniente na construção do seu conhecimento e encaram os objectos de ensino dos programas em vigor como instrumentos necessários ao acto de pensar.

Segundo Duarte (1993), estas teorias sustentam que o significado é imposto por nós ao mundo e não existe independentemente de nós. Assim, existem muitas formas de estruturar o

mundo e muitos significados para qualquer conceito, visto que o ambiente e as experiências vividas são diferentes de sujeito para sujeito.

Jean Piaget, na década de 70, contribuiu muito para o desenvolvimento do construtivismo, pois durante os seus estudos, descreveu que os esquemas mentais resultavam de sucessivas fases de assimilação e acomodação, isto é, através da equilibração e da auto-regulação o indivíduo transforma as suas estruturas mentais de modo a adaptar-se ao mundo exterior.

Neste ambiente construtivista, George Kelly (psicólogo, matemático e físico), avançou com a analogia Homem-Cientista, segundo a qual o indivíduo deduz hipóteses, levanta questões, desenvolve metodologias, define instrumentos, produz dados, executa experiências, induz novas hipóteses e reformula no decurso da construção da sua realidade pessoal. Então, cada pessoa constrói para si própria um modelo representativo do mundo, o qual pode sofrer constantes mudanças e caminhar no sentido de permitir uma melhor previsão no futuro.

No entanto, actualmente, vigoram as ideias construtivistas de Gaston Bachelard, nascidas na década de 80. Para este, os alunos constróem o seu conhecimento com base nas concepções que já têm acerca do mundo que os rodeia - concepções alternativas, ou seja, as ideias intuitivas que os alunos embargam influenciam as futuras aprendizagens.

Com Bachelard, um tempo de mudança invadiu a inércia dos professores: as estratégias devem passar a constituir um meio para os alunos efectuarem uma aprendizagem significativa através de uma mudança conceptual. O papel do professor deixa de ser o de transmissor do conhecimento para passar a ser o de facilitador, no sentido de ajudar os seus alunos a progredir quer no seu desenvolvimento intelectual, quer na construção do seu conhecimento, usando como base o conhecimento já existente. Assim, é importante prestar atenção à natureza individual de cada aluno e conduzir o ensino na sua perspectiva. O seu papel de instrutor evolui para passar a ser o agente de mudança. A aprendizagem evolui da aceitação passiva dos saberes para uma exploração pessoal.

O termo predominante no pensamento de Bachelard é **concepção alternativa** (CA):

- concepção, porque se refere a representações pessoais, de raiz afectiva, mais ou menos espontâneas, mais ou menos dependentes do contexto, mais ou menos solidárias de uma estrutura e que são compartilhadas por grupos de alunos;
- alternativa, para reforçar a ideia de que tais concepções não têm estatuto de conceitos científicos, que diferem significativamente destes, quer a nível do produto, quer do processo de construção, e que funcionam para o aluno, como alternativa aos conceitos correspondentes (Santos, 1991).

As concepções alternativas, frequentemente, têm origem na necessidade que o ser humano tem de construir explicações para compreender o mundo em que vive e com o qual interage em

todas as suas esferas: sensorial, social e cultural. As experiências vividas pelo aluno no ambiente da escola e das aulas têm igual contribuição para a formação de CA.

À medida que uma criança começa a explorar o seu mundo, constrói interpretações para os fenómenos que observa. A dada altura, o número de conhecimentos organizados internamente e integrados em esquemas de raciocínio é muito grande. Driver *et al.* (1985), referem que os esquemas são dotados de uma certa coerência interna. Assim, defende que as concepções que o indivíduo possui podem constituir uma base para a construção de novas ideias, visto que as primeiras se revelam para ele coerentes e lógicas.

É curioso notar o paralelismo que existe, por vezes, entre as concepções alternativas dos alunos e os modelos históricos da ciência. Por isso, algumas individualidades consideram que ao ser estudada a história da ciência se cria um ambiente eficaz para encorajar os alunos a ultrapassar as suas CA. Na próxima secção, irão ser apresentadas algumas semelhanças entre as CA sobre a Tabela Periódica e a sua história.

Depois de se terem descrito de forma breve os fundamentos das teorias Comportamentalistas e Construtivistas, prosseguir-se-á com a ideia do primeiro parágrafo. Sendo o aluno um sujeito com um papel activo na sua aprendizagem e com vivências próprias, as concepções alternativas assumem um papel central no processo de ensino-aprendizagem.

Todos os alunos, quando chegam à escola já têm ideias pré-concebidas sobre os comportamentos e fenómenos naturais que observam no seu dia-a-dia. Os professores têm que encarar essas CA como facilitadoras da aprendizagem e não como uma barreira à mesma, aprendendo a conhecê-las e a valorizá-las. Neste sentido, devem identificá-las (quando o processo é muito moroso, os professores podem recorrer à bibliografia existente) e, na sequência dos resultados obtidos, desenvolver estratégias significativas que provoquem a mudança conceptual e, consequentemente, a aprendizagem. No caso das ciências, as estratégias devem promover uma maior e mais fácil aproximação aos conceitos aceites pela comunidade científica.

As discussões sugeridas no programa vão de encontro a esta perspectiva de ensino, embora no referido documento não seja referenciado o paradigma da mudança conceptual.

Os problemas apresentados em ambiente de sala de aula, devem ter em conta as CA detectadas, para que através da discussão os alunos possam, de forma progressiva, construir novos significados e, como tal, um novo conhecimento químico. No diálogo que se gera, entre alunos e professor, para tentar encontrar soluções para a situação-problema apresentada, os discentes são confrontados com diferentes pontos de vista: o seu, o dos colegas, o da ciência (representado pelo professor) e, muitas vezes, com resultados experimentais. A possibilidade do aluno articular e confrontar as suas construções pessoais com as construções formais cientificamente aceites, ajudam-no a tomar consciência das suas próprias ideias sobre as observações científicas e a compreender que o conhecimento deve estar sempre aberto à mudança e à revisão. Os estudantes

devem concluir, por si próprios, quais são as ideias verdadeiras e devem ser capazes de as incorporar nas suas próprias visões do mundo. O facto deles terem que aceitar a opinião dos outros, permite-lhes desenvolver, ainda, outras capacidades, atitudes e habilidades científicas.

As ideias intuitivas que eles têm são, frequentemente, resistentes à mudança, mas quando o aluno entra em conflito com as suas próprias concepções (associadas ao senso comum) de forma significativa, tendo que as argumentar e defender livremente em discussão, acaba por, na maioria das vezes, transformá-las ou mudá-las para outras mais científicas. Nas discussões, o aluno tem realmente um papel activo, ou seja, aprende ciência através de uma interacção dinâmica: vai progressivamente construindo e reconstruindo as suas ideias acerca do mundo que o rodeia.

Em forma de conclusão, a discussão é uma estratégia que facilita e promove a mudança conceptual, encarando as concepções alternativas como facilitadoras da aprendizagem. Contudo, é preciso não esquecer que muitas CA permanecem para além da aprendizagem formal.

De acordo com a opinião de Santos (1991) "(...) o ensino das ciências não é tão efectivo quanto o professor pensa. O ensino de certos conceitos não tem impacto sobre concepções alternativas fundamentais. Estas são mascaradas pela memorização desses conceitos. (...) Conhecimentos que à primeira vista parecem rigorosos, lógicos e bem estruturados (mas que apenas resultam de uma colagem de conceitos) são, na primeira oportunidade, substituídos por concepções alternativas que continuam latentes e com a sua lógica própria." Esta visão reflecte que, de certo modo, os alunos estão habituados a aplicar os conceitos científicos só em contexto escolar, pelo que facilmente os esquecem e voltam a utilizar as concepções alternativas primitivas para explicar determinada situação.

De acordo com Mortimer (1994), muitas vezes, após o ensino formal, coexistem as ideias novas e as antigas, em simultâneo, no pensamento das crianças, podendo cada uma delas ser empregue no contexto conveniente. O mesmo autor, adianta algumas razões que dificultam a mudança conceptual quando os alunos são sujeitos a estratégias de ensino, de origem piagetiana, que recorrem ao conflito cognitivo (tal como, a discussão):

- os alunos têm dificuldade em compreender o que o professor explica sem terem os pré-requisitos e as representações simbólicas próprias da cultura científica;
- os alunos têm dificuldade em generalizar algumas explicações, por não as reconhecerem como gerais e sim como um esquema particular;
- os alunos enfrentam dificuldades em reconhecer e vivenciar os conflitos a que ficam sujeitos durante, por exemplo, uma discussão.

Todos estes factores deixam as expectativas dos professores aquém da evolução esperada na direcção dos conceitos científicos.

Actualmente, são discutidos outros modelos alternativos para o ensino das ciências. Um dos que se encontra mais em voga é o Ensino por Analogias, visto que através dele os alunos já não têm que apresentar perante os outros as suas ideias. Assim, não tomam consciência do conflito

inerente ao processo de aprendizagem e não perdem a sua auto-confiança. Do ponto de vista do estudante, os seus conceitos não estão errados, pois ele, intuitivamente, compreende as semelhanças e as diferenças entre a realidade e o modelo apresentado. Seria interessante explanar todos os pressupostos deste modelo de ensino, no entanto, tal abordagem não constitui o foco deste trabalho.

Por tudo isto, o ensino deve ser encaminhado atendendo ao modelo da mudança conceptual, que teve origem nas ideias construtivistas sobre o ensino e sobre a aprendizagem.

5.2. Principais Concepções Alternativas sobre a Tabela Periódica

As concepções alternativas sobre a Tabela Periódica prendem-se essencialmente com a noção de elemento químico (os átomos de um mesmo elemento químico têm o mesmo número atómico, ou seja, o mesmo número de protões). Por sua vez, o conceito de elemento químico está associado ao de átomo. Para identificar as CA dos alunos acerca destes conceitos já foram levados a cabo muitos estudos, os quais se encontram compilados na literatura.

Alguns dos investigadores citados por Driver (1994), concluíram que as primeiras ideias que as crianças têm sobre o que é o átomo são:

- é uma "pequena quantidade de substância material";
- é "o último fragmento que se obtém após a divisão progressiva de uma porção de material"(na história da Química esta ideia foi defendida e partilhada pelos gregos Demócrito e Leucipo, no século V a.C.).

As mesmas acham que os átomos variam de tamanho e de forma, representando-os através de bolas maciças e redondas (de certa forma, esta representação está de acordo com o modelo atómico apresentado por Dalton, no princípio do século XIX), que não existem espaços entre eles e que as suas propriedades são semelhantes às do material que lhe deu origem. Por exemplo, os átomos de um sólido têm as propriedades macroscópicas do sólido original, tais como, cor, dureza, temperatura, estado físico, entre outras. Na sequência, também consideram que as partículas têm os atributos macroscópicos dos materiais: aquecem, arrefecem, dilatam, entre outros. Mais à frente será descrito um estudo que vai de encontro ao que se acabou de referir.

Quanto ao tamanho do átomo, os mesmos estudos apontam que é muito difícil para as crianças apreciar e avaliar o ínfimo tamanho dos átomos. Por vezes, fazem corresponder o tamanho de um átomo ao de um grão de poeira, ou ao de uma célula de uma bactéria. Consequentemente, as crianças admitem que os átomos não têm massa, ou então, que esta é desprezível.

A título de curiosidade, acrescenta-se que, apesar da ciência ditar que os compostos químicos são substâncias que contêm dois ou mais elementos quimicamente ligados entre si numa proporção definida, os alunos descrevem os compostos como uma mistura de elementos. Pensa-se

que este raciocínio tem origem na deficiente noção de ligação química dos elementos, incluindo o nome do composto.

É de salientar que, muitas vezes, os jovens só acreditam que um dado material constitui uma mistura quando este é heterogéneo. Caso contrário, consideram-no uma substância pura.

Mais uma vez, pode-se concluir, que as crianças pensam na constituição microscópica dos compostos químicos com base naquilo que observam a nível macroscópico.

De seguida, vai fazer-se referência a alguns estudos desenvolvidos no âmbito do conceito de elemento químico, também citados por Driver (1994).

Antes de aprenderem a ideia de que um elemento químico contém átomos de uma só espécie (com o mesmo número atómico), as crianças deparam-se, normalmente, com o conceito de que um elemento químico é uma substância que não pode ser decomposta. Apesar deste conceito ser adquirido aos onze/doze anos, Briggs e Holding (1986) demonstraram que de uma amostra de cerca de 300 jovens britânicos com quinze anos:

- apenas 25% conseguiu aplicá-lo;
- cerca de 75% conseguiu reconhecer através de um diagrama representativo um elemento gasoso, mas com dificuldades, pois alguns sujeitos têm a concepção de que um elemento é "o mais simples tipo de substância".

Herron *et al.* (1997) sugerem que os alunos acham este conceito difícil de aplicar por ser baseado num conhecimento pré-estabelecido do comportamento das substâncias em detrimento da observação directa das suas características. Como seria de esperar, algumas crianças aplicam critérios perceptivos em vez dos científicos, e, consequentemente, geram concepções alternativas, tais como: "um elemento é um sólido" e "o sal é um elemento".

Em relação aos metais, Ben Zvi *et al.* (1986) verificaram que os alunos nem sempre reconhecem que as propriedades metálicas resultam do estado de agregação dos átomos de elementos específicos e não dos atributos dos próprios átomos. Na realidade, eles identificam os metais através da capacidade de reflectir luz, da possibilidade de os transformarem em arame ou de os prensarem em folhas finas, da grande resistência oferecida ao serem puxados e da boa condutividade eléctrica e térmica. Note-se, que os dois últimos critérios foram, em tempos, utilizados por Lavoisier para tentar organizar os elementos químicos.

Numa tarefa realizada com 288 crianças israelitas, com média de idades de 15 anos, referente a metais, foram-lhes fornecidas as propriedades físicas de fio de cobre e, de seguida, questionaram-nas sobre quais dessas características possuiria um único átomo de cobre. Do mesmo modo, dando-lhes as propriedades do metal no estado gasoso, foi-lhes perguntado quais delas possuiria um só átomo de cobre no mesmo estado físico. Quase 50% da população da amostra atribuiu as mesmas propriedades tanto a um único átomo de cobre como ao fio de cobre. Também 66% da amostra afirmou que um átomo de cobre no estado gasoso tem características diferentes de

um átomo de cobre no estado sólido. Não compreendem que quando uma substância muda de estado físico os átomos apenas se organizam de maneira diferente, sem mudarem de forma.

Noutro estudo, mas agora sobre não-metais, Ben Zvi *et al.* (1986) constataram que muitas crianças têm dificuldade em restringir a utilização do termo aos elementos químicos, ou seja, utilizam-no para classificar materiais com que lidam no dia-a-dia. Então, como exemplos de não-metais, elas referem o açúcar e a madeira.

Em termos gerais, as concepções alternativas que mais influenciam o estudo da Tabela Periódica no Ensino Secundário são:

1. a noção de que um elemento químico contém átomos com o mesmo número atómico ainda é pouco significativa;
2. as propriedades dos elementos químicos são iguais às das substâncias elementares correspondentes;
3. os elementos misturam-se para dar origem a substâncias químicas.

No Ensino Básico, na disciplina de Ciências Físico-Químicas (CFQ), os autores do programa definiram algumas competências com a preocupação evidente de alertar os professores, principalmente os do 9º ano de escolaridade, para a necessidade de transformar estas concepções em conceitos mais científicos. São elas:

- Reconhecer o significado e a importância do número atómico e do número de massa.
- Identificar propriedades que distinguem os metais dos não metais, interpretando-as com base em características dos átomos dos respectivos elementos.
- Explicar a semelhança de propriedades e a diferença de reactividade de algumas substâncias elementares com base em características dos átomos dos respectivos elementos.
- Identificar as forças responsáveis pela coesão dos corpúsculos que formam as substâncias moleculares, iónicas e metais, reconhecendo a sua importância na intepretação de propriedades físicas das substâncias.

Todas estas competências fazem parte do tema "Classificação dos Materiais" e dos sub-temas "Estrutura atómica", "Propriedades das substâncias e Tabela Periódica" e "Ligação Química", respectivamente.

No entanto, desfolhando alguns manuais do 9º ano, fica clara a utilização de imagens alusivas ao quotidiano dos alunos e o recurso aos modelos atómicos escolares. Ambas podem ajudar a sedimentar a confusão existente entre as propriedades de um átomo e as propriedades da substância elementar correspondente.

O ensino das Ciências não deve fugir ao contexto quotidiano de produção do conhecimento, ou seja, o conhecimento dos conceitos deve evoluir do concreto ao abstracto, isto é, do domínio familiar para o domínio científico (Nascimento, 1991).

Por outro lado, interessa afirmar que é necessário dispor de tempo para analisar os modelos atómicos, identificando o contexto de validade, as limitações, os aspectos positivos e negativos das analogias. Se for feita esta exploração didáctica na aula, pode melhorar bastante a compreensão dos modelos por parte dos jovens.

Na disciplina de Física e Química A do 10º ano (disciplina e ano que frequentado pelos sujeitos da investigação), volta a estar patente nos objectivos de aprendizagem (indicados na secção 4.2 deste capítulo) a urgência de ajudar os alunos a ultrapassar a CA identificada pelo número 2. Na unidade 2, da componente de Química do mesmo ano, é aprofundado o conhecimento científico sobre a ligação química, favorecendo a substituição do termo "misturam-se" por "ligam-se" na CA designada por 3.

No 12º ano, na disciplina de Química, o objectivo principal é aprofundar o conhecimento científico, que se julga que os alunos já adquiram em anos anteriores. Por isso, não é visível nos objectivos delineados (indicados na secção 4.3 deste capítulo) a preocupação com as CA acima referidas.

CAPÍTULO 3 – MATERIAIS QUE APOIAM OS RECUROS DIGITAIS EDUCATIVOS

1. Roteiros de Exploração – um material de apoio à utilização de *software* educativo

Na sociedade do século XXI, pode dizer-se que se assiste à era do "clique". Quem primeiro adere a esta moda são as crianças. Clicam no comando da televisão, nos botões do telemóvel, no teclado dos computadores, mais ou menos infantis, e apreciam, de forma especial, clicar no rato. Tanto clicam que esse gesto acaba por se tornar rotineiro e, por vezes, inconsciente.

E os adultos? Quem é que ainda não deu por si distraído a mudar sucessivamente os canais da televisão, sem parar em nenhum, ou seja, sem usufruir de nenhum programa educativo, informativo, cultural ou, meramente, lúdico?

Na idade escolar o "clique" já é algo enraizado. Com efeito, os alunos têm tendência a explorar tudo o que se lhe apresenta em suporte informático de uma forma impensada e muito rápida (alguns estudos revelam que esta atitude é mais notável nos rapazes do que nas raparigas). Eles só param para reflectir se, de certo modo, a aplicação multimédia os obrigar. Por exemplo, num jogo em que a passagem ao nível seguinte esteja condicionada pelo sucesso obtido no nível precedente, os jovens têm que pensar numa série de estratégias para ultrapassar as dificuldades que surgem, de modo a conseguirem alcançar o objectivo principal – a vitória.

Quando se trata de *software* educativo (aplicação multimédia com fins educacionais) a atitude dos alunos não é diferente. Perante este facto, o professor que já tem como papel integrar de forma oportuna, em termos didácticos, as novas tecnologias, adquire também a responsabilidade da forma como os alunos exploram os programas educativos. Ora, o professor depara-se com um problema, porque a maioria dos recursos para o ensino não é auto-suficiente, ou seja, embora permita uma rica exploração pedagógica, não possui meios para travar os "cliques" sucessivos dos alunos. E, é igualmente verdade que o professor não pode sentar os seus alunos em frente a um computador sem lhes dizer o quê, como e porquê vão realizar determinada tarefa.

Neste contexto, os roteiros de exploração podem-se revelar um instrumento muito útil, senão mesmo indispensável, pois podem ser entendidos como uma ferramenta que enriquece a aplicação pedagógica das tecnologias da informação e da comunicação.

Os roteiros de exploração têm como objectivo primordial estabelecer uma ponte entre o *software* educativo e os objectivos de aprendizagem que se pretendem desenvolver. Assim, devem incutir no aluno o gosto pela pesquisa, pela reflexão, pela participação activa na construção do conhecimento e pelo acto de aprender. Acrescido destes, no final, o aluno sentirá uma satisfação pessoal se conseguir responder a todos os desafios propostos.

Como todos os outros materiais didácticos, os roteiros de exploração também devem utilizar uma linguagem simples e adequada aos alunos, tendo presente o rigor científico exigido, e lembrar, em cada momento, quais os objectivos que regem o trabalho.

Normalmente, os roteiros de exploração fornecem um conjunto de informações operacionais relacionado com o funcionamento da aplicação multimédia e, em simultâneo, apresentam questões que exigem mais ou menos reflexão, mas que concerteza envolvem selecção de informação.

Paiva e Alves da Costa (2005), apresentam um conjunto de características gerais que os roteiros devem ou podem ter:

- intercalar "dicas" de natureza operacional com outras reflexivas;
- incluir *print-screens* da aplicação que facilitem o aluno a explorá-la facilmente (a carência técnica não deve constituir um impedimento à aprendizagem);
- encorajar a discussão (interacção construtivista), pelo que os alunos devem ser organizados em pequenos grupos;
- ter complexidade crescente, podendo mesmo terminar com perguntas de carácter mais aberto ou com pesquisas suplementares na *Internet* que possam passar pela apresentação de trabalhos;
- ser em papel ou em formato digital;
- ser flexíveis, no sentido de se adaptarem ao perfil, meio sócio-económico-social, faixa etária e desenvolvimento cognitivo dos alunos;
- permitir a anotação de registos pessoais à medida que decorre a exploração do *software*, de modo a obrigar os alunos a reflectir mais sobre o tema em causa e a evitar que a mesma se acelere.

No conjunto das características acabadas de referir, é visível a contradição, embora aparente, entre o comportamentalismo (pistas direccionadas/questões fechadas) e o construtivismo (questões reflexivas).

Mais uma vez, cabe ao professor a tarefa difícil, mas desafiante, de conseguir a fusão feliz entre os dois pólos, isto é, ele deve conseguir o justo equilíbrio entre correntes "tradicionais" e correntes "modernas" de educação (Paiva, 2004). Quer isto dizer, que o roteiro não pode ser muito rígido, pois estaria a privilegiar o carácter objectivista do comportamentalismo, em detrimento do construtivismo. Por outro lado, trabalhar na ausência do roteiro seria uma atitude desastrosa. Então, o importante é fornecer algumas orientações necessárias (sempre importantes no âmbito da educação), bem como formular questões de natureza mais fechada, mas não esquecer de formular outras que permitam ao aluno construir conhecimento e gerar aprendizagem. Os roteiros devem ser abertos, mas não cair na liberdade total, muitas vezes, defendida pelos mentores do construtivismo. O segredo poderá estar em conseguir encontrar o meio-termo entre a liberdade construtivista e a mínima orientação.

Conclui-se que o professor tem a tarefa de conceber um instrumento que contemple a tecnologia, o *software* educativo e os objectivos de aprendizagem, valendo-se da sua habilidade; o

aluno deve "gozar", em todos os vértices, da oportunidade de usufruir de forma pedagógica da tecnologia.

Para terminar, volta-se a reforçar a ideia de que o professor não deve ter receio de ser substituído pelo computador. A utilização do computador nas aulas não é uma questão técnica, mas sim uma questão pedagógica: o papel do professor consiste em ajudar, conduzir, dar o exemplo, incentivar, facilitar e integrar aprendizagens assistidas e autónomas, recorrendo à diversidade de meios de acesso à informação e ao conhecimento (DES, 1995).

2. *WebQuests*

A presença das tecnologias de informação e conhecimento nas escolas é uma constante e os computadores que existem já estão, muitos deles, ligados à *Internet*. Apoiando-se nestas ferramentas, os professores, cada vez mais, solicitam aos alunos trabalhos de grupo sobre um determinado tema, que, na maioria das vezes, têm de ser realizados em tempo extra-aula, na escola ou em casa. Após a correcção de vários trabalhos deste tipo, os professores tecem alguns comentários, como, por exemplo, "Acreditam que os alunos me entregaram uma série de folhas impressas directamente da *Internet*, nas quais fizeram apenas alguns sublinhados?", "Os alunos não sabem fazer trabalhos de grupo; eles só copiam; não sabem pesquisar, seleccionar e organizar a informação.", "Para os alunos qualquer texto que encontram na *Internet* é bom para os trabalhos.", ou ainda, "Ultimamente, quando corrijo trabalhos de pesquisa, faço uma viagem ao Brasil! Eles nem sequer corrigem a terminologia brasileira do que lêem. Deve estar na moda o *copy-paste*." (estes comentários foram ouvidos pela autora da dissertação em ambiente de sala de professores). Estas e outras opiniões surgem com muita frequência.

Nestas afirmações é evidente que os estudantes recorrem à *Internet* para realizarem os trabalhos. Eles navegam sem um rumo muito certo o que pode ser, numa primeira fase, agradável, mas depois torna-se cansativo e pouco compensador. Tratam-se de simples utilizações da *Internet* sem qualquer orientação. Na sequência da maçada, a elaboração do trabalho final acaba por ser feita rapidamente, pois já perderam muito tempo na pesquisa.

Perante a realidade descrita, impõe-se que se criem ambientes de aprendizagem que sistematizem a utilização de todos os recursos disponíveis na *Web*. É preciso aproveitar este gosto da juventude e encaminhá-lo na direcção da aprendizagem. Em educação, para além de ter que se racionalizar o tempo, é benéfico que os alunos possam navegar de forma orientada e estruturada, conhecendo de perto as metas a alcançar. Sabe-se que, cabe à escola implementar actividades que permitam aos discentes desenvolver as capacidades inerentes a uma pesquisa na *Internet*.

Neste sentido, Dodge e March, por volta de 1995, avançaram com um estratégia inovadora que designaram de *WebQuest*: "... é uma actividade orientada para a pesquisa em que alguma, ou toda, a informação com que os alunos interagem provém de recursos na *Internet* ..." (Dodge, 1995).

Em Portugal, surgem outras expressões para citar este tipo de actividade. "A expressão *WebQuest*, pela sua aparente etimologia em língua portuguesa, parece induzir a ideia, errónea, de questionário utilizando a *Web*. Para promover uma melhor compreensão deste conceito, propõe-se a utilização do termo *WebSurf*. Ao associar *Web* a *Surf* reforça-se a ideia de sucesso na navegação com a perícia de encontrar e desfrutar da melhor onda." (Simões, 2004). Outros termos frequentes são "Aventuras na *Web*" e "Desafios na *Web*".

Independentemente do nome, as *WebQuests* devem ser constituídas por, pelo menos, seis partes:

- Introdução – é apresentada a informação essencial sobre o tema a estudar num formato motivador e desafiante para os alunos, levando-os a empenharem-se.
- Tarefa – define-se o produto final que se pretende obter como, por exemplo, um trabalho escrito, uma apresentação em *PowerPoint*, a representação de uma peça de teatro, entre outros. A tarefa deve ser objectiva e interessante, promovendo a descoberta e/ou a exploração de informação.
- Recursos – sugere-se uma série de fontes de informação, na sua maioria disponíveis na *Internet*, que os alunos devem consultar para elaborarem o trabalho. Todas as fontes da *Web* devem ser incluídas na forma de hiperligações, no corpo da *WebQuest*, o que exige um formato digital para a mesma. Assim, evita-se que o aluno se "perca", embora não seja intenção restringir-lhe a ida a outros *sites*. Podem ser apresentadas, caso se justifique, outras referências bibliográficas, por exemplo, de livros ou revistas científicas.
- Processo – são indicados os vários passos que os alunos devem seguir para atingir o objectivo final, incutindo-lhes a responsabilidade da concretização da tarefa. Em Portugal, não convém recomendar a utilização de algumas ferramentas de comunicação, tal como, a videoconferência, pois em algumas regiões do país ainda se verificam deficiências tecnológicas a este nível.
- Orientações – são fornecidos alguns conselhos sobre como seleccionar a informação recolhida e sobre como organizar esse material num produto final. Isto pode ser conseguido através da apresentação de várias questões chave que guiam o aluno na procura das respectivas respostas.
- Conclusão – são dadas sugestões das vantagens de se ter realizado a tarefa, recorda-se, de forma resumida, o que foi aprendido e encorajam-se os alunos a aplicar a experiência a novas situações. Muitas vezes, finaliza-se com propostas de pesquisas futuras sobre o mesmo tema, numa perspectiva diferente, ou com questões abertas, levando os alunos a reflectir.

Portanto, a *WebQuest* é um desafio educativo apresentado num *site* com uma estrutura relativamente definida, que proporciona a integração curricular da *Internet* na aprendizagem dos estudantes, segundo uma exploração orientada.

Este tipo de actividades motiva os alunos por si só, porque envolve pesquisar algo que está na *Internet*. Por outro lado, como as *WebQuest* são, quase sempre, realizadas em grupo (a dinâmica de grupo é um meio poderoso e facilitador), as propostas de tarefas podem cair em jogos ou simulações daquilo que se passa na realidade actual, o que os desafia ainda mais; podem-se atribuir diferentes papéis aos alunos ou pedir-lhes que imaginem que são uma dada personagem do seu agrado. A simulação de situações da vida real e a aprendizagem pela aventura são indicados pelo DES (1995) como meios educativos válidos para a promoção de competências pessoais. É bom incutir-lhes o hábito da trocas de ideias, da divisão de tarefas, da partilha de informações e da aprendizagem cooperativa, pois são aspectos cada vez mais presentes na forma de trabalhar da nossa sociedade, o que os irá ajudar a desempenhar, no futuro, um papel consciente na sua profissão. Se se alertar para uma avaliação final (indispensável na educação) eles também despertam para fazer mais e melhor (March, 1998). Assim, muitos autores, recomendam que se insira mais uma parte na estrutura da *WebQuest* – a da avaliação. Esta tem por função esclarecer os parâmetros (se possível deve indicar-se a informação qualitativa correspondente) e a forma como os alunos vão ser avaliados nas várias partes da actividade. É importante que os alunos tenham presente a informação sobre o modo como o seu trabalho será avaliado e valorizado.

As *WebQuests* fundamentam-se numa perspectiva construtivista: os professores, ao elaborá-las, facilitam os processos que levam ao desenvolvimento de uma dada tarefa que requer pesquisa na *Internet* e promovem a autonomia, a aprendizagem e a evolução do conhecimento.

Como afirmam Brito e Baía (1999) "... importante é que os alunos interajam com a informação interessante mas, e isto é essencial, que realizem um "produto final" que os leve a formular novas hipóteses, construir novos argumentos, comparar situações e procurar explicações ou soluções criativas, isto é, que os alunos construam novo conhecimento."

Carvalho (2002) avança com a mesma ideia, mas numa visão da mudança conceptual: "A motivação deve ser temática e cognitiva. A motivação temática desperta o aluno para o assunto a abordar, enquanto que a motivação cognitiva atenta nos conhecimentos prévios do sujeito ...".

Segundo Paiva e Alves da Costa (2005), a *WebQuest* é outra estratégia pedagógica no domínio das TIC, de carácter mais aberto do que o roteiro de exploração. Enquanto o roteiro facilita a pesquisa de informação num dado programa informático, a *WebQuest* orienta os alunos na navegação na *Internet*.

Então, na perspectiva do aluno activo na aprendizagem, a *Internet* pode ajudar mais do que se imagina: é preciso integrá-la de forma pedagógica, de modo que conduza a aprendizagens significativas. Uma *WebQuest* permite aceder a informações novas, ter acesso a muitas

perspectivas/opiniões diferentes e deve apresentar questões que desafiem o aluno a pensar e que o levem a reflectir sobre um determinado assunto. Como tal, favorece a construção e a reconstrução de conhecimento, pois o discente entre em conflito com a sua própria concepção do mundo, tendo que atribuir significados novos ou mais complexos aos dados com que se depara.

De acordo com Simões (2004), a estrutura de uma *WebQuest* permite estabelecer um paralelismo entre uma aula normal e uma aula em que se utilize esse tipo de actividade (ver figura 3.1).

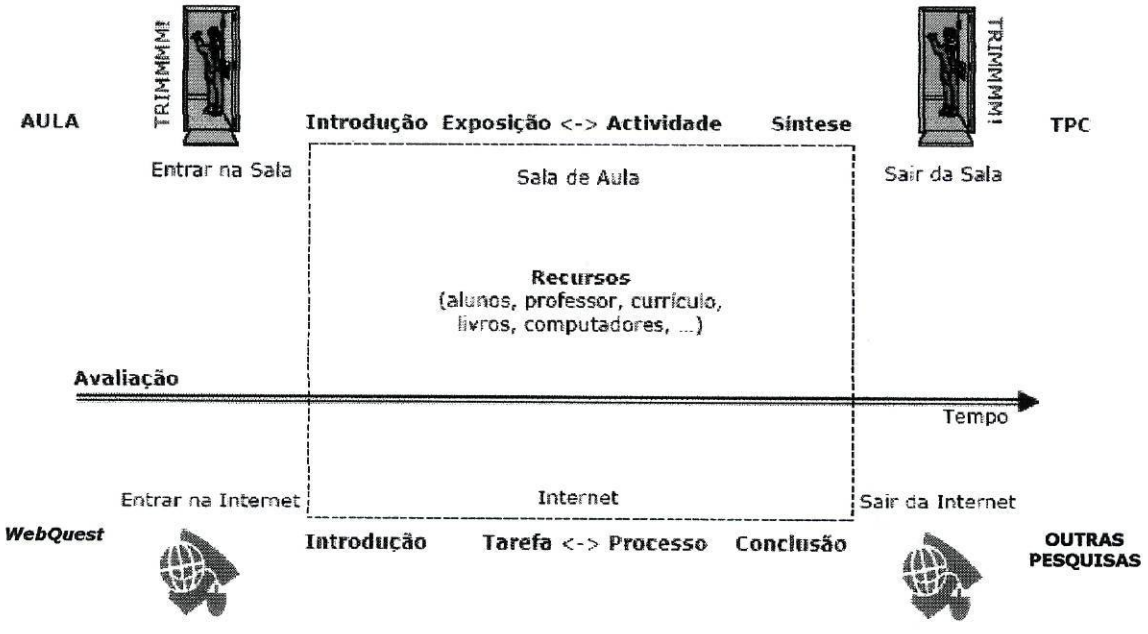


Figura 3.1 – Paralelismo entre a estrutura de uma aula normal e de uma *WebQuest*

Ambas se desenvolvem em torno de um conteúdo e segundo objectivos de aprendizagem que o professor consulta nas orientações do Ministério da Educação; iniciam-se com a introdução, prosseguem com a apresentação/pesquisa de nova informação para aplicar em diversas actividades/tarefas e terminam, como é lógico, com uma breve síntese. Muitas vezes, quer a aula, quer a *WebQuest*, são produtos inacabados, deixando as "portas abertas" para a continuação das tarefas em casa. Actualmente, os tradicionais trabalhos de casa, por vezes, também sugerem a utilização da *Internet*; outras vezes, os alunos buscam, por iniciativa própria, as soluções através dela. As outras pesquisas não passam de um trabalho de casa moderno, que exige seguramente navegação na *Web*. Conclui-se que, a planificação de uma aula é semelhante à planificação de uma *WebQuest*.

Quando um professor decide utilizar uma *WebQuest* deve ter presente o conteúdo que pretende desenvolver, o nível cognitivo dos alunos com que vai trabalhar, o tempo disponível e as condições tecnológicas oferecidas pela escola. Estes factores ajudam-no a seleccionar os *sites* mais interessantes e relevantes para abordar a temática em causa, a pensar nas várias etapas da

actividade, de modo que estas desafiem ao máximo os interesses dos jovens, e a gerir os recursos técnicos e humanos na aula.

Antes de se aplicar uma *WebQuest* em contexto educativo, esta deve ser explorada e avaliada, para se reconhecerem as suas limitações. Aquando da exploração interessa verificar os *links* e realizar as tarefas propostas, de modo a prever as dificuldades que os alunos irão sentir. Neste sentido, muitas vezes, os docentes optam por incluir o item "Ajuda" no corpo da aventura na *Web*. Este tem por função prestar alguns esclarecimentos. A sua presença é indispensável quando a tarefa é feita na ausência do professor.

Aquando da avaliação devem observar-se diversos aspectos, nomeadamente, a qualidade da navegação, a questão gráfica das *interfaces*, entre outros. Aqui não se aprofundará mais esta questão, pois não se tem por objectivo expor os pormenores do *design* da construção de uma *WebQuest* e da sua validação.

A grande vantagem das *WebQuests* é o facto de estarem disponíveis em todo o mundo, pois também elas estão alojadas na *Internet*. Assim, como é óbvio, encontra-se muito material deste género, mas é difícil descobrir uma *WebQuest* que se adapte na sua totalidade ao que o professor tem em vista. Então, ele tem a missão de se aventurar na construção de novos desafios para a *Web*; deve começar por algo simples relacionado com a sua disciplina, podendo incentivar a participação dos seus colegas de grupo, e depois, quem sabe, partir para projectos multidisciplinares, que promovam uma interdisciplinaridade eficaz.

Resumindo, a *WebQuest* revoluciona o ensino: através da utilização desta ferramenta inovadora enriquece-se a situação actual das escolas e visa-se a criatividade e a melhoria da aprendizagem dos estudantes. Salienta-se que a formação de professores tem um papel fulcral a desempenhar nesta área.

3. Jogos

Os jogos e as brincadeiras estiveram sempre presentes entre os homens, desde os tempos mais remotos. Todas as crianças, independentemente da época e do contexto sócio-económico-cultural da família, brincam e inventam actividades lúdicas para se divertiram.

Actualmente, os jogos podem apresentar-se em diferentes suportes, como, por exemplo, em máquinas de salas recreativas, em consolas e em computadores pessoais. Hoje em dia, alguns destes aparelhos já fazem parte da mobília da casa dos cidadãos comuns. Assim, todas as crianças continuam crescendo a brincar, mas agora com produtos resultantes das técnicas de informática. Os

jogos são, por isso, uma boa maneira de cativar o interesse de todos (dos mais pequenos e dos mais crescidos) para o mundo das novas tecnologias.

A evolução dos jogos deu-se paralelamente ao desenvolvimento da informática; os avanços mais significativos deram-se com o aparecimento das consolas, da multimédia, da realidade virtual e das redes de comunicação. Neste processo, a *Internet* desempenhou um papel importante, pois criaram-se espaços que oferecem demonstrações de jogos e que possibilitam a troca de opiniões.

Os meios de comunicação sempre passaram uma imagem negativa relativamente aos efeitos dos jogos sobre os seus utilizadores; dizem que provocam dependência e isolamento e que incitam a violência. Este trabalho não se irá debruçar sobre estas questões. Aqui pretende-se discutir a aplicação dos jogos no ensino.

Embora todos os jogos tenham esquemas semelhantes entre si, as características próprias de cada um deles determinam diferentes tipos de programas de jogo e modos de utilização específica. Os quatro grandes tipos de jogos são: os jogos de árcade, os jogos de mesa, os de estratégia e os de simulação. Na tabela 3.1 são indicadas as principais características dos diferentes conjuntos de jogos e são dadas orientações didácticas para a utilização dos mesmos na escola.

Tabela 3.1 – Orientações didácticas para a utilização de jogos na escola

Tipo de Jogo	Características	Orientações Didácticas	Nível de Aplicação
JOGOS DE ÁRCADE	Exigem um ritmo de jogo rápido, um tempo mínimo de reacção e uma atenção focalizada. Não interessa a estratégia seguida.	Convém começar por recorrer ao trabalho de grupo e, à medida que se notar maior autonomia de trabalho, poderá sugerir-se o trabalho individual.	Podem utilizar-se em todas as idades, mas adequam-se, preferencialmente, ao 1º ciclo do ensino básico.
JOGOS DE MESA	Reproduzem no computador, ou na consola, os jogos de mesa clássicos, tal como o xadrez, as damas, entre outros.	Para incidir na aceitação de regras e na análise de estratégias, é imprescindível o trabalho de grupo.	Podem utilizar-se a partir do 2º ciclo do ensino básico.
JOGOS DE ESTRATÉGIA	Baseiam-se na aventura em contextos não reais; o jogador adopta uma identidade específica e só conhece o objectivo final.	Sendo a estrutura do jogo complexa, sugere-se o trabalho em equipa e a divisão das etapas por diferentes dias.	Devem ser utilizados nos finais do 1º ciclo do ensino básico e, sobretudo, no ensino secundário.
JOGOS DE SIMULAÇÃO	Reproduzem situações que exigem estratégias complexas e variáveis; o jogador assume o comando.	Como a estrutura do jogo é complexa e a aprendizagem exige mais tempo, recomenda-se o trabalho de grupo.	Só se aplicam ao ensino secundário.

De um modo geral, os jogos permitem adquirir determinadas capacidades e ensinam, muitas vezes, a assumir o comando de uma situação concreta; quando eles se focam explicitamente num dado conteúdo, constituem um *software* útil a nível didáctico. Todavia "... o jogo por si só não deve ser considerado um transmissor de conhecimento, mas quando levado para a escola, proporciona melhor aprendizado." (Smole, 2003). Neste sentido, é importante que o professor conheça todas as potencialidades do jogo que pretende usar para planificar, de forma rigorosa, a sua incorporação na sala de aula, de modo a contribuir para uma aprendizagem significativa. O docente tem de seleccionar o jogo, tendo em conta o ambiente de trabalho, os objectivos de aprendizagem e o tempo de que dispõe. Por outro lado, tem que consciencializar os alunos de que a brincar também se aprende. O estudante não pode fazer só por fazer, não interessa recorrer ao jogo pelo jogo; é fundamental integrá-lo pedagogicamente. O educador também não pode cair no erro de considerar que o jogo não deve ser divertido e que os alunos o têm de explorar em silêncio. É preciso encontrar a "fusão feliz" entre a brincadeira e o processo de ensino-aprendizagem: o professor deve intervir durante a aula para que o jogo possa sempre ser um meio para a aprendizagem e não um fim em si mesmo; tem que aliar as intervenções mais adequadas para desencadear conflitos cognitivos. No final, é necessário que o especialista em educação avalie o trabalho que desenvolveu para ir, ele próprio, de modo progressivo, construindo uma metodologia que se mostre cada vez mais eficaz perante a utilização de jogos nas aulas.

Portanto, o professor tem que ter um papel activo em todas as fases da implementação do jogo, em especial na selecção do mesmo. O "bom jogo" é aquele que propõe ao aluno um desafio ou uma situação-problema sobre a qual ele tem que reflectir, estabelecer relações, coordenar pontos de vistas, enfim, trabalhar as suas estruturas mentais, transformando-as e ampliando os seus conhecimentos (Torres, 2003).

Os discentes ficam muito motivados quando sabem que uma aula vai incluir uma actividade lúdica, mas, raramente, lhe associam uma função educativa; eles preocupam-se com a diversão, ao invés de se interessarem pelos estudos. Contudo, os docentes devem aproveitar o entusiasmo, utilizando os jogos com criatividade e apostando na construção de conhecimento. Os jogos permitem aos alunos:

- desenvolver competências no campo do trabalho de grupo;
- melhorar as relações interpessoais;
- aceitar regras de convivência em sociedade;
- crescer em atitudes e valores;
- desenvolver capacidades de tomada de decisão;
- discutir e gerir diferentes pontos de vista;
- treinar a atenção/concentração e a memória (principalmente com jogos de árcade);
- desenvolver diversas formas de raciocínio;

- compreender fenómenos complexos (principalmente com jogos de simulação);
- analisar estratégias de acção;
- resolver problemas;
- construir conceitos e gerar novas aprendizagens

Torres (2003), adianta-se e refere que seria bom que os próprios alunos também fizessem jogos, porque "... esta experiência permite explorar outros aspectos de suas operações mentais, contribuindo muito para a aquisição de novas aprendizagens."

A escola tem oferecido alguma resistência à introdução dos jogos nas suas actividades. Os factores mais prováveis para tal situação são:

- está associada ao jogo uma conotação negativa;
- no ensino mais tradicional não existiam espaços para brincar, falar ou jogar; o aluno assumia um comportamento passivo em silêncio absoluto (visão comportamentalista);
- os especialistas, por muito tempo, apenas se preocuparam com os métodos de ensino, relevando o estudo dos processos através dos quais a criança aprende.

A escola, nos dias que correm, já arrisca na criação de espaços permanentes dedicados ao jogo. Este gesto reflecte que esta instituição está aberta a inovações e que os seus trabalhadores já utilizam os jogos como material didáctico, pois jogar implica observar, pensar, interpretar, avaliar, relacionar, analisar e comparar.

CAPÍTULO 4 – INVESTIGAÇÃO

1. Objectivo

Esta investigação teve por objectivo determinar se a interacção dos alunos com a Tabela Periódica v2.5, disponível no endereço http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5/, faz emergir da parte destes contribuições significativas para a melhoria da ferramenta multimédia em causa.

Para levar a cabo este propósito tiveram que ultrapassar-se várias etapas, as quais se encontram esquematizadas na figura 4.1.

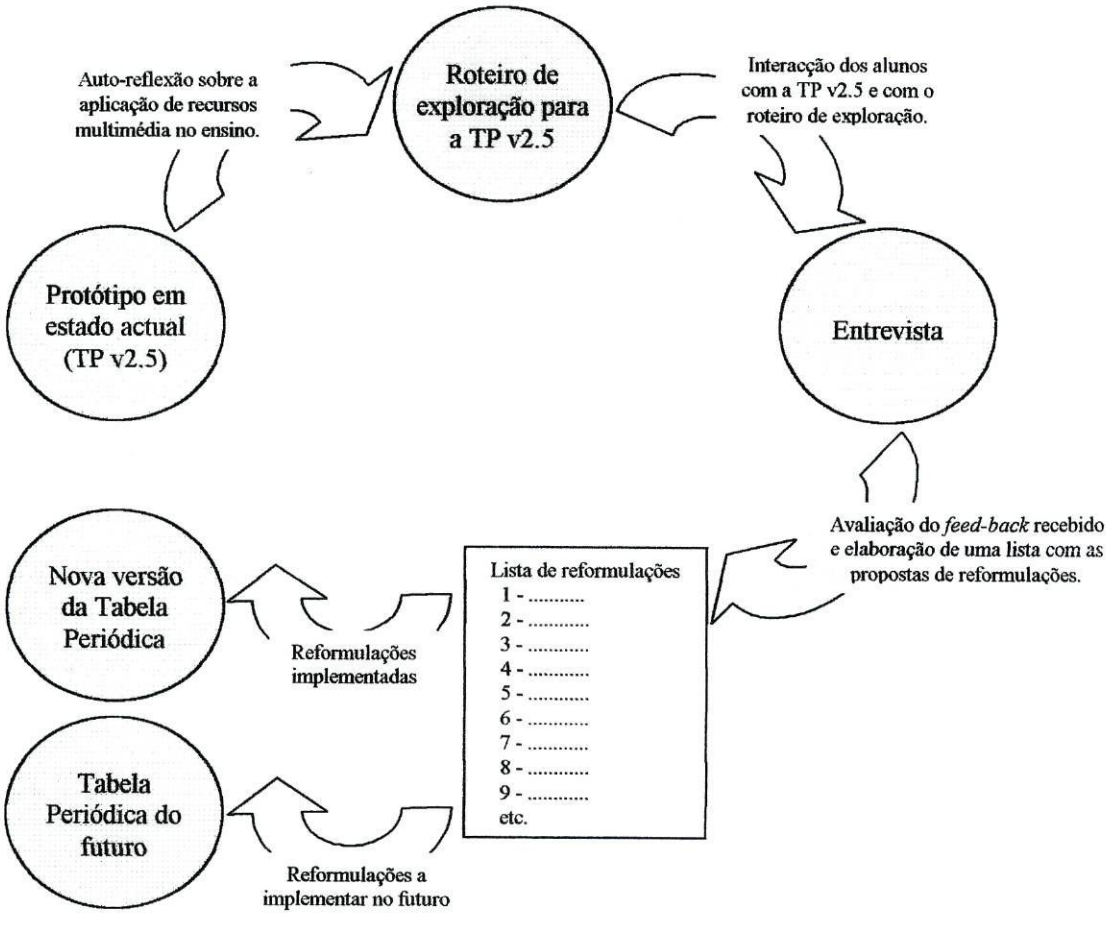


Figura 4.1 – Esquema representativo das várias etapas do estudo experimental

Numa primeira fase, reflectiu-se sobre a aplicação de programas educativos multimédia no processo de ensino-aprendizagem e decidiu-se conceber um roteiro de exploração que enriquecesse o protótipo existente da Tabela Periódica.

Depois dos alunos explorarem a TP v2.5, em conjunto com o roteiro de exploração, a finalidade passou a ser elaborar um guião de entrevista, que respeitasse os pré-requisitos essenciais na sua construção e que permitisse verificar a hipótese em estudo. Através da realização de várias entrevistas recebeu-se o *feed-back* dos alunos acerca das melhorias a implementar na ferramenta.

Posteriormente, avaliou-se a originalidade das alterações sugeridas e compararam-se as mesmas com as que já se tinham em mente. No seguimento, elaborou-se uma lista com propostas de reformulações. Assim, o último intuito foi tentar implementar o máximo de mudanças no protótipo inicial, de modo a construir uma nova versão da Tabela Periódica interactiva que se adeque mais ao gosto dos alunos, que os permita aprender de forma mais significativa e que os motive para o ensino das ciências.

As restantes reformulações propostas poderão ser aproveitadas para, no futuro, arquitectar uma Tabela Periódica ainda mais completa e atractiva.

2. Metodologia

2.1. Amostragem

Durante o estudo foram realizadas duas amostragens de conveniência consecutivas.

Numa primeira fase, e perante as turmas atribuídas à autora desta dissertação, foram automaticamente seleccionados os alunos que frequentavam a turma A do 10º ano, da Escola Secundária de Castelo de Paiva (ESCP), no ano lectivo 2004/2005. Estes alunos descobriram e exploraram a aplicação multimédia "Tabela Periódica v2.5" (descrita no capítulo seguinte), no decorrer de uma aula.

Na segunda etapa, a amostra utilizada para responder às questões da entrevista foi um grupo de voluntários da população acima referida.

Em ambas as selecções tudo se efectuou de uma forma subjectiva (amostragens não probabilísticas). Assim, coloca-se em questão a generalização dos resultados obtidos (validade externa).

Segundo Carmo e Ferreira (1998), numa amostragem de conveniência os resultados não podem ser generalizados à população à qual pertence o grupo de conveniência. Contudo, podem-se colher informações importantes e pertinentes no âmbito do estudo, que devem ser sempre utilizadas com prudência.

Então, não se pode considerar que os alunos do 10º A representam a realidade dos alunos do nosso país e que os alunos que foram entrevistados são representativos da turma em que se inserem. Nada garante que se fosse atribuído um outro grupo à autora e que um outro conjunto de alunos se prontificasse para a entrevista os resultados encontrados seriam iguais. No entanto, podem-se colher e valorizar as opiniões do grupo de estudantes envolvidos no estudo.

Na aula de apresentação do 10º A, os alunos foram informados que a sua professora de Física e Química A estava envolvida num projecto relacionado com uma ferramenta multimédia

interactiva sobre a Tabela Periódica. Criou-se, de imediato, um diálogo e, até mesmo, alguma troca de ideias. Eles foram convidados a participar e a colaborar na melhoria dessa aplicação. Todos se mostraram disponíveis e muito interessados.

A apresentação deste projecto favoreceu o aviventar do laço de confiança e inter-ajuda entre os sujeitos da investigação e a investigadora, pois eles depositaram um voto de confiança na docente no que diz respeito a temas relacionados com computadores. Neste sentido, muitas vezes, durante o ano lectivo, os mesmos questionaram a professora sobre questões técnicas e programas digitais.

Na aula anterior à da utilização da Tabela Periódica digital, os alunos foram inteirados de que teriam de ser sujeitos a uma entrevista. Do conjunto de 26 alunos, voluntariaram-se 10, talvez aqueles que se revelaram mais desinibidos e críticos ao longo do ano lectivo. Os outros manifestaram-se um pouco apreensivos perante esta novidade.

2.2. Tipo de investigação

Investigação-acção:

Variável independente: interacção com o protótipo em estado actual (TP v2.5)

Variável dependente: contribuições significativas para a melhoria da ferramenta multimédia que emergem da amostra

Hipótese de estudo:

«Os alunos ao interagirem com a Tabela Periódica v2.5, disponível no endereço http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5/, emanam contribuições significativas para a melhoria da respectiva ferramenta digital.»

Para verificar a hipótese de estudo indicada levou-se a cabo uma investigação-acção, com base em métodos qualitativos.

"O propósito desta investigação é resolver problemas de carácter prático, através do emprego do método científico. A investigação é levada a cabo a partir da consideração da situação real. Não tem como objectivo a generalização dos resultados obtidos (...). A sua principal finalidade é a resolução de um dado problema para o qual não há soluções baseadas na teoria previamente estabelecida." (Carmo e Ferreira, 1998)

Segundo Bogdan e Biklen (1994), toda a investigação-acção tem o objectivo de precipitar a mudança relativa a um qualquer assunto particular, sendo os próprios investigadores agentes de mudança.

Depois de olhar para a Tabela Periódica v2.5, que recebe, em média, mil visitas por mês, e de fazer correr essa aplicação, verificou-se que alguns aspectos poderiam ser melhorados. Assim, ponderou-se mudar o aspecto gráfico das *interfaces* e completar a parte tutorial, incluindo hipertextos, *links* sugestivos (podem aludir a temas actuais no âmbito da ciência ou do quotidiano), animações, vídeos, jogos, *webquest's* e exercícios para avaliar os conhecimentos adquiridos. Enfim, todas as alterações tinham em vista a construção de ambientes lúdicos de aprendizagem, enfatizando a Tabela Periódica com desafio, curiosidade e fantasia. Incutir a mudança na aplicação multimédia era necessário; cabe ao professor adaptar o que existe às novas exigências da sociedade de informação, aos novos currículos e aos seus alunos.

Note-se que na investigação desenvolvida, para além de se destacarem os aspectos menos bons da ferramenta digital "TP v2.5", também se salientaram os aspectos positivos da mesma. Contudo, os que impulsionaram o estudo foram os primeiros.

Os factores mais importantes que justificam esta investigação-acção são o número de visitas ao *site* da Tabela Periódica v2.5 *on-line* e a importância da aprendizagem do conteúdo "Tabela Periódica". O processo de ensino-aprendizagem recorrendo à multimédia é um tema actual e muito oportuno.

Portanto, além de se fundamentar o estudo, pensou-se numa série de sugestões para provocar a mudança no protótipo existente. Mas, logo nasceu a ideia de recorrer à participação de sujeitos que, no futuro, possam usufruir da nova versão da Tabela Periódica interactiva para aprenderem de forma mais significativa e construtivista. Inicialmente, os alunos foram informados do problema e encorajados a participar e a contribuir para a sua resolução. Este estímulo foi desencadeado pelas palavras pronunciadas pela investigadora.

Realizaram-se observações aquando da interacção dos alunos com o protótipo em estado actual, bem como aquando da realização das entrevistas, nas quais se procuravam resultados pertinentes que ajudassem a investigadora a tomar decisões práticas relativas a determinadas alterações.

No entanto, a investigadora (professora de Ciências Físico-Químicas) também se envolveu activamente na causa da investigação e não deixou de reflectir as reformulações que já tinha em mente (muitas delas concordantes com os dados recolhidos) na nova versão da Tabela Periódica.

Como exige toda a investigação-acção, os dados foram recolhidos e relatados de forma tão honesta, completa, rigorosa, verídica e objectiva quanto possível. O investigador deve sempre revelar integridade e não distorcer as palavras dos seus colaboradores para que o planeamento das estratégias seja o mais concordante com o obtido, de forma a modificar a realidade (Bogdan e Biklen, 1994).

Em forma de resumo, o protótipo constituiu o elemento da investigação e tudo o que foi desenvolvido tinha por intuito potenciar acções que mudassem a sua própria realidade.

2.3. Recolha de dados

A recolha de dados foi efectuada em vários momentos e utilizaram-se diferentes técnicas e instrumentos.

Para obter informações sobre os sujeitos que exploraram a Tabela Periódica v2.5 e que foram submissos à entrevista utilizou-se como instrumento de recolha de dados o questionário por inquérito. O inquérito empregue foi o modelo da ficha individual do aluno da responsabilidade do Editorial do Ministério da Educação. A sua utilização permitiu uma grande rapidez na recolha e simplicidade na análise dos dados.

Outros dados sobre os sujeitos da investigação foram recolhidos na primeira reunião entre os professores da turma A do 10º ano, da ESCP, no ano lectivo 2004/2005. A respectiva Directora de Turma fez a caracterização geral dos alunos da turma em causa, baseando-se nas informações obtidas através de um questionário elaborado pela comissão executiva da escola em questão, a que todos eles tinham respondido. Os elementos considerados pertinentes para o estudo foram, de imediato, registados pela investigadora que, por sua vez, integrava o conjunto de professores da turma.

Para recolher as contribuições significativas dos alunos acerca das melhorias a operar na TP v2.5 (protótipo explorado) utilizou-se a técnica de entrevista. Esta é sempre útil por permitir a interacção directa e a recolha de respostas vastas e inesperadas.

Ainda se recorreu à técnica da observação para descrever o ambiente da aula em que se usou a aplicação multimédia "TP v2.5" e o ambiente geral das entrevistas. Fizeram-se algumas anotações importantes relativas ao comportamento e às dificuldades dos alunos perante as novas experiências que viviam, mas estas só se registaram na ausência dos alunos para não os intimidar.

2.4. Análise e tratamento dos dados

Para analisar e tratar os dados recorreu-se à Análise de Conteúdo; esta revelou-se adequada aos instrumentos que se utilizaram na recolha de dados (registos de observação e entrevistas).

A Análise de Conteúdo deve permitir obter os dados resumidos e organizados (Freitas e Janissek, 2000) e a utilização dos mesmos tem por fim responder à hipótese em estudo (Tuckman, 1994).

Para desenvolver a Análise de Conteúdo, seguiram-se as etapas sugeridas por Carmo e Ferreira (1998):

- **Definição dos objectivos e das referências teóricas**

(estes aspectos foram desenvolvidos noutros pontos deste trabalho)

- **Definição do conjunto de documentos que vão ser sujeitos a análise**

Para a análise só se consideraram os dados presentes na transcrição das entrevistas (Anexo 5) para as questões 6, 7, 8, 9 e 10, que são aquelas que realmente encaminham à identificação e avaliação das alterações sugeridas pelos alunos. As restantes questões, que, essencialmente, serviram para ambientar os alunos à situação de entrevista (ver anexo 3), serão aproveitadas para chamar algumas ideias importantes e para estabelecer relações, como, por exemplo, entre a melhoria da aprendizagem e a utilização de *Software* Educativo, existente ou não na *Internet*, e/ou de roteiros de exploração, com base em referências bibliográficas.

Não se procedeu à análise do registo de observação do ambiente de sala de aula, porque as ideias aí retratadas surgiram novamente nas respostas às questões da entrevista (como se verá no capítulo 6).

- **Definição das categorias**

As categorias constituem o coração da Análise de Conteúdo, pois determinam as dimensões a analisar, estabelecem a ligação entre os objectivos de pesquisa e os resultados e delas depende o valor da análise (Freitas e Janissek, 2000).

A definição das categorias consiste na procura da maneira mais adequada de actuar perante os dados para atingir o que se deseja conhecer.

Após efectuar várias leituras da transcrição das entrevistas, verificou-se que se repetiam e se destacavam certas ideias (formas dos sujeitos pensarem). Deste modo, estava encontrada a regularidade nos dados, que Bogdan e Biklen (1994) referem. Na sequência, foram definidas as categorias e as sub-categorias de estudo, à semelhança do que Figueiredo e Fioroni (1996) fizeram na sua análise; estas foram estruturadas de acordo com os objectivos que se perseguem nesta

investigação, tendo em conta o conteúdo definido como alvo de classificação, o que permitiu organizar os dados descritivos dos quais se pretende avaliar o valor, o interesse e/ou a inovação

O facto de só se terem definido as categorias a explorar após o acto das entrevistas, evitou a exclusão de dados não previstos à priori, que poderiam surgir nas respostas às questões mais abertas da entrevista. De resto, teve-se o cuidado de incluir todo o conteúdo que se definiu analisar nas categorias definidas.

O título atribuído a cada uma das categorias e às várias sub-categorias foi pensado de forma a que ficasse explícito os dados seleccionados do conteúdo em análise que se deveriam incluir em cada uma delas e de modo a evitar que um mesmo dado pudesse ser colocado em diferentes categorias.

A análise dos dados e a sua organização foi facilitada, porque como todos os alunos responderam às mesmas questões aumentou a possibilidade de comparar e sistematizar as respostas obtidas.

Todos os dados referidos pelos inquiridos fora do âmbito do estudo não foram transformados em categorias.

É de salientar que, toda a análise foi procedida de forma directa, ou seja, apenas se utilizaram as ideias expressas pelos inquiridos e não se inferiu nenhuma opinião não manifestada.

- **Definição de unidades de análise**

"O conteúdo de um texto pode ser analisado de diferentes maneiras, conforme as unidades de análise que serão definidas." (Freitas e Janissek, 2000)

Como unidades de análise definiram-se três: unidade de registo, unidade de contexto e unidade de enumeração.

A unidade de registo enquadra simples palavras que permitem observar se o dado presente na sub-categoria provocou agrado ou desagrado aos sujeitos da investigação, isto é, obtém-se a primeira impressão que os inquiridos tiveram sobre o aspecto referido numa dada sub-categoria.

A unidade de contexto mostra um exemplo de resposta de um determinado inquirido que faça referência ao que se indicou na unidade de registo e que caia dentro do tópico representado pela categoria, ou seja, completa-se a informação que transparece na primeira unidade de análise.

A unidade de enumeração é traduzida através de um número que revela a frequência com que apareceu um determinado dado no conjunto das respostas.

- **Interpretação dos resultados obtidos**

A interpretação dos resultados foi feita com base nos objectivos da dissertação e na recolha do quadro teórico, de modo a verificar à hipótese de estudo.

Seguindo todos estes passos, garantiu-se a validade (refere-se àquilo que o investigador pretende medir) da Análise de Conteúdo. Tudo aquilo que se destacou das entrevistas tem significado e pertinência no contexto do problema em causa e retrata fielmente a realidade dos factos.

CAPÍTULO 5 – MATERIAIS UTILIZADOS NO ESTUDO DE CAMPO

1. Inquérito para caracterização dos sujeitos da investigação

Para proceder à caracterização dos sujeitos da investigação, os mesmos preencheram um inquérito. O inquérito utilizado foi o modelo da ficha individual do aluno, da responsabilidade do Editorial do Ministério de Educação, que é constituído por várias partes: dados pessoais, dados familiares, dados referentes à avaliação, critérios de avaliação e, por último, surge um campo reservado para as observações do professor. Salienta-se que, ainda, existe um espaço próprio para colar a fotografia do respectivo aluno.

2. Descrição do protótipo em estado actual: TP v2.5 (http://nautilus.fis.uc.pt/st.5)

O protótipo utilizado foi a Tabela Periódica v2.5 que se encontra *on-line* e disponível no endereço electrónico http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5.

Na primeira página do *site* (figura 5.1) pode-se escolher entre as opções "Versão Portuguesa", associada à bandeira de Portugal, e "Versão Inglesa", associada à bandeira da Inglaterra. É indiscutível a utilidade da última opção, pois a língua inglesa é considerada universal.

Refira-se que, para a investigação que se desenvolveu, a análise da aplicação multimédia incidiu, apenas, sobre a "Versão Portuguesa".

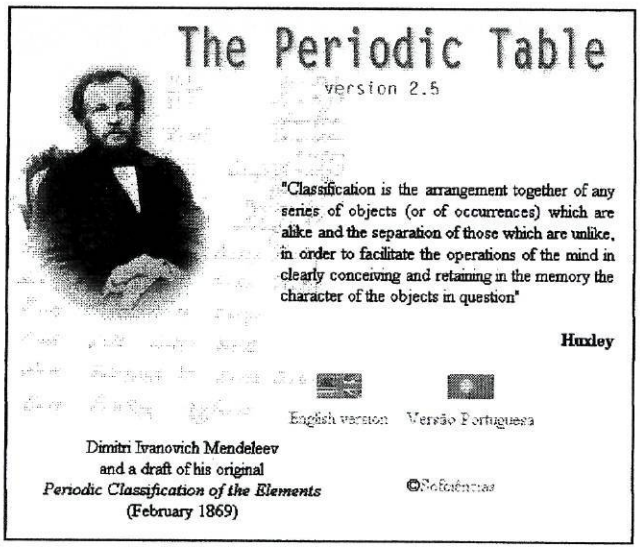


Figura 5.1 – Página inicial

Na página inicial também se encontra uma fotografia de Mendeleev, personalidade importante na história da Tabela Periódica, tal como já se referiu no sub-capítulo 1 do capítulo 2, e uma frase alusiva ao tema.

Clicando na bandeira portuguesa surge a página que se designa, de acordo com Ferreira e Paiva (2005), por *Interface* de interacção inicial (figura 5.2); esta pode considerar-se como central, porque todas as pesquisas a efectuar têm aqui o seu ponto de partida e dependem da sua exploração.

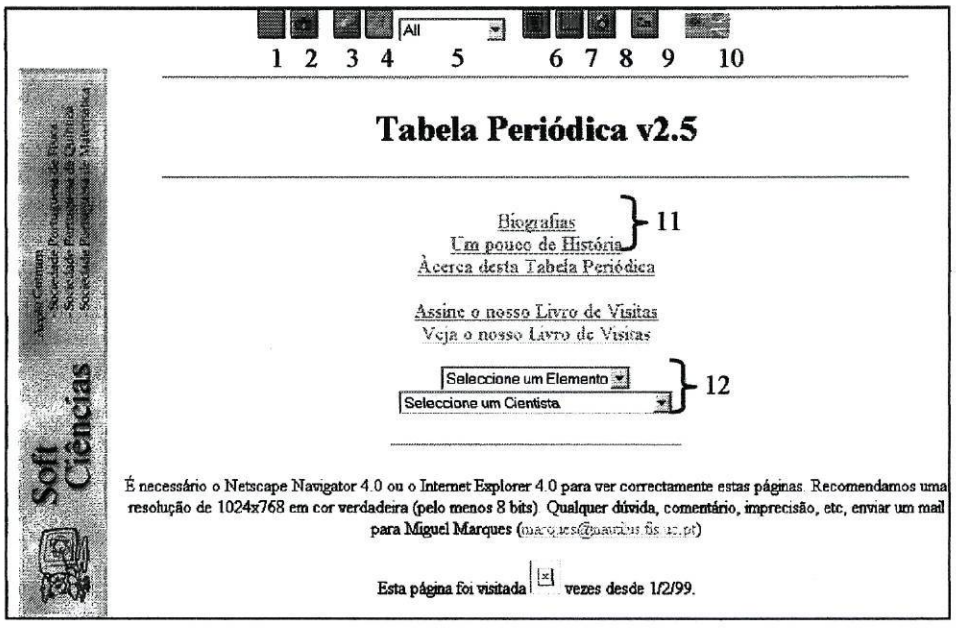


Figura 5.2 – *Interface* de interacção inicial

Legenda:
1. Voltar a esta *interface*.
2. Aceder à galeria de imagens.
3. Abrir a Tabela Periódica para depois se seleccionar o elemento que se pretende estudar.
4. Ver a legenda das cores utilizadas na Tabela Periódica.
5. Clicando na seta permite escolher como se pretende ver a Tabela Periódica organizada: todos os elementos, por período, por grupo, por estado físico, por classe de substância, por família ou por origem.
6. Listar diferentes propriedades para todos os elementos.
7. Construir gráficos com as propriedades dos elementos.
8. Efectuar procuras.
9. Visualizar a legenda das informações que surgem em torno do símbolo químico do elemento.
10. Aceder à versão inglesa.
11. *Links* que permitem consultar a biografia de cientistas que tiveram um papel importante na construção da Tabela Periódica e conhecer um pouco da história da mesma, respectivamente.
12. Clicando nas setas e seleccionando o pretendido, é possível fazer uma pesquisa por elemento e por cientista, respectivamente.

Na galeria de imagens é possível ver figuras referentes a substâncias elementares, a cientistas, a minerais, a aplicações e a alguns compostos e substâncias.

Quando se clica sobre o ícone 3 (figura 5.2) abre-se a Tabela Periódica, de acordo com aquilo que está seleccionado no ícone 5 (figura 5.2). Estando seleccionada a opção "Todos os elementos" surge a janela que se exibe na figura 5.3.

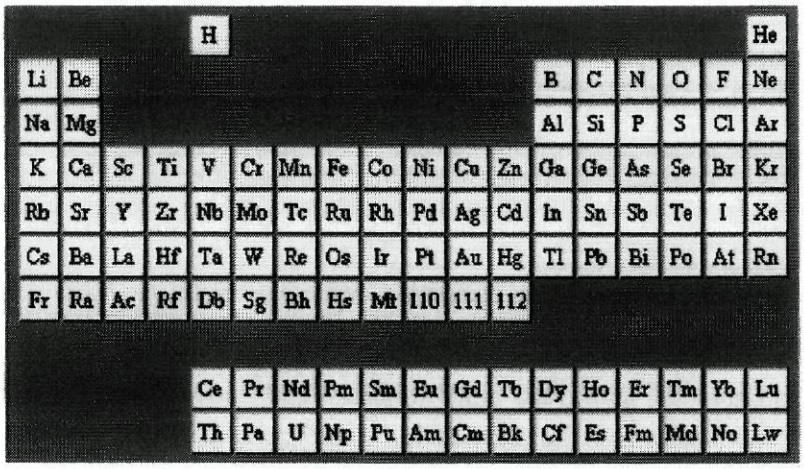


Figura 5.3 – Janela da Tabela Periódica, quando está seleccionada a opção "Todos os elementos"

Como se pode observar, os quadrados de todos os elementos têm a mesma cor de fundo. Caso estivesse seleccionada outra opção no ícone 5 (figura 5.2) tal já não se verificava. Nessa situação, o utilizador pode consultar a legenda das cores clicando sobre o ícone 4 (figura 5.2).

Ao seleccionar um qualquer elemento químico surge uma página com os seguintes recursos:

- quadrado com o símbolo químico e algumas características do elemento, de acordo com a legenda que pode ser consultada no ícone 9 (figura 5.2) da página de interacção inicial;
- hipertexto sobre o elemento, em que todas as palavras de cor constituem *links* que levam o explorador a novas páginas;
- *menu* de escolha, no qual se deve clicar sobre uma das palavras, tendo em conta o objectivo da pesquisa;
- imagem da substância elementar.

Na figura 5.4 exemplifica-se o que se acabou de referir, apresentando a página inicial do elemento oxigénio.

Observando o *menu* de escolha, verifica-se que existem muitas opções de pesquisa organizadas em dois níveis (esta forma de organização é muito útil quando o conteúdo mãe é muito longo), que contemplam os principais conceitos/conteúdos associados à noção de elemento químico. Depois de as correr fica-se com uma visão geral sobre o elemento em questão.

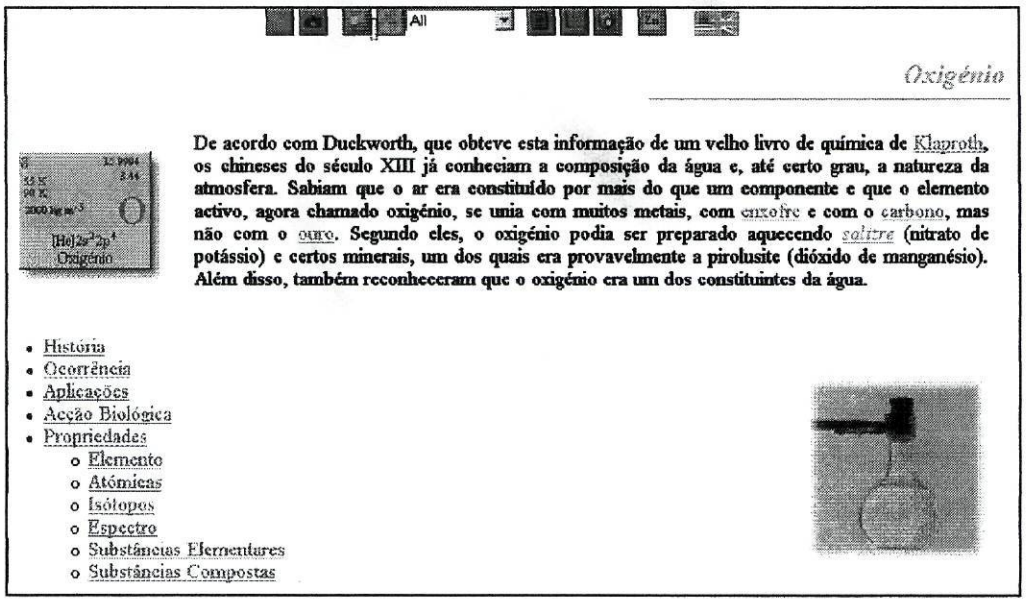


Figura 5.4 – Página inicial do elemento oxigénio

Como consequência da boa organização da informação, uma das mais valias desta aplicação multimédia reside na distinção clara entre as propriedades dos elementos em si e as propriedades das substâncias elementares correspondentes. Desta forma, consegue-se contornar a formação da ideia, por parte dos alunos, de que as propriedades dos elementos químicos são iguais às das respectivas substâncias elementares. É de lembrar que, esta ideia constitui uma das concepções alternativas mais frequentes entre os jovens (as CA sobre a TP foram descritas no capítulo 2, na secção 5.2).

Os ícones 6 e 7 (figura 5.2) têm uma importância salutar, por permitirem estabelecer relações entre as diferentes propriedades dos elementos e entre estas e a localização dos mesmos na Tabela Periódica, através da listagem de várias propriedades e da construção de gráficos.

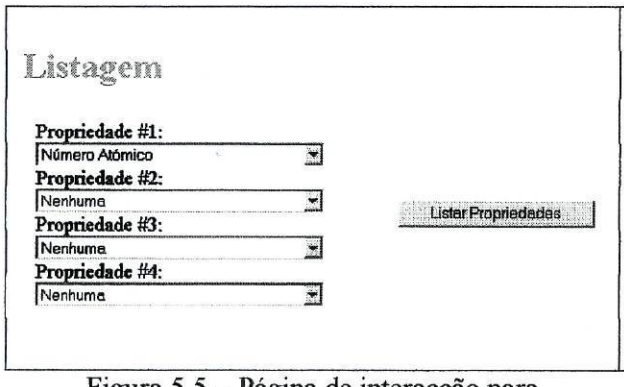


Figura 5.5 – Página de interacção para listar propriedades

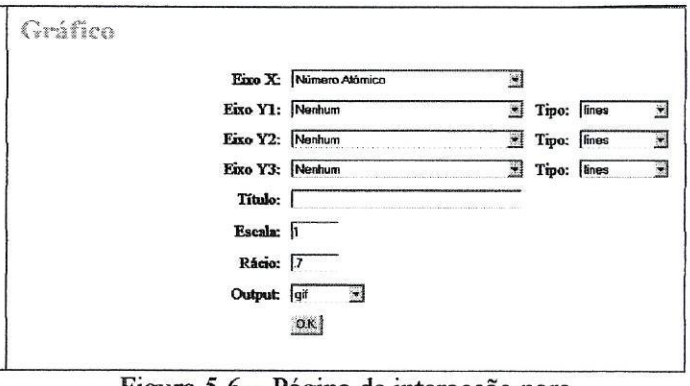


Figura 5.6 – Página de interacção para construir gráficos

Destaca-se também a importância do ícone que possibilita efectuar procuras (ícone 8), pois, no seio da enorme quantidade de informações que se encontra na Tabela Periódica, pode ser crucial tornar mais eficaz uma dada pesquisa.

Depois do título da página de interacção inicial (figura 5.2) surgem vários *links* de cor azul (cor recomendada pelos especialistas na criação de *sites*). No conjunto designado por 11 (figura 5.2), o primeiro permite aceder às biografias dos cientistas que, de certo modo, contribuíram de forma significativa para a construção da Tabela Periódica actual, e o segundo dá a conhecer, de forma resumida, a história da Tabela Periódica, referindo as Tríades de Döbereiner, a classificação de DeChancourtois, a Lei das Oitavas e a classificação de Mendeleev.

Os *links* que constituem o conjunto designado por 12 (figura 5.2) permitem seleccionar um elemento ou um cientista, respectivamente. De certa forma, facilitam pesquisas análogas àquelas que se podem fazer recorrendo à janela da Tabela Periódica (figura 5.3) e ao primeiro *link* do conjunto 11 (figura 5.2), embora de modo diferente. Por exemplo, o *link* "Seleccione um elemento" não exige o conhecimento dos símbolos químicos dos elementos (útil para leigos em conhecimentos químicos), ao contrário do que acontece quando se utiliza a janela da TP.

Entre os *links* "Biografias" e "Seleccione um Cientista" apenas difere o acesso ao nome dos cientistas que se pretendem estudar: no primeiro caso o acesso faz-se por via de uma página intermédia e no segundo é imediato após o clique na seta lateral do *link*. Neste caso, pode-se considerar que o *link* referido por último é enganador, na medida em que o explorador pode pensar que o mesmo o leva a pesquisar informações complementares sobre os cientistas, o que na verdade não acontece (este aspecto será corrigido na nova versão da Tabela Periódica, que está descrita no capítulo 7).

Após se seleccionar, por exemplo, um elemento, um cientista ou a história da Tabela Periódica, surgem páginas que têm um conjunto de setas no final (figura 5.7), por estarem interligadas entre si. Clicando na seta para o lado direito ou para o lado esquerdo, avança-se ou recua-se uma página no mesmo tema ou sub-tema; clicando na seta para cima, volta-se à página inicial da pesquisa. A utilização desta metodologia evita o recurso ao ícone "Retroceder" da barra de navegação na *Internet*.



Figura 5.7 – Conjunto de setas

Em todas as páginas do *site* estão criadas boas condições para a percepção visual dos textos, pois estes são apresentados com cor preta sobre um fundo branco. As palavras de cor que surgem, tal como já se referiu, constituem *links* (ver o exemplo da página do oxigénio – figura 5.4): os de cor azul levam o explorador a outras páginas internas e os de cor verde permitem ver a imagem da substância (que também pode ser consultada na galeria de imagens) indicada na palavra (este aspecto constitui uma forma habilidosa de relegar pormenores para páginas secundárias). No entanto, os *links* não mudam de cor após serem consultados, o que pode dificultar a organização das pesquisas, senão mesmo levar a buscas repetidas.

Para além dos *links* legendados na figura 5.2, ainda existem outros de menor relevância, tais como o que permite assinar o livro de visitas e o que permite ver o livro de visitas. Outro dos *links* presente remete para dados acerca da construção deste *site*. Por último, são fornecidas as condições necessárias para se usufruir do programa nas melhores condições e é indicado o *e-mail* de um dos autores desta Tabela Periódica digital.

Por tudo o que se apresentou, pode afirmar-se que a ferramenta digital descrita possibilita uma multiplicidade de interacções e que é muito rica em conteúdo, o qual é apresentado sob a forma de hipertextos ou estruturado em vários níveis. O *site* também se mostra consistente e coerente (princípios recomendados para a criação de *sites* na *Web*), isto é, todas as suas páginas têm o mesmo tipo de apresentação (estilo dos títulos, tipo de letra, cor dos textos, das páginas e dos *links*, alinhamento dos textos, posição das imagens, entre outros aspectos) e cada página está concordante com o que aborda.

No entanto, ainda se revela essencialmente instrutiva ou formativa; não desperta a curiosidade, talvez por não existir um contraste de cores nas várias páginas que crie uma estrutura visual mais forte, nem cria desafios, a não ser que a ela se associe um roteiro de exploração. É urgente, segundo a autora desta dissertação, alterar alguns aspectos no *layout* das páginas e incluir-lhe animações (em número limitado), vídeos, jogos, *webquest's*, entre outros elementos multimédia.

Dada a grande familiaridade da maioria dos alunos com a *Internet*, pensa-se que os próprios alunos envolvidos na investigação serão capazes de enaltecer os aspectos positivos, de apontar os aspectos negativos e de nomear alguns itens ausentes na aplicação "TP v2.5".

Remontando à tabela 2.3, conclui-se que das Tabelas Periódicas, que foram descritas no sub-capítulo 3 do capítulo 2, a que mais se assemelha à TP v2.5 é a TP da SPQ (figura 2.39), pois se a primeira fosse incluída na comparação seria contemplada com um visto em todos os critérios, à excepção do primeiro e dos três últimos (Testes, Jogos e Vídeos). Apesar de todas as semelhanças entre as duas aplicações, a TP v2.5 tem a clara vantagem de poder ser consultada na *on-line*.

3. Roteiro de Exploração construído para a Tabela Periódica v2.5

No ensino da Química é frequente a utilização de *software* educativo, principalmente quando se abordam conceitos que envolvem a abstracção e/ou o campo microscópico. No caso da Tabela Periódica, como a sua estrutura/organização e as relações entre as propriedades dos elementos, envolvem essencialmente a memória, recorrer a aplicações digitais é o primeiro passo para despertar a curiosidade dos alunos para um conteúdo que, à primeira vista, pode parecer maçador.

No contacto directo com os jovens, já se verificou que sempre que se integra um programa informático numa aula é necessário guiá-los minimamente, utilizando uma simples ficha de trabalho ou um roteiro de exploração. Vários estudos desenvolvidos em terreno escolar também provaram que os alunos que manipulam o *software* com o recurso a roteiros de exploração apresentam melhores resultados do que os seus colegas que usando o mesmo *software* o fazem de forma mais livre, sem utilizarem um roteiro (Alves da Costa e Paiva, 2005).

Acrescenta-se, que se verifica que os alunos ficam muito motivados quando o professor os informa de que vão utilizar o computador na aula. Este entusiasmo pode crescer quando lhes é apresentado um desafio.

Então, no âmbito deste trabalho, decidiu-se elaborar um roteiro de exploração (Anexo 2) que favorecesse uma boa interacção entre os alunos, a Tabela Periódica digital v2.5 (descrita no sub-capítulo anterior) e os objectivos de aprendizagem do tópico "Tabela Periódica – organização dos elementos químicos", que faz parte da unidade 1 da componente da Química do 10º ano, já referidos no capítulo 2, na secção 4.2.

O roteiro foi elaborado num processador de texto para ser distribuído em papel e estruturado de acordo com vários itens. São eles:

- identificação do *software* a utilizar;
- objectivos a desenvolver;
- informações de carácter operacional, acompanhadas de *print-screens*;
- questões gerais, questões de reflexão e questões de aplicação (para os registos da pesquisa de informação e para as respostas foi reservado um espaço próprio no roteiro);
- questões de pesquisa livre na *Internet*;
- sugestão de vários *sites* considerados oportunos no campo da TP;
- indicação de um *site* lúdico com muitos jogos sobre a TP.

Toda esta organização foi fruto de um trabalho rigoroso e contínuo sobre a importância dos roteiros de exploração e sobre as suas características.

Como é lógico, todo o roteiro deve começar por dar a conhecer aos alunos a aplicação multimédia que eles vão percorrer e expor os objectivos segundo os quais está delineado. É sempre importante alertar o aluno para as futuras aprendizagens.

A parte que diz respeito ao funcionamento do *software* é crucial, pois se os discentes não o conhecerem vão desperdiçar muito tempo com questões técnicas ao invés de se dedicarem à exploração e à aprendizagem.

Assim, começou por se aconselhar os alunos a escolherem a "versão portuguesa". De seguida, apresentou-se um *print-screen* da *interface* de interacção inicial com a respectiva legenda dos botões do menu superior e dos *links* relevantes para a pesquisa. Depois, encaminharam-se as pistas para as páginas inicias de um dado elemento. Alertou-se para a presença do quadrado com o símbolo químico e as respectivas características do elemento, do hipertexto sobre o elemento, do *menu* de escolha e da imagem alusiva. Por fim, desatacou-se a função do conjunto de setas que surge na parte inferior das várias páginas interligadas entre si.

A parte que se intitulou de "Mãos à obra ..." foi aquela com que se ocupou mais tempo e a que exigiu mais reflexão, pois sabia-se que do seu desenvolvimento dependia a aprendizagem dos alunos. Recorde-se que é preciso guiá-los minimamente, mas deixar-lhes espaço para reflectir e concluir. Sendo assim, optou por se dividir esta secção de acordo com várias questões gerais, as quais, depois de resolvidas, clarificavam alguns dos objectivos propostos.

Em cada questão, surgia, em primeiro lugar, uma tabela que levava os alunos a pesquisar e a registar a informação para a completarem (os registos foram feitos em papel). No seguimento, eram apresentadas algumas questões de reflexão que conduziam os alunos às correspondentes respostas/conclusões, após a análise e a discussão em grupo do que fora registado. Por último, surgiam as questões de aplicação. É de notar, que durante a aula de exploração da TP v2.5, os alunos foram aconselhados a saltar estas questões, pois poderiam ajudar os mesmos num estudo individual em casa.

Na figura 5.8 é possível observar o aspecto gráfico da questão número dois do roteiro, o qual se repete para todas as outras. Note-se, que para todo o tipo de perguntas existia um espaço próprio para o registo da resposta.

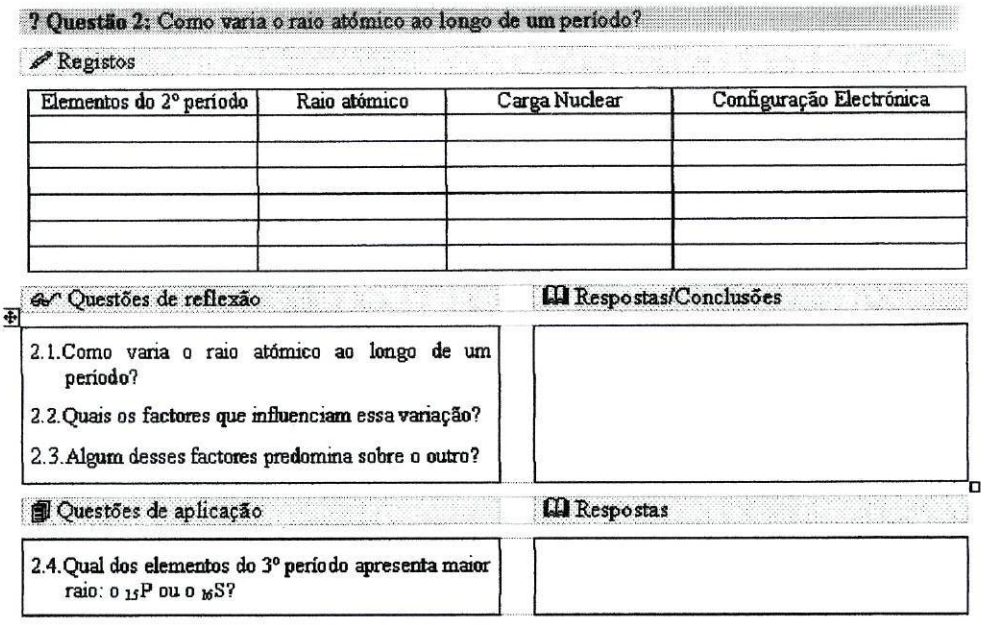


Figura 5.8 – Questão 2 do roteiro de exploração

Depois da questão 6, foram apresentadas as questões de pesquisa livre na *Internet*. Estas pretendiam dar resposta aos objectivos ainda não contemplados. Algumas delas exigiam uma pesquisa demorada, pelo que foram complementadas com trabalho de pesquisa extra-aula e com leituras na aula seguinte.

O título desta parte "Questões de pesquisa livre na *Internet*", por si só, entusiasma os alunos, pois eles mostram interesse por tudo o que se relaciona com essa "megaenciclopédia". No entanto, logo de seguida recomendaram-se alguns *sites*. Mais uma vez, limitou-se a liberdade total na exploração.

Para terminar, e, de certa forma, para animar e descontrair, fez-se referência ao *site* disponível no endereço http://nautilus.fis.uc.pt/cec/jogostp, que contém vários jogos sobre os elementos químicos, tais como o "Jogo das Adivinhas", o "Jogo dos elementos", o "Jogo das Borboletas" e o "Jogo dos Pares".

Como dita o bom senso, no final do roteiro surgia a expressão "Bom Trabalho!".

Com este conjunto de características, o roteiro está conforme os princípios gerais estabelecidos para a elaboração dos mesmos (indicados no sub-capítulo 1 do capítulo 3), permitindo desenvolver um trabalho produtivo e uma aprendizagem significativa por parte dos alunos.

4. Guião da entrevista

Os investigadores usam as entrevistas para transformar em dados a informação directamente comunicada por uma pessoa, medindo o que ela sabe, o que ela gosta ou não gosta e o que ela pensa (Tuckman, 1994).

No estudo experimental que se vem a descrever, optou-se por utilizar o inquérito por entrevista para atingir os seguintes objectivos:

- compreender se a Tabela Periódica v2.5 cativa os alunos em todas as suas vertentes (*interfaces*, informação científica e sua organização, desafios e questões lúdicas);
- recolher as ideias dos alunos acerca das alterações que efectuavam na Tabela Periódica v2.5;
- avaliar a originalidade das reformulações sugeridas pelos estudantes.

Recorrer a este método de recolha de dados revelou-se uma iminência, pois, na literatura, não se encontra a resposta para a hipótese em estudo, nem elementos relativos aos objectivos acima mencionados. Por outro lado, esta via também se mostrou a mais eficiente por:

- permitir diversas interacções, sempre presenciais, em que podem ser colocadas muitas questões, evitando-se as situações de não resposta;
- permitir a manipulação das questões em função daquilo que se obtém das respostas, ou seja, facilitar a personalização da entrevista e a adaptação a novas situações;
- possibilitar o aprofundamento de determinados assuntos que possam surgir, mesmo que não tenham sido pensados;
- favorecer a expressão oral e, consequentemente, gerar mais informação (o ser humano considera mais fácil falar do que escrever);
- conceder a flexibilidade quanto ao tempo de duração, embora seja mais demorada do que a realização de inquéritos por questionário.

Depois de definidos os objectivos, especificaram-se as variáveis que se pretendiam medir e operacionalizaram-se as mesmas em questões adequadas aos fins que se desejavam verificar. Deste trabalho resultou um guião para a entrevista (Anexo 3).

Este documento é constituído por diversas partes: objectivos da entrevista, preparação dos futuros entrevistados, síntese enquadradora e questões. Os objectivos foram citados tempos antes da entrevista propriamente dita, bem como foi feita a preparação dos alunos. No entanto, lembraram-se os aspectos mais importantes e fez-se a síntese enquadradora antes de dar início ao conjunto das 10 questões que apresentam, algumas delas, várias alíneas condutoras.

A primeira questão, "A TP é um objecto que te desafia ao seu estudo?", tinha por intuito situar os inquiridos no tema do diálogo e colocá-los à vontade perante o entrevistador, visto que não exige qualquer conhecimento. Apenas se pretendia uma opinião pessoal.

As quatro questões seguintes consistem em perguntas de aquecimento e de focagem para deixar que os alunos se exprimam pelas suas próprias palavras e ao seu ritmo pessoal (Carmo e Ferreira, 1998). Com estas procurava-se ambientar o aluno à situação de entrevista, fazendo-o esquecer a tensão sentida, com perguntas que requerem respostas simples e curtas e alguma retrospectiva a anos lectivos anteriores.

A questão 5 constitui o último degrau deste conjunto, mas é a primeira tentativa de focar a experiência a que os alunos foram submetidos; colocaram-se questões sobre a *Internet* e sobre o roteiro de exploração.

As questões 6 e 7 constituem o motor do guião. A primeira foca mais as opiniões dos alunos acerca do que gostam ou não na TP v2.5; a segunda interroga sobre o que os discentes pensam que deve ser alterado nessa ferramenta digital. De certo modo, ambas reflectem o que a investigadora tinha em mente sobre as futuras alterações a implementar no protótipo – TP v2.5.

As alíneas da questão 6 foram feitas mostrando as imagens do roteiro de exploração (presentes no anexo 4) aos alunos. Deste modo, os mesmos sentiam-se mais apoiados e seguros nas respostas. Avivar a memória para descontrair e desinibir é sempre importante. Na pergunta 6.4 foram utilizadas várias alíneas de suporte para obter a informação pretendida.

A questão 7 é aquela que contém os itens mais delicados. Teve-se algum cuidado ao enquadrá-los, tendo estes sido precedidos por perguntas preparatórias, e quanto às palavras "difíceis" foram explicitados os correspondentes significados. Nesta questão, também se reflectiu acerca dos possíveis silêncios que poderiam surgir, de maneira que se elaboraram várias questões de suporte para, uma vez mais, obter a opinião dos alunos sobre aquilo que já se tinha pensado. É de salientar, que este procedimento não implica que se tenham desrespeitado os momentos de silêncio.

A questão 8 debruça-se sobre os outros *sites* que os alunos consultaram para responder às questões abertas que apareciam no final do roteiro (já descrito no sub-capítulo anterior); foi acompanhada pelas imagens das várias *interfaces* (presentes no anexo 4) e permitia aos alunos estabelecerem comparações e, de certa forma, sugerir, mais uma vez, reformulações.

A questão 9 caiu sobre a página dos jogos que os alunos consultaram, questionando-os sobre o que eles mais gostaram e sobre as possibilidades de os verem integrados na nova versão da Tabela Periódica.

A questão 10 e, de certo modo, a pergunta 6.9, são úteis porque à medida que a entrevista decorre, os alunos ganham mais confiança e exprimem-se mais livremente, garantindo um maior fluxo de informação. Por outro lado, como todos os alunos tiveram que responder às mesmas

questões (o que poderia limitar a variedade de respostas), estas também surgem como promissoras da naturalidade, espontaneidade e diversificação das respostas.

Em toda a extensão do guião da entrevista encadearam-se as perguntas de forma adequada aos objectivos e evitaram-se as questões indutoras, ou seja, aquelas que induzem o aluno a dizer o que pensam que deve ser e não o que pensam que é.

Analogamente, foi minimizado o número de questões que influenciam os entrevistados a darem uma boa imagem de si próprios e tentou-se que eles não se antecipassem na resposta que eles sabiam que se queria ouvir.

Outra constante foram as questões que exigem uma resposta não estruturada, isto é, que não apresentam várias hipóteses de escolha, entre as quais a opção correcta. Assim, os alunos viram-se obrigados a dar a sua própria opinião e não a concordar ou discordar com o que lhes era apresentado.

Após as diversas entrevistas fez-se o registo das observações efectuadas sobre a atitude dos alunos e o ambiente em que as mesmas decorreram.

5. Guiões de Observação

De acordo com Carmo e Ferreira (1998), sempre que se planeia uma observação no terreno deve construir-se um guião de observação para retratar o objecto de estudo; o guião não deve ser excessivamente abrangente para não criar uma situação de sobre-informação.

Ambos os guiões de entrevista construídos, que vão passar a descrever-se nas próximas secções, tiveram por intuito amparar a investigadora no campo de trabalho, ou seja, facilitar-se a recolha de informações úteis para o estudo, sem dispersar a sua atenção com aspectos menos relevantes.

Nos dois momentos de observação, não foram efectuados registos na presença dos alunos para não os intimidar. Logo que possível, fizeram-se breves anotações nos próprios guiões para não se perderem dados importantes da memória. Posteriormente, em casa e, ainda, no mesmo dia, pormenorizaram-se e completaram-se os registos das observações, reflectindo sobre algumas interpretações e relações a estabelecer. Os registos foram feitos por ordem cronológica.

5.1. Guião de observação para retratar o ambiente de sala de aula

O guião de observação, que consta no anexo 6, teve por objectivo recolher dados sobre o ambiente vivido na aula de exploração da Tabela Periódica v 2.5 pelos alunos.

Durante as observações na aula, deu-se especial atenção aos seguintes aspectos:

- entusiasmo demonstrado pelos alunos no decorrer da aula a na resposta aos desafios do roteiro de exploração;
- reacção dos alunos face à exploração da aplicação multimédia "TP v2.5" e à facilidade com que o fizeram;
- empenho demonstrado na realização das tarefas apresentadas;
- aspectos que agradaram e não, de imediato, os alunos;
- dificuldades sentidas por parte dos alunos;
- evolução do comportamento dos alunos face à contínua e progressiva exploração da TP v2.5;
- relações entre os vários elementos dos diferentes grupos e a organização do trabalho de grupo.

5.2. Guião de observação para retratar o ambiente das entrevistas

O guião de observação, que consta no anexo 7, teve por objectivo recolher dados sobre o ambiente geral vivido durante as várias entrevistas.

Observaram-se os seguintes aspectos:

- reacção dos alunos face a situação de entrevista;
- atitude dos alunos face aos diferentes tipos de perguntas presentes no guião da entrevista (Anexo 3);
- evolução no comportamento dos alunos à medida que a entrevista decorreu.

CAPÍTULO 6 – ESTUDO DE CAMPO

1. Caracterização geral dos sujeitos de investigação

Para tomar conhecimento das características particulares dos alunos que exploraram o protótipo da ferramenta multimédia "TP v2.5", os mesmos responderam a um inquérito na aula de apresentação. Perante as informações obtidas, elaborou-se a tabela 6.1 com os dados mais significativos para a caracterização.

Tabela 6.1 – Sujeitos que exploraram a aplicação "TP v2.5"

N.º total de sujeitos	26	Média de idades	15 anos
N.º de raparigas	8 (31%)	N.º alunos que transitou sempre	23 (88%)
N.º de rapazes	18 (69%)	N.º de alunos que repetem o 10º ano	2 (8%)

RESIDÊNCIA ...		IRMÃOS ...				
Castelo de Paiva	31%	0 irmãos	19%		2 irmãos	15%
Arredores	69%	1 irmãos	62%		3 irmãos	4%

PROFISSÃO DA MÃE ...		PROFISSÃO DO PAI ...	
Funcionária pública	19%	Construtor civil e áreas relacionadas	23%
Professora	19%	Empregado fabril	12%
Doméstica	15%	Profissão ligada à medicina	12%
Empregada de escritório	12%	Comerciante/Empresário	16%
Outras (bancária, contabilista e empresária)	12%	Outras (por exemplo, funcionário público, engenheiro, taxista, mediador de seguros, cabeleireiro, tecelão, manobrador, entre outros)	33%
Desempregada	23%	Desempregado	4%

EM CASA ...		NO FUTURO PRETENDEM ...	
Têm computador	73%	Cursos superiores	62%
Têm *Internet*	68%	Cursos profissionais	23%
		Não sabem	15%

Analisando a tabela, verifica-se que quase todos os alunos têm obtido sucesso ao longo do percurso escolar. Efectivamente, eles revelaram-se participativos, trabalhadores e muito empenhados no decorrer das aulas de Física e Química A. Estas atitudes podem ser impulsionadas pelo facto de muitos deles ambicionarem cursos superiores. Os cursos profissionais são mais apreciados pelos rapazes.

A maioria dos pais tem profissões ligadas ao sector secundário ou terceário. Pode mesmo afirmar-se que grande parte das famílias, dos elementos da turma em causa, pertencem a um padrão sócio-económico-cultural médio. Mas, é preciso não esquecer que vivem numa região que apresenta um índice de desenvolvimento social baixo. Desta forma, embora existam agregados

familiares que representam a realidade da zona, como o caso dos desempregados, a maioria encara-se como excepção.

De facto, no contexto de Castelo de Paiva, estes alunos podem ser considerados distintos dos restantes da escola porque:

- recebem incentivos e orientações dos pais para prosseguirem os estudos; nesta escola, é frequente os estudantes desejarem profissões que exigem apenas o 9º ano de escolaridade e que envolvem capacidades, principalmente, a nível físico;
- a maioria possui equipamentos informáticos e *Internet* em casa; por experiência própria, verificou-se que noutras turmas e, especialmente, no ensino básico esse número diminui de forma drástica.

Do conjunto de alunos aqui apresentados, apenas 8 foram sujeitos a entrevista (dois dos discentes que se tinham voluntariado não comparecerem aos sucessivos encontros marcados). Na tabela 6.2 estão compiladas as suas principais características.

Tabela 6.2 – Sujeitos que foram submetidos a entrevista

N.º total de sujeitos	8	Média de idades				15 anos
N.º de raparigas	2 (25%)	N.º alunos que transitou sempre				7 (88%)
N.º de rapazes	6 (75%)	N.º de alunos que repetem o 10º ano				0 (0%)
RESIDÊNCIA ...		IRMÃOS ...				
Castelo de Paiva	38%	0 irmãos	12,5%		2 irmãos	12,5%
Arredores	62%	1 irmãos	62,5%		3 irmãos	12,5%
HABILITAÇÕES DA MÃE ...		HABILITAÇÕES DO PAI ...				
4º ano	0%	4º ano				12,5%
6º ano	12,5%	6º ano				25%
9ºano	25%	9º ano				12,5%
12ºano	37,5%	12º ano				12,5%
Curso de formação profissional	0%	Curso de formação profissional				25%
Licenciatura	25%	Licenciatura				12,5%
PROFISSÃO DA MÃE ...		PROFISSÃO DO PAI ...				
Professora	25%	Dentista				12,5%
Doméstica	25%	Comerciante/Empresário				25%
Empregada de escritório	12,5%	Mediador de seguros				12,5%
Outras	0%	Outras (tecelão, manobrador e afinador de máquinas)				37,5%
Desempregada	37,5%	Desempregado				12,5%

continuação da tabela 6.2

EM CASA...		NO FUTURO PRETENDEM ...	
Têm computador	63%	Cursos superiores	75%
Têm *Internet* (dos que têm computador)	80%	Cursos profissionais	25%

ACTIVIDADES REALIZADAS COM MAIOR FREQUÊNCIA NO COMPUTADOR ...		
Navegar na *Internet*	75%	
Trabalhos escolares (texto e apresentações em *Power Point*)	88%	
Conversão no *Messenger* (tipo *chat*)	50%	
Jogos (apenas fizeram referência a jogos lúdicos)	25%	Rapazes – 83%
		Raparigas – 0%
Outras coisas (*download* e *e-mail*)	10%	

Como era de esperar, esta amostra não é representativa da população em que se insere, nem da realidade portuguesa. Para estabelecer uma comparação entre os jovens da segunda amostragem e os jovens portugueses, recorreu-se ao estudo "As Tecnologias de Informação e Comunicação: utilização pelos alunos", realizado por Paiva (2003), que se julga reflectir bem a faceta nacional. (ver tabela 6.3)

Tabela 6.3 – Comparação entre os jovens portugueses e os alunos sujeitos a entrevista

			Jovens portugueses		**Jovens da amostra**
			Em geral	**11º ano***	
Irmãos ...	0		17%	-	12,5%
	1		53%	-	62,5%
	2		19%	-	12,5%
	3		6%	-	12,5%
Habilitações ...	Mãe ...	4º ano	32%	-	0%
		6º ano	15%	-	12%
		9º ano	8%	-	25%
		12º ano	7%	-	38%
		Superior	11%	-	25%
	Pai ...	4º ano	35%	-	12,5%
		6º ano	12%	-	25%
		9º ano	8%	-	12,5%
		12º ano	6%	-	12,5%
		Superior	10%	-	12,5%
Em casa ...	Têm computador		64%	85%	63%
	Têm *Internet*		36%	54%	80%

continuação da tabela 6.3

Actividades realizadas com maior frequência no computador ...	Navegar na *Internet*	30%		50%		75%	
	Escrever texto	46%		71%		88%	
	Power Point	29%		35%			
	Chats	23%		33%		50%	
	Jogos lúdicos	43%	Rapazes - 54%	55%	Rapazes -77%	25%	Rapazes - 83%
			Raparigas - 32%		Raparigas -38%		Raparigas - 0%
	Outras coisas	15%		-		10%	

*O estudo a que se recorreu não inquiriu alunos do 10º ano. Assim, a comparação foi estabelecida com alunos que frequentavam o 11º ano (por também pertencerem ao ensino secundário e terem uma idade próxima da dos sujeitos da investigação).

Apesar de se notarem várias discrepâncias entre os jovens portugueses e os jovens da amostra sujeita a entrevista, é possível, após contacto próximo e diálogo com os últimos, apontar algumas semelhanças entre eles:

- quase todos gostam de usar o computador;
- a maioria possui meios informáticos em casa;
- em casa, utilizam o computador, essencialmente, para actividades lúdicas e conversação;
- na escola, utilizam o computador, principalmente, para pesquisar na *Internet* (fica mais económico) e para realizar os trabalhos escolares em grupo;
- os rapazes gostam mais de jogar, de navegar na *Internet* e de fazer *download's* do que as raparigas;
- as raparigas preferem usar o computador para o processamento de texto;
- recorrem pouco ao *e-mail*;
- os jogos educativos apenas são conhecidos por aqueles que têm irmãos a frequentar o 1º ciclo;
- os que têm objectivos mais ambiciosos para o futuro e que são aplicados/interessados despendem um tempo razoável para a realização de tarefas escolares no computador, por dedicarem muito esforço aos estudos;
- quanto maior o índice de desenvolvimento social da família, mais meios informáticos os jovens têm em casa, mais tempo gastam a realizar trabalhos escolares, mais navegam na *Internet*, mais utilizam os *chats* e menos recorrem aos computadores na escola.

2. Exploração do protótipo

2.1. Preparação

Em meados de Novembro, iniciou-se o estudo da unidade temática "Das estrelas ao átomo". O último tópico "Tabela Periódica – organização dos elementos químicos" só foi abordado na primeira semana do segundo período (Janeiro de 2005). Os alunos já tinham adquirido vários conhecimentos sobre este assunto no 9º ano e em alguns momentos do 10º ano. Destacam-se os seguintes:

- Conhecer que os elementos químicos estão dispostos na Tabela Periódica por ordem crescente de número atómico.
- Caracterizar um elemento químico pelo seu número atómico.
- Reconhecer que a Tabela Periódica está organizada em grupos e períodos.
- Reconhecer as várias famílias da Tabela Periódica.
- Reconhecer a divisão da Tabela Periódica em metais, não-metais e semimetais.
- Reconhecer a divisão da Tabela Periódica em elementos representativos e de transição.
- Compreender o conceito de número de massa.
- Identificar a existência de isótopos.
- Compreender a formação de iões.
- Estabelecer a configuração electrónica com base no modelo actual do átomo.

Após ter sido autorizada a mudança de sala de aula (de uma normal para uma de informática), se ter efectuado alguns ajustes em termos de programas nos computadores, se ter explorado em todas as vertentes o protótipo e se ter elaborado o roteiro de exploração (descrito no sub-capítulo 3 do capítulo 5, ver anexo 2) tudo estava preparado para o "grande" dia.

Note-se que, os alunos já sabiam que iriam participar neste projecto desde a aula de apresentação. Porém, em muitas ocasiões voltou-se a referir a investigação, de forma a entusiasmá-los cada vez mais. Na aula que antecedeu a da exploração da aplicação multimédia "TP v2.5"os avisos que se fizeram foram:

- a aula não será meramente lúdica e terá sempre como objectivo principal a evolução do conhecimento;
- o comportamento e o empenho observado nas aulas até aqui devem manter-se;
- não haverá oportunidade de repetir a actividade que se vai realizar, pelo que devem aproveitar ao máximo essa aula diferente;
- da próxima aula depende todo o vosso desempenho nas aulas seguintes e o estudo da TP, pois o que registarem e discutirem, será explorado por todos, em conjunto, à posteriori;

- sejam responsáveis e mostrem-se interessados, pois nesse caso as aulas deste tipo irão repetir-se para outros conteúdos;
- quando tiverem alguma dúvida devem solicitar ajuda;
- a actividade a desenvolver será tida em conta na avaliação;
- um dos pilares desta investigação é a vossa contribuição, por isso preocupem-se em dar uma prestação positiva;
- na próxima aula dirijam-se à sala de informática, onde habitualmente têm aulas de TIC.

2.2. Descrição da aula

Chegada a aula de exploração da Tabela Periódica v2.5 todos se dirigiram ao local acordado, tendo sido os alunos organizados em grupos de dois ou três elementos. Depois da agitação inicial, procedeu-se à distribuição do roteiro e, ao mesmo tempo, recomendou-se-lhes que utilizassem um lápis ou uma caneta para efectuar os registos necessários no mesmo.

De seguida, deu-se a conhecer a aplicação multimédia a usar e referiram-se os objectivos a alcançar. Antes de orientar os alunos na exploração da Tabela Periódica digital, pediu-se-lhes que clicassem sobre o ícone "TP v2.5" (previamente criado) presente no ambiente de trabalho dos vários computadores. Continuando, leram-se as informações constantes na secção do roteiro "Como explorar o *site* da Tabela Periódica Multimédia?" e respondeu-se a algumas questões colocadas.

Durante a aula, os alunos foram alertados de que poderiam avançar as questões de reflexão e de aplicação; ficariam para trabalho de casa.

À medida que os alunos correram a aplicação solicitaram a ajuda da professora (neste caso, a autora da dissertação). Esta, sem deixar de esclarecer as dúvidas, foi o menos interventiva possível. No entanto, procurou estimular o trabalho de alguns grupos menos activos e vigiar a velocidade com que alguns elementos (que se sabiam ser mais entendidos em informática) exploravam o programa educativo.

Perto do final da aula, a maioria dos alunos começou a usufruir dos jogos do *site* http://nautilus.fis.uc.pt/cec/jogostp.

Na medida do possível, as actividades propostas foram-se realizando até se esgotar o tempo disponível (90 minutos).

2.3. Observação

Quando os alunos entraram na sala de aula mostraram-se muito entusiasmados e curiosos sobre o que se iria passar. Com alguma agitação (presente em quase todas as aulas), eles organizaram-se facilmente em grupos e distribuíram-se pelos computadores. Esta tarefa foi simples, pois os elementos constituintes da turma em causa tomaram exactamente a disposição adoptada na disciplina de TIC, que, por sinal, resultou de forma positiva.

Enquanto se procedeu a várias explicações operacionais, os discentes mantiveram-se muito atentos, mas notou-se que a vontade deles era, de imediato, começar a clicar e a descobrir tudo sozinhos. Estas atitudes são comuns no seio dos jovens, tal como se referiu no sub-capítulo 1 do capítulo 3. Por outro lado, também se verificou alguma surpresa e admiração por parte dos alunos, pois estes nunca se tinham deparado na escola com uma ficha do tipo roteiro de exploração. Alguns chegaram a perguntar se tinha sido a professora a elaborar o documento que se estava a ler. Obtendo uma resposta afirmativa, eles depositaram um voto de confiança na mesma e acreditaram nas suas capacidades de âmbito técnico.

Quanto aos termos mais específicos, os estudantes que utilizam mais frequentemente o computador, apresentaram maior facilidade na compreensão dos respectivos significados.

A partir do momento que os exploradores ficaram entregues a si mesmos, notou-se, por alguns instantes, que a maioria estava um pouco desorientada. Os alunos deparavam-se com uma tarefa diferente do habitual: procurar informações no computador, através de um programa desconhecido, para completar uma ficha de trabalho. Aos poucos, foram ganhando garra e o entusiasmo cresceu. É curioso que os discentes que obtiveram melhores resultados escolares no primeiro período, revelaram muito interesse pelas questões de reflexão e de aplicação. No entanto, foram aconselhados a prosseguir nas pesquisas, pois com o avançar do tempo e tendo em conta o ritmo de trabalho dos mesmos, concluía-se que não haveria oportunidade para terminar todas as tarefas na escola. Assim, recomendou-se que reflectissem sobre as questões em casa e garantiu-se que seriam discutidas na aula seguinte.

Os diferentes grupos seguiram diferentes metodologias de trabalho. Uns optaram por pesquisar a informação sobre os elementos a partir da janela da Tabela Periódica (ver figura 5.3), outros preferiram recorrer ao *link* "Seleccione um elemento" da *interface* de interacção inicial (ver figura 5.2); em alguns casos todos os elementos apontavam as informações pretendidas, noutros um elemento ia clicando, outro ia anotando e outro já se ia adiantando na leitura do roteiro. No caso do último procedimento descrito, foi difícil travar o clique. Este foi mais comum em alunos familiarizados com as novas tecnologias. Salienta-se que se notou alguma disputa entre os grupos; quanto mais uns conseguiam pesquisar, mais incentivavam o grupo vizinho a fazer melhor, mas também se detectaram algumas tentativas de burla de informação.

No decorrer da exploração, os estudantes teceram alguns comentários críticos acerca da aplicação em questão, os quais se tornaram mais convincentes quando os alunos tiveram acesso a outros *sites*. A comparação foi utilizada para destacar aspectos positivos e negativos. Mais tarde, aquando da realização das entrevistas, as mesmas opiniões voltaram a ser manifestadas.

Quase todas as solicitações dos alunos estiveram relacionadas com dúvidas sobre conceitos teóricos. Por exemplo, na pesquisa do raio atómico (expressão utilizada no roteiro) ficaram confusos com as outras designações que surgiam: raio covalente e raio de *Van der Waals*; ficaram indecisos no valor a registar, pois não conheciam as outras grandezas. Quanto à configuração electrónica ofereceram alguma resistência à sua representação em função do gás nobre anterior, mas depois de várias insistências conseguiram adaptar-se.

Chegada a hora de pesquisar noutros *sites*, os alunos não se intimidaram; prosseguiram com relativa facilidade, apesar da lentidão no acesso à *Internet*. Neste contexto, salienta-se o papel fulcral que a disciplina de TIC tem vindo a desempenhar no ensino, nivelando as desigualdades sociais. Não foi possível observar se os sujeitos da investigação seleccionam e organizam convenientemente a informação recolhida tendo apenas o objectivo geral, pois por falta de tempo muitas das questões apresentadas foram discutidas nas aulas seguintes, analisando textos do manual.

Os jogos foram o auge da aula. Os alunos depararam-se com aquilo que mais gostam de fazer e divertiram-se muito; continuavam animados e escolhiam, preferencialmente, os jogos mais simples. Isto pode-se ter sucedido pelo facto deles já revelarem algum cansaço, ou talvez, porque assim conseguiam experimentar mais em menos tempo.

No final da aula, todos a queriam prolongar, mas diziam que a ficha estava muito extensa. Saíram com um ar satisfeito e a pedir à professora para lhes dar a oportunidade de desfrutar dos restantes jogos.

Enfim, a interacção professor-alunos-computador-roteiro de exploração revelou-se muito eficaz, pois não se observou apatia por parte dos alunos, o que por vezes acontece nas aulas tradicionais. Pode-se concluir, por comparação com estudos como, por exemplo, o desenvolvido por Trassi *et al.* (2001), que a utilização do computador e *sites* da *Internet* como materiais de apoio didáctico, dinamizam a aula, levando os alunos a prestar maior atenção no tema que se aborda.

3. Entrevistas

3.1. Preparação

Na aula que precedeu a interacção dos alunos com a Tabela Periódica v2.5, eles foram inteirados de que teriam de ser sujeitos a uma entrevista. Neste sentido, começou-se por:

- apresentar o problema da investigação;
- explicitar os objectivos inerentes à mesma;
- anunciar as expectativas que se tinham em relação ao estudo;
- destacar a importância da participação em projectos inovadores;
- reforçar a utilidade e o valor das informações a recolher.

Os sujeitos da investigação foram, igualmente, informados de que a colaboração na entrevista não teria influência na avaliação da disciplina de Física e Química A e de qual o tempo de duração previsto para a mesma.

Após um número razoável de alunos se ter voluntariado, combinou-se uma data, uma hora e um local com cada um deles. Nem todas as entrevistas decorreram no mesmo dia, devido às dificuldades que surgiram em compatibilizar o horário dos inquiridos com o da entrevistadora (e autora desta dissertação).

3.2. Descrição

Na realização das várias entrevistas manteve-se a mesma metodologia.

Quando o aluno chegava ao local marcado, dava-se início a todo o processo implícito no guião da entrevista (descrito no sub-capítulo 4 do capítulo 5, ver anexo 3). Então, lembraram-se os objectivos, recapitulou-se o que se pretendia (preparação dos entrevistados), fez-se o respectivo enquadramento e, por fim, avançou-se com as questões propriamente ditas. Ainda se salientou que os sujeitos poderiam fazer qualquer questão e que não deveriam ficar preocupados quando não soubessem responder.

Inicialmente, tentou-se obter a confiança dos alunos, "aquecer" o ambiente e atenuar as diferenças culturais entre os intervenientes, através da colocação de perguntas simples.

No decorrer da entrevista:

- soube-se escutar e dar tempo aos sujeitos para responderem;
- teve-se cuidado com a entoação dada na colocação das questões;
- utilizaram-se perguntas de aquecimento e focagem;
- enquadraram-se as perguntas melindrosas;
- evitaram-se as perguntas indutoras;
- contornou-se a complexidade das questões sempre que se verificavam dificuldades por parte dos alunos em responder.

No final de cada entrevista, fizeram-se registos sobre o comportamento dos entrevistados e sobre o ambiente em que a mesma decorreu. Estas anotações foram feitas na ausência dos alunos.

3.3. Observação

Quando se comunicou aos sujeitos da investigação que para recolher as diversas opiniões eles tinham que responder a algumas questões numa entrevista, alguns ficaram receosos; outros voluntariaram-se e mostraram-se muito interessados.

De uma forma geral, os alunos reagiram naturalmente perante a nova experiência. Este facto não surpreendeu a autora da dissertação, pois, os inquiridos, como integravam uma turma que se destacava na escola que frequentavam (ver primeiro sub-capítulo deste capítulo), estavam habituados a participar em muitas actividades, incluindo debates de línguas. No entanto, uma minoria ficou, inicialmente, intimidada com a presença do gravador.

Nas primeiras cinco questões, notou-se algum nervosismo, principalmente, por parte dos discentes mais recatados; quando não se lembravam ou não conseguiam responder, ficavam embaraçados. Nestas situações a entrevistadora afirmava que não tinha importância e continuava. Deste modo, eles foram progressivamente ganhando confiança e descontraindo.

Nas questões de resposta mais aberta, obteve-se várias vezes o silêncio. Nestes momentos, os alunos consultaram os seus registos. Assim, obtiveram-se informações preciosas, que por estarem registadas no papel não foram esquecidas.

Quando se utilizaram questões de focagem os sujeitos da segunda amostragem reagiram de forma positiva, pois as respostas exigidas tornavam-se mais simples e curtas.

Sempre que se recorreu a imagens de apoio (Anexo 4), os entrevistados também se manifestaram receptivos e, de certo modo, serenos, visto que recordavam o que tinham feito e mais facilmente conseguiam responder.

Os comentários críticos pronunciados pelos inquiridos acerca da "TP v2.5" foram, muitas vezes, obtidos por comparação com outros *sites* consultados; as ideias surgiam quando eles viam algo que os agradava ou algo que consideravam menos bom.

Ao longo da entrevista, observou-se que os alunos se libertaram de modo progressivo, mas no final revelaram algum cansaço, pelo que a pergunta 10, colheu, frequentemente, respostas incompletas.

4. Resultados

4.1. Análise e discussão

Tal como já se descreveu no sub-capítulo 4 do capítulo 5, as questões constituintes do guião de entrevista podem agrupar-se em dois conjuntos: questões para ambientar os alunos (questões 1, 2, 3, 4 e 5) e questões para avaliar as alterações sugeridas pelos mesmos (questões 6, 7, 8, 9 e 10).

Da análise das primeiras cinco questões destacam-se os seguintes resultados:

- os alunos gostam de estudar o conteúdo Tabela Periódica, pois através dele conhecem as propriedades dos elementos químicos e das respectivas substâncias elementares, bem como podem prever o tipo de reacções que ocorrem entre elas;
- os discentes salientam a organização da Tabela Periódica e os conceitos de grupo, período, número atómico e configuração electrónica como os mais importantes, mas admitem que ainda aprenderam muito pouco sobre os metais de transição;
- os entrevistados consideram a Tabela Periódica um instrumento útil para os químicos, por esta compilar as informações que se conhecem sobre os elementos e ser fácil de consultar;
- os estudantes sentem-se motivados para estudar um determinado tema, independentemente dos materiais didácticos que o professor utilize; o importante é que o mesmo explique bem e desenvolva a aula de forma inovadora;
- os sujeitos da amostra nunca tinham pensado estudar a Tabela Periódica através da *Internet*, tal como se pode verificar na resposta, por exemplo, do aluno 2 que disse "... nunca pensei que pudesse existir assim um *site* ..." e do aluno 4 que proferiu "Nunca me tinha ocorrido essa possibilidade. Só quando a professora falou no início do ano que estaríamos envolvidos num projecto multimédia é que me apercebi disso.";
- os jovens sujeitos a entrevista apreciam estudar através da *Internet* pelas seguintes razões:
  - é mais divertido e mais motivante;
  - permite a interactividade;
  - a aprendizagem torna-se mais fácil, pois, tal como refere o aluno 4 "... só o facto de estar na *Internet* parece que não estamos a estudar e logo torna-se mais fácil aprender.";
  - o acesso à informação é rápido;
  - existe a possibilidade de pesquisar sobre muitos assuntos e obter dados relevantes para progredir no conhecimento;
  - é uma ajuda na realização dos trabalhos de casa;
  - possibilita o esclarecimento de dúvidas.
- porém, os estudantes identificam alguns factores que os levam a não gostar de estudar através da *Internet*, pois:
  - a informação encontrada pode estar incompleta ou incorrecta;
  - a *Internet* é associada à brincadeira e não à aprendizagem;
  - navegar no seu oceano de *sites* facilita a dispersão dos principais propósitos;
  - a sua exploração pode provocar cansaço;
  - a sua utilização na área dos jogos pode viciar;
  - a sua consulta exige custos elevados.

- os alunos reconhecem vantagem em explorar uma aplicação multimédia com o auxílio de um roteiro de exploração, porque:
  - sabem qual o objectivo que rege o trabalho a desenvolver;
  - explica as principais funcionalidades do programa educativo a explorar;
  - favorece o empenho na procura das respostas pretendidas;
  - evita a dispersão para aspectos menos relevantes para a actividade;
  - impede os cliques indiscriminados e compulsivos;
  - permite tirar conclusões e aprender de forma significativa;
  - rentabiliza o tempo.

A título de exemplo vão transcrever-se duas respostas que evidenciam as conclusões tiradas acerca do recurso ao roteiro de exploração:

- "Ajudou, porque assim não andávamos só a clicar aqui e ali. Tínhamos um objectivo que era responder às questões da ficha. Ajudou bastante." (E1);
- "Era muito boa, porque explicava como trabalhar com o *site* e depois tinha muitas perguntas e dicas para tirar conclusões e aprender." (E4).

Os dados recolhidos através das questões 6, 7, 8, 9 e 10 foram submetidos a uma análise de conteúdo, da qual resultou a tabela 6.4, que reproduz também, em certo sentido, alguma quantificação dos resultados qualitativos.

Tabela 6.4 – Análise dos resultados

Categoria	**Sub-categoria**	**Opinião geral dos alunos**	**Exemplo(s) de resposta**	**Frequência da resposta**
PÁGINA INICIAL	Curiosidade despertada	A página desperta a curiosidade.	"... porque aparece logo a história da TP e as pessoas que a desenvolveram ao longo do tempo." (E2)	3
		A página não desperta a curiosidade.	"Não gostei muito da apresentação. Não me surpreendeu, nem me cativou para continuar." (E3) "A primeira página não me cativa." (E5)	4
		Resposta indefinida	"Mais ou menos." (resposta do aluno 6 à pergunta 6.1)	1
	Opção de escolha entre a versão portuguesa e a inglesa	É muito útil.	"A versão portuguesa tinha de aparecer porque foi o país onde foi desenvolvido o *site* e a versão inglesa porque é a língua mais falada. Está bem feito." (E2) "... português, porque foi concebido por um português, logo tinha que ter a língua materna. O inglês, porque é universal." (E4)	8

continuação da tabela 6.4

	Fotografia de Mendeleev	A fotografia é pouco motivante.	"Acho que era mesmo a página inicial. Uma fotografia mais motivante. Nos outros *sites* que consultei o contraste de cores e as imagens cativam mais." (resposta do aluno 4 à questão 7)	1
	Frase de Huxley	Devia estar em português.	"... talvez colocasse este texto em português ..." (E7)	1
INTERFACE DE INTERACÇÃO INICIAL	Ícones	São todos importantes.	"É uma forma de andar mais depressa." (resposta do aluno 3 à pergunta 6.3) "os botões são mais fáceis, porque têm imagens e quem está habituado à *Internet* percebe bem ..." (E4)	8
		Têm imagens pouco intuitivas.	"À primeira vista não sabemos bem para que servem. (...) As imagens não estão muito alusivas ou de acordo com o sítio para onde nos leva o ícone. Eles poderiam ter animações." (E1) "O botão que nos leva à TP devia estar mais visível, chamar mais atenção do que aquele que se encontra no *menu* superior." (E5) "As imagens, às vezes não são muito esclarecedoras..." (resposta do aluno 6 à pergunta 6.3) "Os ícones aqui, que nos permitem fazer muita coisa, não gostei muito. Eles estão aqui (...), mas as imagens são um pouco duvidosas." (E6)	4
		Não têm legenda.	"... quando se passava com o *mouse*, o rato, achei que deveria aparecer uma legendinha para nós sabermos melhor para onde nos leva o botão." (E6)	1
	Links	São todos importantes.	"Os links para a história da TP, para o nome dos elementos e para o nome dos cientistas podem ajudar a fazer trabalhos e são importantes." (E4)	8

continuação da tabela 6.4

		No *link* "Seleccione um elemento" os nomes dos mesmos deveriam estar ordenados por ordem alfabética.	"... mas, por exemplo, quando se selecciona um elemento devia estar por ordem alfabética. Está pela ordem que aparece na TP, não é?" (E5) "... eu, pessoalmente, preferia que eles estivessem ordenados por ordem alfabética. (...) por ordem alfabética seria mais rápido. (E6)	3
	Acesso à Tabela Periódica propriamente dita	O acesso à janela da TP devia ser imediato.	"O *site* devia ter um acesso imediato à TP para ser mais fácil a pesquisa. Devia estar logo na primeira página." (E5) "Talvez pegasse na TP e, além de estar aqui disponível no botão, talvez a pusesse mesmo em fundo, (...) para poder aceder a ela de imediato." (E6) "Só deveria surgir uma introdução e a partir daí ser aquela Tabela Periódica interactiva." (E7)	7
INFORMAÇÃO	Organização (em hipertexto)	É de boa qualidade.	"Sim. Em alguns *sites* está pior." (resposta do aluno 2 à alínea 6.4.1) "Prefiro os hipertextos e pesquisar aos bocadinhos, pois posso voltar onde estava sem me perder." (E2) "Esses hipertextos podiam levar-nos aos significados das palavras. (...) Muitas vezes, os termos científicos são difíceis e isso ajuda." (E2) "Acho que está bem organizada." (E4) "Estava bem organizada, porque para cada elemento temos várias opções conforme aquilo que se pretende pesquisar." (E6)	8
	Pesquisa	É fácil pesquisar no *site*.	"Foi fácil pesquisar." (E5) "Depois de aprender a trabalhar no *site* foi muito fácil." (resposta do aluno 8 à alínea 6.4.2)	7
		A pesquisa é difícil.	"Um bocadinho complicado, porque não tenho muita prática na *Internet*." (E3)	1
	Correcção científica	Sem incorrecções científicas.	"Está correcta." (E6)	2

continuação da tabela 6.4

		Tem algumas incorrecções.	"Nas distribuições electrónicas aparecia $3s^1$ em vez de $3s^2$." (E3) "Havia e eu encontrei alguns erros. (...) Eram erros mínimos." (E4)	6
	Acessibilidade	A informação é acessível ao explorador.	"Sim, muitas coisas eu percebia." (E3) "Estava de acordo com o que nós aprendemos." (E6) "Às vezes, tinha algumas coisas novas, mas também tem de ser para aprendermos mais." (E7)	8
		A representação da configuração electrónica é difícil de compreender.	"Para além de ter a configuração electrónica em função do hélio e do néon, devia, também ter a outra em que aparece tudo completo. Para quem já tem muitos conhecimentos de Química compreende facilmente, mas quem não tiver não consegue." (E6) "... só a configuração electrónica é que estava escrita de uma forma esquisita." (E8)	3
	Extensão	A informação está completa.	"Às vezes não encontrava as informações, mas afinal estavam lá." (E6)	8
		A informação podia ser enriquecida.	"Na parte dos espectros, para além dos valores das radiações devia ter a imagem dos vários espectros." (E5)	1
ASPECTO DAS *INTERFACES* EM GERAL (INCLUINDO A PÁGINA INICIAL)	Cor	Naõ existe grande contraste entre as cores e elas são um pouco mortas.	"Eu alterava as cores possíveis. (...) Na TP, em vez de fundo verde outra cor para realçar mais. Devia estar azul escuro." (E3) "As cores eram um pouco frias, não eram quentes e não motiva."(E4) "Nos outros *sites* que consultei o contraste de cores e as imagens cativavam mais." (E5) "... gosto do fundo preto ..." (E5) "Dava ao *site* cores mais vivas. Por exemplo, estas cores aqui eu mudava, porque estão um bocado mortas." (E7)	7
		O fundo de cor branca é o melhor.	"O fundo é branco. Eu acho que é o melhor, é o mais adequado. Fica mais formal." (E6)	1
	Animações	A TP tem poucas animações.	"Talvez se pudesse dar um pouco mais de movimento às imagens, eu por acaso não têm muito..." (E6) "Dava um pouco mais de vida ao *site*. (...) mais animações." (E1)	3
	Tipo de letra	A letra é pequena.	"Não gostei do tipo de letra, é muito pequena." (E3)	1

continuação da tabela 6.4

	Incorrecção gráfica	O texto está em cima da imagem na página do elemento selénio.	"Havia um elemento, que já não me lembro qual era, que eu sei que estava o texto em cima da imagem." (E7)	1
ELEMENTOS MULTIMÉDIA EM FALTA NA TABELA PERIÓDICA DIGITAL	*Links* para *sites* exteriores que aludam às aplicações actuais dos elementos	Devem ser inseridos *links* para *sites* que refiram as aplicações actuais dos elementos.	"Era bom, pois temos alguns elementos ligados ao dia-a-dia e não damos conta disso." (E2) "Algumas hiperligações com algumas aplicações que nós nem sabemos era muito porreiro." (E2) "É sempre útil para fazer trabalhos" (E5) "Acho que era bom, (...), pois surgiam as aplicações dos elementos." (E6) "Sim, porque estão sempre a ser feitas novas coisas muito interessantes." (E8)	8
	Vídeos com experiências de laboratório	Devem ser incluídos vídeos no *site*.	"Isso era interessante. Algumas experiências vamos fazer, mas era interessante ver como pessoas mais avançadas as fazem." (E2) "Seria interessante, pois quando não temos acesso ao laboratório podíamos ver o que acontece na realidade. (E5) "Vídeos de experiências? Era o que eu ia dizer. Motivava." (E4) "Seria muito giro" (E6)	8
	Questões desafiadoras	As questões desafiadoras enriqueciam o *site*.	"Acho que motivava mais." (E1) "Era dar tipo algumas pistas e nós depois teríamos que encontrar a resposta e conhecer mais o *site*, os elementos e a química? Era bom." (E2) "Enriquecia, pois podia obrigar-nos a vir trás para rever algumas informações." (E3) "... um estilo tipo teste que nos dissesse certo ou errado. Víamos o que estava errado e estudávamos outra vez." (E4) "Era mais desafiante e interactivo. Ficava lá mais tempo." (E6) "Dava para pensar mais. Era bom para nos estarmos atentos." (E8)	8

continuação da tabela 6.4

	Técnicas e instrumentos de investigação	O *site* devia fazer referência às técnicas e aos métodos de investigação que permitem avançar no estudo dos elementos.	"Talvez como foi descoberto (...) Os meios utilizados para descobrir os átomos." (resposta do aluno 5 à pergunta 7.4)	1
	Jogos	O *site* deve ter jogos para motivar.	"Assim o site ficaria perfeito." (resposta do aluno 2 à alínea 7.4.5) "Quando jogamos, nós pensamos que não estamos a estudar, mas aprendemos sempre." (E4) "O *site* ficava melhor. É possível aprendermos a jogar." (E7)	8
		Deve existir um *link* na TP digital para o *site* http://nautilus.fis.uc.pt/cec/jogostp.	"Sim, ter um acesso daquela página (apontou para a *interface* de interacção inicial da Tabela Periódica v2.5) para esta (apontou para a página dos jogos)." (E5) "Assim não precisava de andar na *net* à procura deles."(E8)	7
		A inserção de jogos tipo palavras cruzadas melhorava o *site*.	"Jogos de escolha múltipla, palavras cruzadas e jogos de aplicação dos conceitos." (resposta do aluno 3 à questão "Que jogos escolhias?") "... e mais alguns novos. Tipo palavras cruzadas, etc." (E7)	2
		Os jogos deviam ter soluções.	"Mas acho que alguns deviam ter soluções. Algumas questões são muito difíceis." (E2)	1

Analisando a tabela 6.4 verifica-se que:

- a página inicial não despertou a curiosidade da maioria dos sujeitos da investigação, tendo os mesmos sugerido alterações de cores, inclusão de animações e substituição da fotografia de Mendeleev;
- todos os discentes valorizaram a opção de escolha entre a versão portuguesa e a versão inglesa;
- quanto à frase de Huxley, pensa-se que o aluno que referiu que a mesma devia estar em português não se deve ter apercebido da origem do texto, tal como ele próprio refere;

- todo o universo de estudantes considerou que os ícones e os *links* presentes na *interface* de interacção inicial são importantes e indispensáveis, mas apontaram algumas críticas, como a organização interna do *link* "Seleccione um elemento", o aspecto gráfico dos ícones na generalidade e a ausência de legenda aquando a passagem do ponteiro do rato sobre os mesmos [o último aspecto é muito importante em termos de usabilidade, pois com a falta de suporte de navegação o utilizador sente-se perdido, não sabendo ao que vai aceder (Alves e Pires, 2003)];
- os alunos envolvidos no estudo não detectaram que os *links* "Biografias" e "Seleccione um Cientista" têm exactamente a mesma função (este assunto foi discutido no sub-capítulo 2 do capítulo5);
- o acesso imediato à janela da Tabela Periódica, após o clique sobre uma das bandeiras na página inicial, foi considerado prioritário pelos jovens entrevistados;
- todos os alunos elogiaram a organização da informação no *site* e apreciaram os hipertextos, que permitem conhecer o significado de termos científicos e consultar outras páginas;
- foi aplaudida a estrutura do *menu* de escolha na página de cada um dos elementos e reconhecida a dificuldade de compilar toda a informação que se pode consultar num formato de acesso imediato a todas as propriedades;
- a navegação na Tabela Periódica v2.5 foi considerada fácil pela maioria dos estudantes;
- quase todos os elementos que foram submetidos à entrevista detectaram a incorrecção científica associada à orbital 3*s* nas configurações electrónicas;
- todos os sujeitos da investigação referiram que a informação que consta no *site* é acessível, mas, no entanto, sentiram dificuldades na compreensão da notação utilizada na representação das configurações electrónicas;
- os inquiridos disseram que a informação do *site* é completa, mas que pode ser enriquecida com imagens de espectros;
- cerca de 88% dos alunos afirmou, com grande convicção, que as cores utilizadas no *site* devem ser modificadas, de modo a criar um contraste que chame mais a atenção, e sugeriram mesmo algumas alterações concretas;
- apenas um discente salientou o fundo de cor branca como um aspecto positivo, o que vai de encontro ao princípio de usabilidade – "Usar texto negro em fundo branco sempre que possível para uma legibilidade maior." (Alves e Pires, 2003), que deve ser cumprido num *site*;
- alguns dos sujeitos da investigação recomendam a introdução de mais animações na TP v2.5;
- quanto ao tipo e tamanho da letra, julga-se que o aluno que referiu este pormenor não utilizou a resolução sugerida;

- somente um estudante detectou uma incorrecção gráfica na página inicial do elemento selénio;
- todos os entrevistados concordaram com a inserção de vídeos com experiências de laboratório, de questões desafiadoras e de *links* para *sites* exteriores que aludam às aplicações actuais dos elementos na aplicação multimédia em questão;
- um aluno fez referência à ausência de dados sobre as técnicas e os instrumentos de investigação que permitem progredir no estudo dos elementos químicos;
- no que diz respeito aos jogos, todos os entrevistados afirmaram que o *site* da TP os motivava mais se tivesse jogos, por isso, a maioria concordou com a existência de um *link* para a página disponível no endereço electrónico http://nautilus.fis.uc.pt/cec/jogostp;
- outros avançaram com a sugestão de incluir jogos de palavras cruzadas, jogos de escolha múltipla, entre outros;
- um único jovem referiu que os jogos deveriam apresentar soluções.

Da página de jogos disponível no endereço electrónico http://nautilus.fis.uc.pt/cec/jogostp, os alunos indicaram o jogo das borboletas, o jogo das adivinhas e o jogo dos pares como os mais preferidos. Destes o que mais os cativou foi o primeiro, porque, como eles próprios disseram, "... não é muito usual, é um pouco original." (E6), "Era o que tinha mais acção, mais movimento." (E1) e "... acho que é engraçado. As borboletas andam de um lado para o outro e dependendo da informação inicial, (...) nós escolhemos." (E4)

Quanto à percepção de aprendizagem, os sujeitos da investigação consideraram que os jogos que mais facilitam a construção de conhecimento são o das borboletas e o das adivinhas. O jogo dos pares também foi indicado, mas por uma minoria pouco significativa. Estas ideias estão expressas em várias respostas:

- "O jogo das borboletas porque nos ajuda a decorar quais os elementos, por exemplo, metais e não metais e outras coisas." (E2);
- "As adivinhas ajudam-nos a pensar nos vários elementos, tipo os electrões de valência, e nós temos de descobrir em que grupo e período se encontra." (E2);
- "O das adivinhas, porque aí complicavam. Tínhamos que ver todas as pistas e pensar. (...) Fazia pensar muito." (E3);
- "O das adivinhas, porque nos faz pensar mais e tem o nome dos elementos." (E6);
- "... como ao apanhá-las se via se a resposta estava correcta ou errada, ia aprendendo qualquer coisa." (resposta do aluno 7 quando se referia ao jogo das borboletas);
- "É preciso pensar nos elementos químicos, nos seus símbolos e nas suas características." (resposta do aluno 8 quando se referia ao jogo das borboletas).

O jogo dos elementos quase não foi citado pelos entrevistados, pois, de facto, eles não tiveram oportunidade de o explorar na sua plenitude: o tempo esgotava-se e como exigia um maior esforço de compreensão foi deixado para último.

Por fim, vão realçar-se alguns comentários conclusivos e interessantes que surgiram ao longo das entrevistas. São eles:

- "Gostei do *site*, porque a partir dele tenho muita informação. Ele despertou-se a curiosidade para aprender mais sobre a TP." (E1);
- "Foi uma aula interessante em que se aprenderam muitas coisas." (E2);
- "Parece que com a ficha (o aluno referia-se ao roteiro) o computador fica mais parecido com um livro."; (E3)
- "... depois quando abri até vi que tinha muita coisa e gostei." (E4)
- "Só o facto de ir para o computador numa aula já é diferente. Podemos andar para trás e para a frente (...) a pesquisar, o que num livro se torna mais incómodo." (E5);
- "Gostei do *site*, nem parece português." (E6);
- "O *site* está bom, mas pode ser melhorado." (E7);
- "Acho que o que mais me surpreendeu foi o facto de ser português." (E8);
- "Este tipo de aulas devia repetir-se mais vezes." (E8).

Perante estas palavras, a autora desta dissertação está certa de que os alunos gostaram da experiência, de que construíram uma nova visão sobre a utilidade da *Internet* e de que ficaram mais motivados para o ensino das ciências.

4.2. Algumas notas sobre os resultados do estudo

Os sujeitos da investigação ao interagirem com a Tabela Periódica v2.5 emanaram contribuições significativas para a melhoria da respectiva ferramenta digital. Ao expressarem as suas opiniões sugeriram alterações originais e inesperadas, como, por exemplo, a da organização do nome dos elementos por ordem alfabética no *link* "Seleccione um elemento", a do acesso imediato à janela da Tabela Periódica, entre outras. Assim, foi possível repensar a aplicação multimédia interactiva, tendo em conta o gosto pessoal dos jovens aprendizes, permitindo-lhes uma aprendizagem significativa e o despertar do interesse para a ciência.

Contudo, algumas das ideias recolhidas coincidem com as que se tinham em mente e que estavam, de certa forma, traduzidas no guião da entrevista (Anexo 3). Era de esperar que tal se verificasse, pois ao construir esse instrumento de trabalho foi inevitável contornar a influência dos pensamentos da investigadora na elaboração das questões.

Sem a contribuição dos exploradores inquiridos teria sido possível provocar mudanças no protótipo da Tabela Periódica, mas os caminhos seguidos por este estudo teriam sido, certamente, menos ricos. Por outro lado, o entusiasmo, a motivação, o empenho e a satisfação demonstrada pelos alunos, incentivou a autora desta dissertação a fazer ainda melhor.

Os jovens reconheceram que houve vantagem na utilização do roteiro de exploração aliado à aplicação multimédia "TP v2.5".

4.3. Limitações do estudo

Este estudo, como seria de esperar, apresenta ameaças à validade interna (estão em causa debilidades das conclusões) e à validade externa (estão em causa as generalizações dos resultados).

Como já se verificou a amostra sujeita a entrevista apresenta características particulares (ver primeiro sub-capítulo deste capítulo). Lembre-se que 80% destes alunos possuem computador ligado à *Internet* em casa, enquanto que a nível nacional esse valor é de cerca de 36%. Por outro lado, a novidade de todo o processo pode ter provocado uma motivação excessiva aos discentes em causa. Os aspectos acabados de referir limitam a validade externa, pelo que é necessário alertar para a especificidade deste estudo e evitar a generalização da conclusão.

Todavia, acredita-se que o que se concluiu é válido para os jovens estudantes portugueses, pois em contexto de sala de aula a maioria apresenta pouca experiência no que diz respeito à exploração de *software* educativo e à sua análise, tal como os sujeitos inquiridos.

Acrescenta-se que a actividade que mais influenciou os resultados obtidos foi a pesquisa de informação através da *Internet*. Neste ponto, uma vez mais, os alunos entrevistados são semelhantes aos estudantes portugueses, porque ambos têm essa actividade como uma das preferidas, realizando-a frequentemente.

CAPÍTULO 7 – NOVA VERSÃO DA TABELA PERIÓDICA

1. Principais propostas de reformulações

Tendo em conta os dados recolhidos e as ideias da autora da investigação, elaborou-se uma lista com propostas de reformulações (Anexo 8). Esta lista está dividida em 12 pontos, fazendo referência a vários aspectos de natureza técnica e científica e às diversas páginas constituintes do *site*.

Para a página inicial propuseram-se algumas alterações, de modo a torná-la mais atractiva para os alunos:

- colocação de uma cor suave de fundo que contraste com as restantes cores;
- reorganização dos elementos presentes na página, tais como, a fotografia de Mendeleev, a frase de Huxley e os *links* representados pelas bandeiras;
- substituição da fotografia de Mendeleev por uma outra mais colorida;
- modificação visual do título.

Na *interface* de interacção inicial considerou-se importante incutir as seguintes mudanças:

- colocação de uma cor suave de fundo que contraste com as restantes cores;
- viabilização dos ícones do *menu* superior que se encontram não executáveis;
- alteração do aspecto gráfico dos ícones do *menu* superior e inclusão da legenda correspondente a cada um;
- introdução de novos ícones no *menu*, que conduzam à galeria de vídeos, aos jogos e às questões desafiadoras;
- tradução para português de todas as palavras que surjam em inglês;
- reorganização espacial dos *links* que se encontram após o título da página;
- eliminação do *link* "Biografias";
- ordenação do nome dos elementos por ordem alfabética no *link* "Seleccione um elemento";
- visualização imediata da janela da Tabela Periódica (esta deve aparecer logo que se entra nesta página).

A janela da Tabela Periódica pode ser melhorada:

- alterando o contraste de cores existente;
- actualizando os símbolos químicos dos elementos de número atómico 110, 111 e 112;
- acrescentando os símbolos químicos dos elementos de número atómico 114, 116 e 118.

Quanto às páginas dos vários elementos pensou-se na:

- colocação de uma cor suave de fundo em todas elas;
- formalização das páginas dos elementos Rt, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Uun, Uuu e Uub, de forma a ficarem com uma estrutura semelhante às páginas dos outros elementos;
- formatação da página do selénio, pois o texto está sobreposto com o quadrado que tem o símbolo químico e algumas características do respectivo elemento;
- correcção do erro que surge nas configurações electrónicas dos elementos que têm a orbital 3*s* preenchida – onde está $3s^1$ deve ler-se $3s^2$;
- introdução do *link* "Testa os teus conhecimentos" (este encaminhará o explorador a uma *quize*) na página do elemento hidrogénio e do elemento oxigénio;
- inclusão do *link* "Actualidades" (este levará a uma página que tem vários endereços electrónicos, permitindo a pesquisa das novas aplicações dos elementos na indústria e no dia-a-dia dos indivíduos) na página dos elementos hidrogénio, carbono e silício.

Para as restantes páginas do *site*, como, por exemplo, as que permitem construir gráficos e tabelas, recomendou-se, mais uma vez, a colocação de uma cor suave de fundo que contraste com a cor dos *links*.

Quanto à cor dos *links*, determinou-se que era urgente estabelecer no código HTML que os mesmos depois de consultados adquirissem a cor recomendada pelos especialistas em usabilidade, visto que no protótipo em estado actual permanecem sempre com a cor original.

Portanto, a Tabela Periódica será enriquecida com novos elementos multimédia, tais como, jogos, vídeos, questões desafiadoras e *quize's*, e actualizada, quer a nível científico, quer a nível das aplicações mais recentes dos elementos químicos na indústria e no dia-a-dia dos cidadãos. Estas modificações têm por finalidade:

- despertar a curiosidade dos exploradores para o *site* (aqui apostou-se, para além da introdução de novos elementos multimédia, na alteração das cores e na possibilidade de se ter acesso directo à janela da Tabela Periódica, pois foram aspectos focados pela grande maioria dos sujeitos entrevistados, ou seja, apostou-se na criação de um *design* nítido e apelativo);
- possibilitar um número acrescido de interacções em relação à Tabela Periódica v2.5 (os utilizadores vão poder jogar, aventurar-se na *Web* através de actividades desafiadoras e testar o que aprenderam);
- fornecer aos exploradores informações actuais e correctas em termos científicos (para tal, corrigiram-se os erros encontrados e acrescentaram-se dados sobre os elementos químicos descobertos após a concepção da TP v2.5 pela primeira vez);

- favorecer o esclarecimento de dúvidas e a ajuda na realização de trabalhos (neste caso o segredo está nos hipertextos, que permitem conhecer novos significados e estabelecer relações entre diferentes conteúdos);
- proporcionar aprendizagens significativas e a construção de conhecimento;
- motivar os jovens para o estudo da ciência (neste ponto os *links* para *sites* externos que fazem referência às aplicações actuais dos elementos químicos são o pilar da conquista), em especial para o tema da Tabela Periódica;
- desenvolver nos estudantes uma nova visão sobre a utilidade da *Internet* no acto de aprender.

Enfim, todas as alterações foram pensadas de forma a expandir o interesse educativo depositado na aplicação multimédia em questão, por parte de professores e alunos.

Contudo, não basta simplesmente modificar e acrescentar; é preciso ter em conta a usabilidade, que permite o desenvolvimento de sistemas fáceis de usar e eficientes. "A sua importância tem crescido com o *boom* da *Internet* e com o recurso cada vez maior a conteúdos multimédia." (Alves e Pires, 2003)

Neste sentido, a arquitecta desta dissertação, mesmo não sendo engenheira de usabilidade, pode assegurar que a nova versão da Tabela Periódica cumprirá de forma satisfatória os princípios de usabilidade indicados a seguir:

- utilização de cores de fundo que sejam extremamente subtis;
- apresentação do texto numa cor que se possa imprimir e alinhado à esquerda;
- supressão de letras maiúsculas e de espaços brancos muito longos nos textos (estes aspectos dificultam a leitura);
- utilização de palavras de cor azul ou sublinhadas somente para representar *links*;
- utilização de cores *standard* para os *links*, quer antes, quer após a sua consulta (muitos exploradores usam a informação da cor para verificarem as páginas que já visitaram);
- colocação das barras de navegação em locais familiares;
- colocação do *menu* de navegação numa localização consistente em cada página do *site*;
- utilização de suporte de navegação (assim, o utilizador não se sente perdido e sabe o que o sistema está a fazer);
- actualização dos conteúdos presentes (garante um grande números de visitas e um lugar nos favoritos, pois quando um utilizador entra num *site* e dá conta que a informação é desactualizada abandona-o);
- utilização de marcas para organizar a informação;
- rejeição a um grande número de animações (actualmente são associadas à publicidade e, por isso, ignoradas);

- eliminação do uso do *scroll* horizontal, recorrendo a um *design* adequado;
- rejeição, sempre que possível, do *scroll* vertical (os utilizadores, normalmente, limitam-se a pesquisar e a navegar através do que está visível);
- anulação de páginas órfãs (todas elas terão o conjunto de setas descrito no sub-capítulo 2 do capítulo 5);
- consideração do tempo de carregamento do *site* (a banda larga ainda constitui uma irrealidade para muitos e, por outro lado, quando o tempo que uma página demora a abrir é grande a tendência é o utilizador desistir).

2. Descrição do novo protótipo – TP v2.6

O novo protótipo da Tabela Periódica intitulou-se "Tabela Periódica v2.6" (TP v2.6). Na figura 7.1 mostra-se a sua *interface* de interacção inicial.

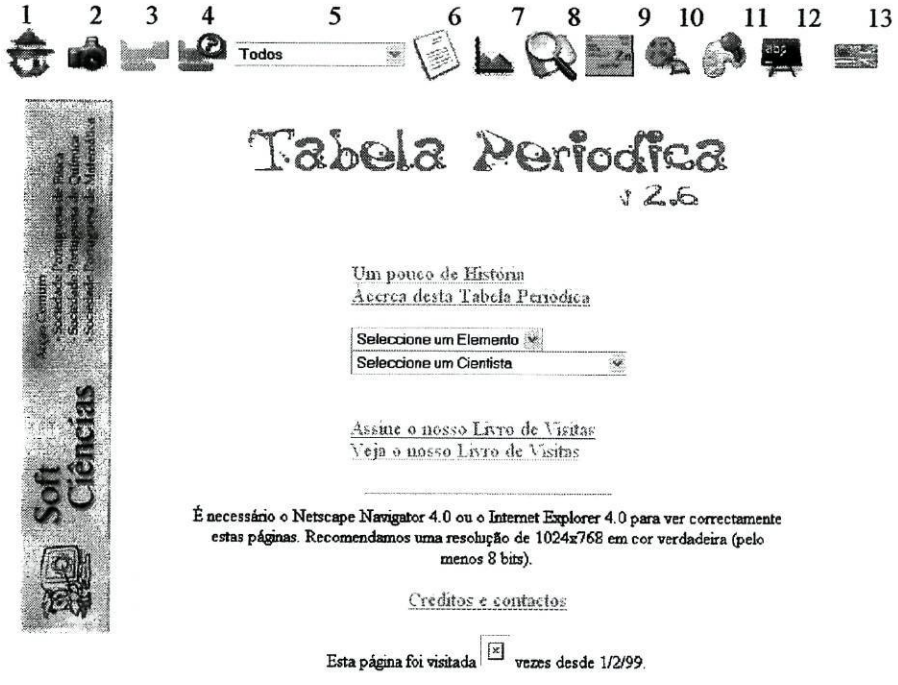


Figura 7.1 – *Interface* de interacção inicial da TP v2.6

Legenda dos ícones:

1. Página inicial
2. Galeria de imagens
3. Mostrar a Tabela periódica
4. Legenda da Tabela Periódica
5. Escolher como se pretende ver a Tabela Periódica organizada
6. Listagem
7. Gráficos
8. Pesquisas
9. Legenda das propriedades
10. Álbum multimédia
11. Jogos
12. *Quizzes*
13. Versão inglesa

Observando esta página, e comparando-a com a correspondente da TP v2.5, verifica-se que o título tem um novo *look* e que o aspecto visual dos ícones foi alterado. Estes apresentam imagens alusivas à função de cada um deles, existem em maior número, pois os ícones 10, 11 e 12 (figura 7.1) são novidade, encontram-se todos executáveis (na figura 7.2 é possível ver a legenda das características que surgem juntamente com o símbolo químico de um dado elemento, o que antes não era viável), à excepção do álbum multimédia (ainda não se criaram elementos multimédia como, por exemplo, vídeos, para esta secção), e quando o ponteiro do rato se encontra sobre eles surge a respectiva legenda. (ver exemplo na figura 7.3)

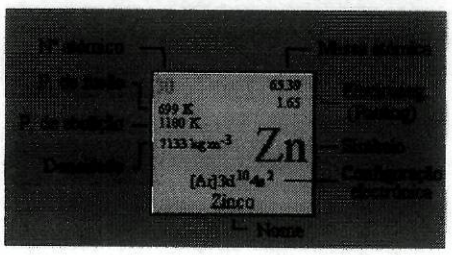


Figura 7.2 – Legenda das características que surgem com o símbolo químico de um dado elemento

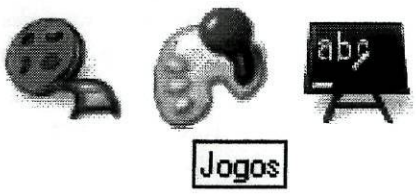


Figura 7.3 – Visualização da legenda do ícone que diz respeito aos jogos

Lembre-se que não tinha sido sugerida a inclusão do ícone para as *quizzes* e que tinha sido proposta a introdução de um ícone para *WebQuests*. Porém, para manter a estrutura base das páginas inicias de cada elemento, optou-se por não acrescentar em nenhuma o *link* "Testa os teus conhecimentos", pelo que o ícone correspondente aparece na *interface* de interacção inicial. O *link* para as *WebQuests* não foi introduzido, mas, com certeza, não será esquecido no futuro.

Repare-se, também, que o ícone 4 (figura 7.1) já apresenta as várias opções de escolha designadas em português, o que faz todo o sentido, visto o utilizador se encontrar na versão portuguesa (a página que permite aceder a esta versão só sofreu alterações a nível do título), que o *link* "Biografias" foi eliminado, permanecendo a alternativa "Seleccione um cientista", que os *links* respeitantes a informações formais ocupam uma posição de menor destaque (mais próxima do final da página), e que se acrescentou o *link* "Créditos e Contactos" (figura 7.4). Contudo, o *link* "Selecciona um elemento" continua a organizar os nomes dos elementos por ordem crescente de número atómico (os entrevistados sugeriram que fosse por ordem alfabética).

Na figura 7.4 é visível que os utilizadores podem enviar mensagens, expressando qualquer dúvida, comentário, ou sugestão, para os indivíduos responsáveis pela aplicação multimédia em causa.

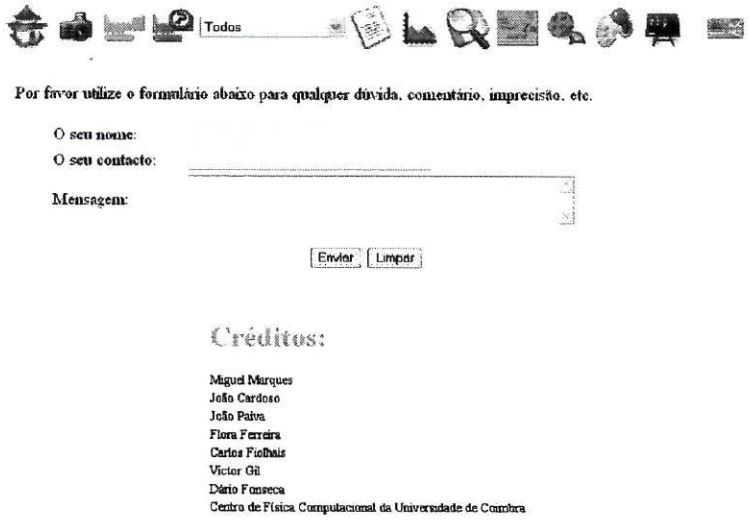


Figura 7.4 – Página relativa aos créditos

A TP v2.6, tal como o protótipo que lhe deu origem, não permite aceder directamente à janela da Tabela Periódica; continua a ter que se recorrer ao ícone 2 (figura 7.1). Assim, não foi necessário que os *links* "Um pouco de história", "Seleccione um elemento" e "Seleccione um cientista", sofressem qualquer rearranjo espacial.

Na janela da Tabela Periódica (figura 7.5) os números 110, 111 e 112 foram substituídos pelo símbolo químico do respectivo elemento e foram incluídos os elementos de número atómico 114, 116 e 118. Porém, para os três últimos ainda não foram construídas as várias páginas que permitem consultar as diversas características dos elementos.

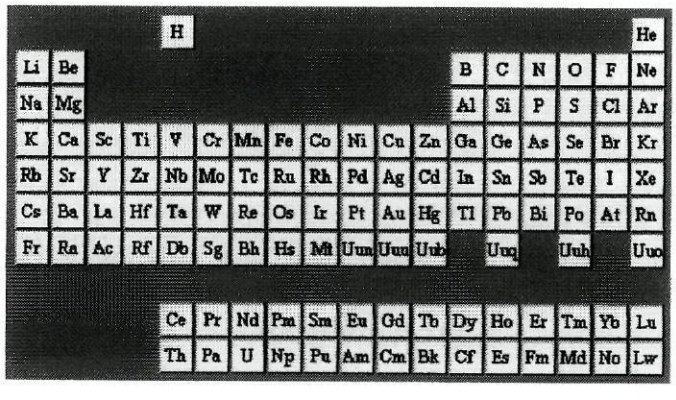


Figura 7.5 – Janela da Tabela Periódica da TP v2.6

A secção dos jogos (figura 7.6) é uma das grandes inovações desta nova versão, talvez a que mais vai entusiasmar os alunos no futuro (Ou talvez distrair!). Nela estão disponíveis todos os jogos disponíveis no *site* http://nautilus.fis.uc.pt/cec/jogostp e jogos de palavras cruzadas (figura 7.7); todos eles integram na própria página explicações sobre as regras e os modos de proceder para obter sucesso.

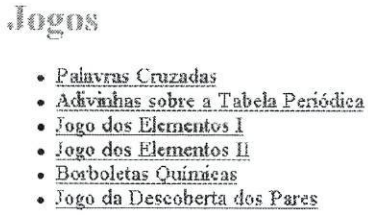
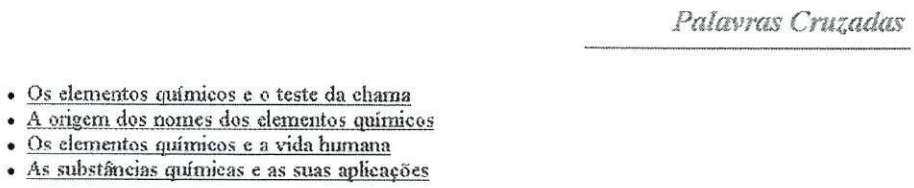


Figura 7.6 – *Menu* de opções para os jogos em geral



7.7 – *Menu* de opções para os jogos de Palavras Cruzadas

Nas figuras 7.8 e 7.9 exemplificam-se duas páginas com jogos: jogo das adivinhas e jogo de palavras cruzadas, respectivamente. Em anexo (Anexo 9) encontram-se as várias palavras cruzadas que foram elaboradas. Os temas escolhidos para as mesmas incidem sobre tópicos que se leccionam no 10º ano na disciplina de Física e Química A.

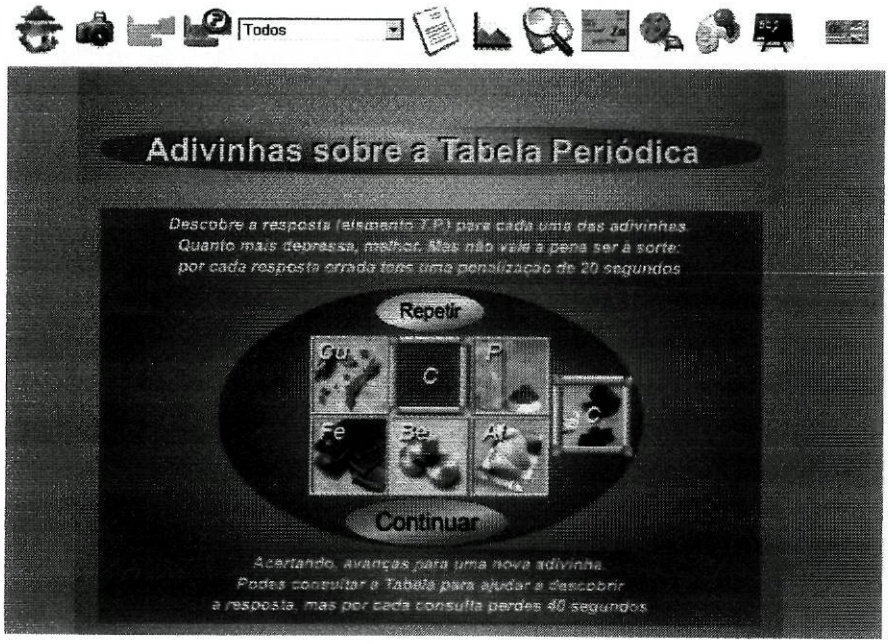


Figura 7.8 – Jogo das adivinhas sobre a Tabela Periódica

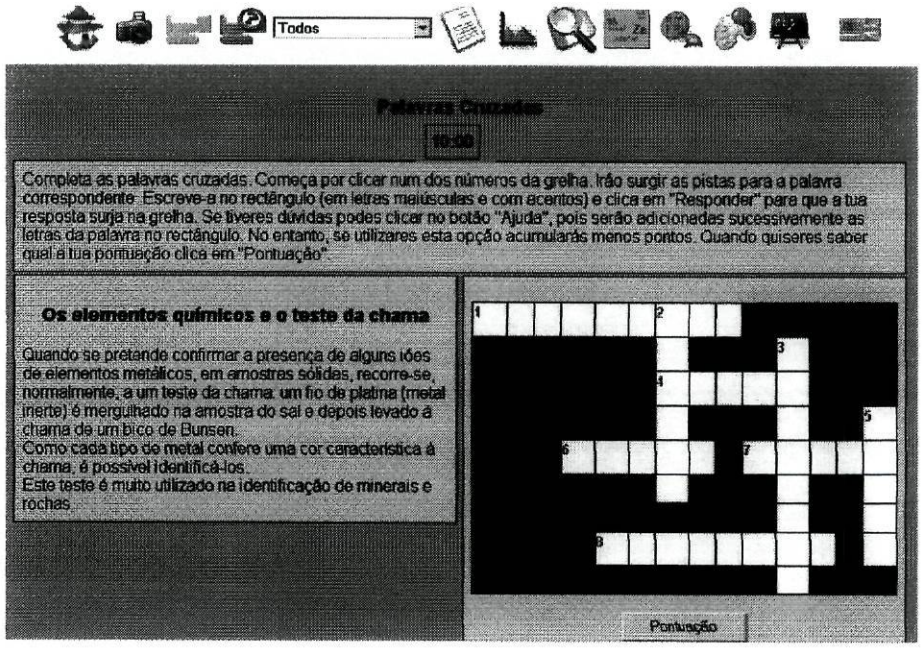


Figura 7.9 – Jogo de palavras cruzadas sobre o tema "Os elementos químicos e o teste da chama"

Analisando a figura 7.9, facilmente se compreende que o jogador tem um tempo limitado para completar as quadrículas e que pode a qualquer momento consultar a sua pontuação.

A secção das *quizzes* é outra mais valia da TP v2.6; o explorador pode inteirar-se da sua aprendizagem e fazer uma auto-avaliação do seu estudo.

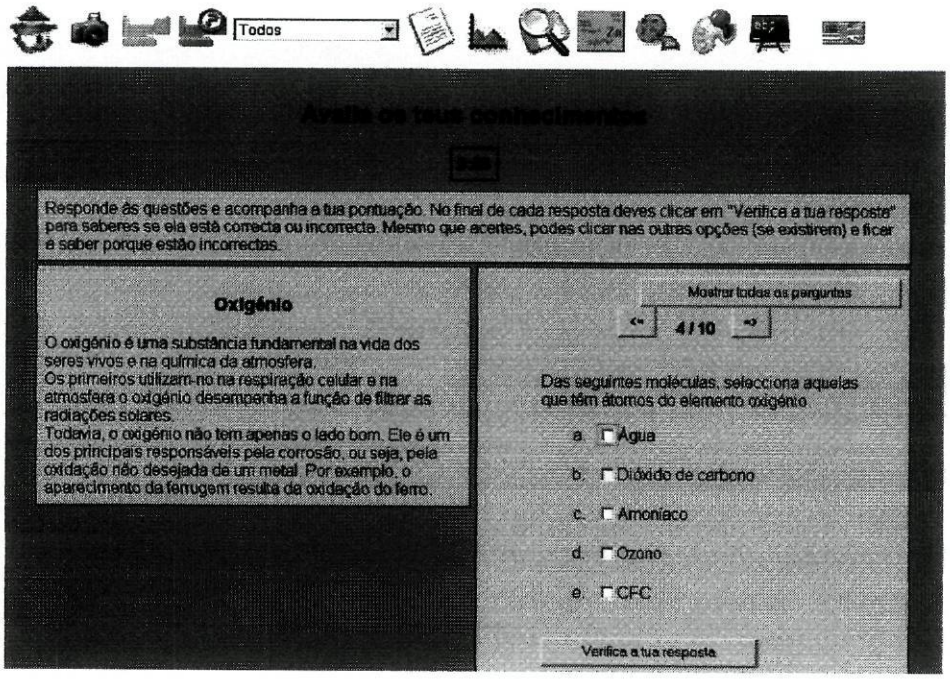


Figura 7.10 – Questão de escolha múltipla da *quizze* do elemento oxigénio

Cada *quizze* é constituída por 10 questões de diferentes tipos e, uma vez mais, o utilizador tem um tempo limite para responder a todas elas; sempre que desejar pode verificar a sua resposta e os pontos conseguidos (ver figura 7.10). No anexo 10, podem ver-se outro tipo de questões presentes nas *quizzes* elaboradas para o elemento hidrogénio e oxigénio (só é visível uma questão de cada uma delas).

As restantes páginas do *site* permanecem como o mesmo *design*, a mesma estrutura e organização da versão anterior (a organização da informação foi um dos aspectos considerado positivo pelos sujeitos da investigação).

Na página do elemento selénio foi corrigida a questão de formatação texto/imagem (ver figura 7.11).

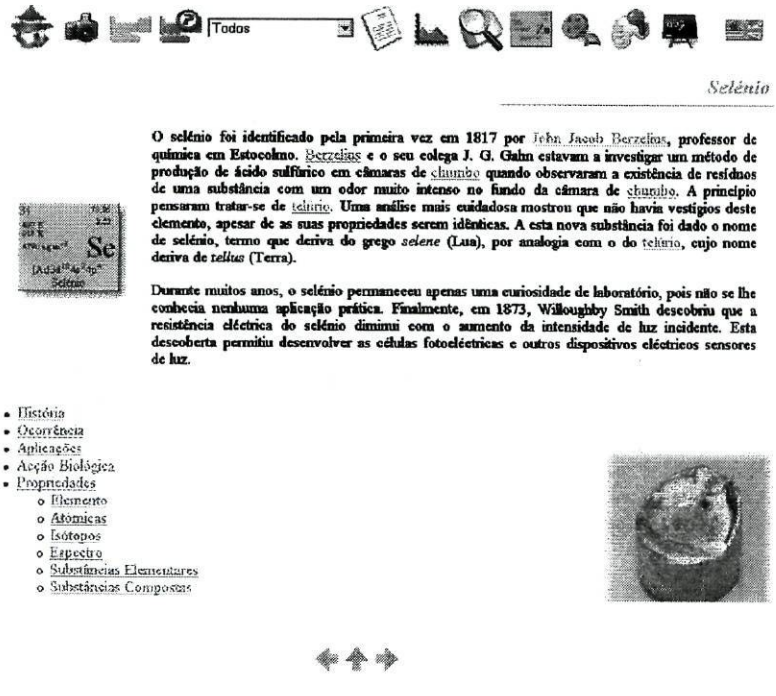


Figura 7.11 – Página inicial do elemento selénio

Quanto à cor dos *links*, o novo protótipo está de acordo com os princípios de usabilidade: antes de serem consultados eles apresentam cor azul e depois cor aproximadamente vermelha (ver figura 7.12).

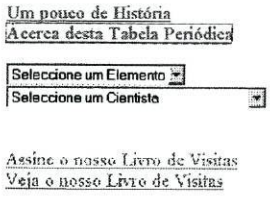


Figura 7.12 – Parte central da página de interacção inicial da TP v2.6

Em forma de resumo, a TP v2.6 dá vida a todos os pontos notórios e vantajosos da sua versão anterior e acrescenta-lhe desafio, curiosidade e fantasia com os novos elementos multimédia. Agora é ainda mais agradável explorar e pesquisar através deste *site*.

Regressando à tabela 2.3 e imaginado que esta teria mais uma coluna para inserir a Tabela Periódica acabada de descrever, conclui-se que a mesma seria contemplada com um visto em todos os critérios especificados, à excepção do primeiro (riqueza visual) e do último (Vídeos). Com isto não se quer dizer que tudo está perfeito, mas sim que com pequenos passos é possível caminhar no sentido do melhoramento da aplicação multimédia à qual se dedicou esta investigação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. Conclusões

A hipótese que impulsionou esta investigação foi:

«Os alunos ao interagirem com a Tabela Periódica v2.5, disponível no endereço http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5/, emanam contribuições significativas para a melhoria da respectiva ferramenta digital.»

De facto, obtiveram-se contribuições significativas, mas já se perspectivam estudos futuros.

Para além das ideias inovadoras sugeridas pelos sujeitos entrevistados (indicadas na sub-capítulo 4 do capítulo 6), podem-se apontar outros pareceres considerados relevantes no âmbito deste projecto. São eles:

a) a abordagem do tema "Tabela Periódica" recorrendo ao computador, ao roteiro de exploração, ao trabalho de grupo e à discussão incrementou a motivação dos alunos para a aprendizagem do assunto em questão e para o estudo da ciência (área que tem cada vez maior destaque na sociedade do século XXI);
b) como a tecnologia foi integrada de forma pedagógica, permitiu-se aos exploradores o desenvolvimento de atitudes (como, espírito de trabalho colaborativo) e capacidades (como, espírito crítico e capacidade de reflexão), que, no futuro, influenciarão a postura dos mesmos no respectivo quotidiano e a posição marcada perante assuntos polémicos da actualidade;
c) os jovens envolvidos na investigação construíram uma perspectiva diferente acerca da utilidade do computador e da *Internet* na escola e na construção de conhecimento (não é só pesquisar para arranjar algo que se possa copiar na íntegra; é preciso trabalhar e reflectir sobre a informação recolhida);
d) os alunos procuraram saber mais sobre a Tabela Periódica e divertiram-se;
e) compreenderam que se pode aprender de forma descontraída e brincando;
f) os discentes valorizaram o facto de terem sido minimamente guiados na exploração da aplicação "TP v2.5", pois não se sentiram perdidos e conseguiram rentabilizar o tempo;
g) por conseguirem fazer aquilo que lhes era pedido e serem comandantes das operações, os estudantes sentiram-se ainda mais entusiasmados;
h) com o roteiro de exploração de carácter aberto, os discentes aperceberam-se que o trabalho desenvolvido nas aulas não tem, necessariamente, de se fechar nesse espaço;
i) em especial, os alunos que iriam ser inquiridos aproveitaram o roteiro de exploração e continuaram a visitar outros *sites* e a jogar em casa, para poderem prestar uma contribuição satisfatória durante a entrevista;

j) os sujeitos da investigação apreciaram o trabalho de grupo e, na sua maioria, preferem pesquisar através da *Internet*, ao invés de utilizarem os livros;

k) os estudantes tinham à vontade com os computadores (talvez por terem a disciplina de TIC);

l) os alunos mais habituados às novas tecnologias foram mais rápidos na realização das tarefas propostas, mas não se notaram diferenças significativas entre o desempenho dos elementos do sexo masculino e os do sexo feminino (alguns grupos eram heterogéneos o que pode ter influenciado esta observação);

m) os estudantes ficaram surpresos com os materiais que interagiram;

n) foi visível a satisfação sentida por alguns participantes, por se terem sentido um dos pilares desta investigação, no sentido de terem tido a oportunidade de criticar o protótipo utilizado.

2. Sobre a nova versão da Tabela Periódica

A TP v2.6 reflecte algumas das reformulações que a autora da investigação tinha em mente e/ou que os inquiridos propuseram.

No entanto, ainda há um longo caminho a percorrer. Os elementos químicos são muitos, os conceitos inerentes são vários e a aplicação dos conhecimentos de Química, na actualidade, é complexa. Estes factores conduzem a grandes expectativas, que depois são difíceis de alcançar devido à multiplicidade de assuntos. Quando se começou o estudo pensou-se implementar um maior número de mudanças na TP v2.5, o que hoje não é uma realidade.

Todavia, já se planeia o futuro, pois existem materiais preparados para continuar a enriquecer o novo protótipo. Um exemplo, são os *links* sobre actualidades para alguns elementos, que se encontram especificados em anexo (Anexo 11). Estes permitirão actualizar as utilizações que se fazem dos elementos e dos seus compostos na indústria e no dia-a-dia através de *links* externos ao *site*, completando a informação que se encontra no *link* "Aplicações" presente no *menu* de escolha de cada um dos elementos.

Corrigir os erros encontrados e disponibilizar as informações científicas dos elementos descobertos mais recentemente é outro objectivo deixado em aberto, mas não por ser considerado menos importante. Aliás, é crucial que o explorador sinta que está perante um *site* actual para o atrair a consultá-lo mais vezes.

A questão do acesso directo à janela da Tabela Periódica vai ser arquitectada de forma mais sistemática no futuro, pois especula-se que permitirá ao utilizador uma adaptação mais fácil à estrutura do *site*, mas nada se alterará na organização da informação, que já se revelava ser uma das mais valias da TP v2.5, tal como se referiu no sub-capítulo 2 do capítulo 5.

Espera-se, em breve, conseguir também justificar a presença do ícone "Álbum multimédia" com a inserção de vídeos sobre experiências (estão em fase embrionária), muitas vezes, impossíveis de serem realizadas nos laboratórios das escolas. As *WebQuests*, como anteriormente se disse, não serão esquecidas, até porque, constituem um ingrediente que acrescentará mais desafio à TP v2.6 e que poderá ajudar os alunos a evoluir na compreensão da importância da *Internet* nos dias de hoje, nomeadamente na aprendizagem.

Alterar o aspecto da páginas inicial e a cor de fundo das várias páginas continua em mente, visto que se acredita que do impacto visual depende o poder de persuasão para a exploração da aplicação na sua totalidade e o número de visitas à mesma.

Outra possibilidade será incluir no novo protótipo roteiros de exploração sobre determinados conteúdos. Estes possibilitarão uma maior e mais eficaz utilização do mesmo em contexto educativo.

Por último, destaca-se o interesse que tem o desenvolvimento de iniciativas do tipo desta investigação (reformular recursos digitais educativos com o objectivo de os aproximar das novas filosofias da educação e de potenciar aprendizagens significativas), pois, no final, tudo fica disponível na *Web* para o mundo escolar (e não só) usufruir em plenitude. Os professores doutros pontos do planeta poderão inteirar-se dos projectos desenvolvidos e até, quem sabe, sentirem-se incentivados para colaborar na árdua tarefa de construir materiais que se adaptem à diversidade de alunos e às novas exigências da sociedade da informação e do conhecimento

3. Propostas futuras

A investigação desenvolvida não termina aqui o seu impacto; procuram-se novos horizontes no seguimento do que foi feito. A intenção de submeter a TP v2.6 à análise de especialistas no ensino da Química e a aplicação com alunos para concluir sobre as melhorias na aprendizagem são dois projectos possíveis. O primeiro iria permitir desenvolver uma Tabela Periódica multimédia ainda mais rica, completa e actual, e o segundo, à semelhança de muitos outros, iria possibilitar a avaliação da utilização das novas tecnologias em contexto educativo. Este último poderia englobar uma vertente de *e-learning*. Seria interessante apostar na fusão entre as aulas presenciais e o ensino à distância.

O estudo desenvolvido levou a autora da dissertação a acreditar ainda mais nas potencialidades das novas tecnologias, aliadas aos programas educativos e aos materiais que os complementam. Por isso, no futuro, irá utilizar, cada vez mais, *software* educativo nas suas aulas, acompanhando sempre a evolução das novas metodologias de ensino nesta área.

Termina-se esta dissertação sentindo que se cumpriram os principais objectivos.

Partiu-se do pressuposto que os alunos ao interagirem com o protótipo "TP v2.5" emanariam contribuições significativas para a sua melhoria. Encontraram-se resultados positivos, que confirmam a hipótese levantada.

Acrescenta-se que, paralelamente, os sujeitos da investigação ganharam com a nova experiência, tendo desenvolvido a autonomia, a autoconfiança, o espírito crítico, competências de foro técnico, entre outras capacidades.

A investigadora sente que valeu a pena desenvolver este projecto e assume que enriqueceu em muito a sua carreira profissional.

O trabalho que aqui se apresenta está disponível em http://nautilus.fis.uc.pt/cec/tese/flora.

BIBLIOGRAFIA

Afonso, C. (1993). *Professores e Computadores*. Edições Asa, Porto.

Alves, P., Pires J. A. (2003). *A usabilidade em software educativo: princípios e técnicas*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://Ism.dei.uc.pt/ribie/docfiles/txt2003729175845paper-198.pdf.

Alves da Costa, M.ª L. A. (2003). *Geração "Zap" – Novos Desafios na Escola: Complementos Digitais para o Ensino da Química*. Tese de Mestrado em Educação Multimédia. Faculdade de Ciências – Universidade do Porto, Porto. 133pp.

Bogdan, R. C., Biklen, S. K. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação*. Porto Editora, Porto.

Botha, A. (2002). *1001 Periodic Table Quiz Questions*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.1001-periodic-table-quiz-questions.com/.

Brito, C., Baía, M. (1999). *WebQuest*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.esse.ips.pt/abolina/webquests/quest.

Brito, C., Duarte, J., Baía, M. (2004). *As tecnologias de informação na formação contínua de professores: uma nova leitura da realidade*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.dapp.min-edu.pt/nonio/estudos/versao_final_estudo_Form_Con_Prof.pdf.

Carmo, H., Ferreira, M. M. (1998). *Metodologia da Investigação – Guia para Auto-aprendizagem*. Universidade Aberta, Lisboa.

Carvalho, A. M.ª A. (2002). *WebQuest – Um desafio aos professores para os alunos*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.iep.uminho.pt/aac/diversos/webquest/index.htm.

CCNónio/NúcleoMinerva (2004). *WebQuest acerca de Webquests para professores*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.minerva.uevora.pt/publicar/wq_webquest/.

Centro de Física Computacional (1998). *MOCHO – Portal de ensino das ciências / Cultura Científica*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.mocho.pt.

Chang, R. (1998). *Química*. Mc Graw Hill, Lisboa.

Chemical & Engineering News (2003). *It's Elemental: the periodic table*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://pubs.acs.org/cen/80th/elements.html.

Costa Pereira, D. (1993). *Tecnologia Educativa – Aulas Teóricas*. Formação Contínua de Professores – Programa Foco, Porto.

Dantas, M.ª C., Ramalho, M. D. (2005). *Jogo de Partículas – Química 12º Ano*. Texto Editora, Lisboa.

Departamento do Ensino Secundário (1995). *O Professor Aprendiz – Criar o Futuro*. DES, Ministério da Educação, Lisboa.

Dodge, B. (1995). *Some Thoughts About WebQuest*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://webquest.sdsu.edu/about_webquest.html.

Driver, R., Guesne, E., Tiberegulen, A. (1985). *Children's Ideas In Science*. Open University Press, Milton Keynes.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., Wood-Robison, V. (1994). *Making Sense of Secondary Science: Research into Children's ideas*. Routledge, Londres.

Emsley, J. (1991). *The ELEMENTS*. Clarendon Press, Oxford.

Ferreira, F. B., Paiva, J. C. (2005). Roteiros de Exploração com Tabelas Periódicas digitais. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, **96**: 67-68.

Figueiredo, M. A. de C., Fioroni, L. N. (1996). *Uma análise de conteúdo de crenças relacionadas com a AIDS entre participantes em O.N.G.s.*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.scielo.br/pdf/epsic/v2n1/a03v2n1.pdf.

Freitas, H., Janissek, R. (2000). *Análise Léxica e Análise de Conteúdos: Técnicas complementares, sequenciais e recorrentes para exploração de dados qualitativos*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.sphinxbrasil.com/arquivos/na_txt/Trecho-Livro-Freitas-Janissek-2000.PDF.

Galvão, C. (coord.) *et al.* (2001). *Ciências Físicas e Naturais - Orientações Curriculares para o 3º ciclo do Ensino Básico*. Departamento da Educação Básica, Ministério da Educação, Lisboa.

Gil, V., Paiva, J., Ferreira, A. J., Vale, J. (2005). *12Q – Química 12º ano*. Texto Editora, Lisboa.

Giunta, C. (2003). *Classic Chemistry*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://web.lemoyne.edu/~giunta/papers.html.

Hsu., D. D. (1996). *ChemiCool – Periodic Table*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.chemicool.com/.

Jabobs, B. (2002). *Periodic Tables: in case you were thinking that the Internet needed one more*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.chemistrycoach.com/periodic_tables.htm.

Jefferson Lab (1996). *Science Education*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://education.jlab.org/index.html.

King, E. (s/ data). *Sala de Física – Tabela Periódica*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://geocities.yahoo.com.br/saladefisica/medidas/periodica.html.

Los Alamos National Laboratory's Chemistry Division (2003). *Periodic Table of the Elements*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://periodic.lanl.gov/.

Maciel, N., Campante, M.ª J., Gradim, M.ª M. (2003). *Eu e a Química – Física e Química A - Química 10º ano*. Porto Editora, Porto.

March, T. (1998). *WebQuest for learning*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.ozline.com/webquests/intro.html.

Marques, M., Cardoso, J., Paiva, J., Fiolhais, C., Gil, V. (1999). *Tabela Periódica v2.5*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5/.

Martins, I. P. (coord. da componente de Química), Caldeira, H. (coord. da componente de Física), *et al.* (2001). *Programa de Física e Química A – 10º ou 11º Anos*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.des.min-edu.pt/programs/prog_hom/fisica.quaimica_a_10_homol_nova_ver.pdf.

Martins, I. P. (coord.) *et al.* (2004). *Programa de Química – 12º Ano*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.des.min-edu.pt/programas/prog_hom/quimica_12_homol.pdf.

Matos, A. J. (2001). *Enciclopédia Geral da Educação – Oceano*. Crerital, Lisboa. 4º volume.

Ministério da Educação (2003). *Reforma do Ensino Secundário – Documento Orientador da Revisão Curricular do Ensino Secundário*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.des.min-edu.pt/public/reformsec/revcurdef10.pdf.

Mortimer, E. F. (1994). *Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: Para Onde Vamos?*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.cefetsp.br/edu/eso/construtivismociencias.html.

Nascimento, A. C. L. (1991). Exploração de Metáfora e de Analogias no ensino de Conceitos de Química. Em: *IX Encontro Nacional de Educação em Ciência na Escolaridade Básica – Programa/Resumos*. Viseu, Outubro de 2001, Instituto Politécnico de Viseu – Escola Superior de Educação, Viseu. pp. 67.

Organização Educativa, Científica e Cultural das nações Unidas (1998). *Professores e ensino num mundo em mudança*. Edições Asa, Porto.

Paiva, J. (2002). *As tecnologias de informação e comunicação: utilização pelos professores*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.dapp.min-edu.pt/nonio/estudos/utilizacao_tic_profs.pdf.

Paiva, J. (2003). *As tecnologias de informação e comunicação: utilização pelos alunos*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.dapp.min_edu.pt/nonio/docum/document.htm.

Paiva, J., Ferreira, A. J., Ventura, G., Fiolhais, M., Fiolhais, C. (2003). *10Q – Ciências Físico-Químicas - Química 10º ano*. Texto Editora, Lisboa.

Paiva, J. C. (1997). *A Internet na educação*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.jcpaiva.net/files/curriculum/11/106/internet-educ.pdf.

Paiva, J. C. (2004). Fusão Feliz. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, **92**: 57-58.

Paiva, J. C., Alves da Costa, L. (2005). Roteiros de Exploração: valorização pedagógica de *software* educativo de Química. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, **96**: 64-66.

Paiva, J. C., Figueira, C., Brás, C., Sá, R. (2004). *E-learning: o estado da arte*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://nautilus.fis.uc.pt/el/Livro_eL.pdf.

Paiva, J. C., Ramos, I. (2004). Adivinhas sobre a Tabela periódica. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, **92**: 61-63.

Pearson Education, Inc. (2000). *Proton Don*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.funbrain.com/periodic/index.html.

Peres, A. N. (2003). *Formação de Professores*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.fenprof.pt/?xpto=27&cat=141&doc=105&mid=115.

Ponte, J. (1997). *As novas tecnologias e a educação*. Texto Editora, Lisboa.

Ramos, I., Paiva, J. (2002). *Jogos sobre a Tabela Periódica*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://nautilus.fis.uc.pt/cec/jogostp.

Royal Society of Chemistry (2000). *109 – A Visual Interpretation of The Table of Elements*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.chemsoc.org/viselements/.

Santos, M.ª E. V. M. (1991). *Mudança Conceptual na Sala de Aula – Um desafio pedagógico epistemologicamente fundamentado*. Livros Horizonte, Lisboa.

Simões, T. S., Queirós, M.ª A., Simões, M.ª O. (2003). *Química em Contexto – Física e Química A - Química 10ºano*. Porto Editora, Porto.

Simões, A. (2004). *WebQuest para a aula*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.prof2000.pt/users/folhalcino/ideias/publicados/webquest_aula.pdf.

Smole, K. S. (2003). *Baralho, dados e educação*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.dgabc.com.br/setecidades/descola/17se10pdf.

Sociedade Portuguesa da Química (2002). *WinPerio 2.0 – Tabela Periódica dos Elementos*. [CD-ROM]. Sociedade Portuguesa da Química, Lisboa.

Sparrenberger, O. D., Flesch, M., Silva, R. (s/ data). *Tabela Periódica dos Elementos Químicos*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.brasil.terravista.pt/Alfubeira/1895/.

Thomaz, M.ª F. (1987). Uma perspectiva construtivista para o ensino da Física: I - «Psicologia da construção pessoal» de George Kelly. *Gazeta de Física*, **10** (4): 121-128.

Torres, M. Z. (2003). *Jogo de idéias*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.dgabc.com.br/setecidades/descola/24se10.pdf.

Trassi, R. C. M., Castellani, A. M., Gonçalves, J. E., Toledo, E. A. (2001). Tabela periódica interactiva: "um estímulo à compreensão". *Acta Scientiarum*, **23** (6):1335-1339. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.ppg.uem.br/Docs/ctf/Tecnologia/2001/04_286_01_Rosana%20Trassi_Tabela%20periodica.pdf.

Tuckman, B. W. (2002). *Manual de Investigação em Educação – Como conceber e realizar o processo de investigação em Educação*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

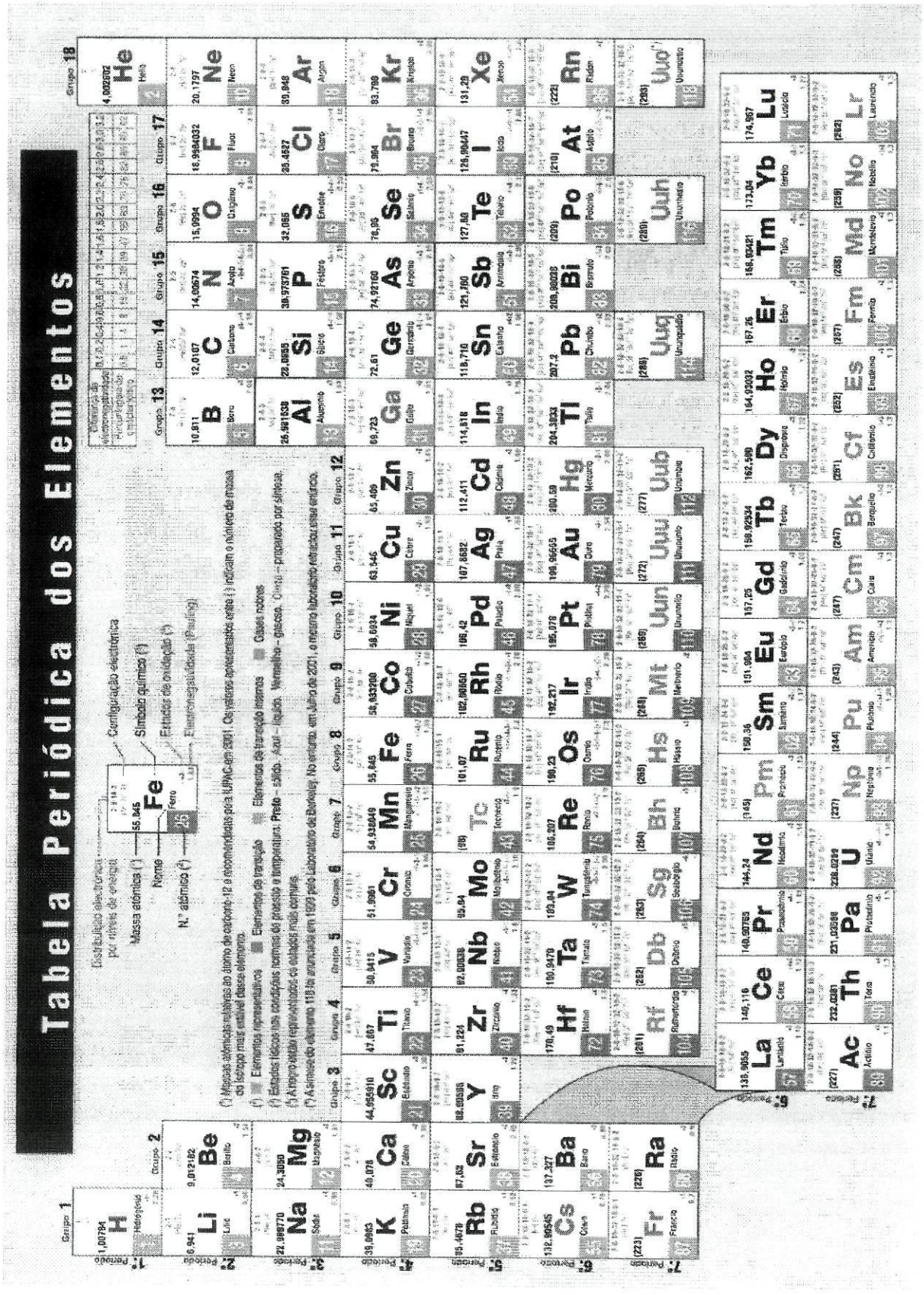
Valente, J. ª (s/ data). *Diferentes usos do Computador na Educação*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://upf.tche.br/%7Ecarolina/pos/valente.html.

Wikipédia, a enciclopédia livre (2000). *Tabela Periódica*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://pt.wikipedia.org/wiki/Tabela_Periódica.

Winter, M. (1993). *Web Elements™ Periodic table (professional edition)*. Consultado em 15-07-2005, disponível em http://www.webelements.com/.

ANEXOS

Anexo 1 – Tabela Periódica dos Elementos



Anexo 2 – Roteiro de Exploração: Tabela Periódica v2.5

ROTEIRO DE EXPLORAÇÃO
TABELA PERIÓDICA v2.5

Software/ Aplicação Multimédia

Aplicação multimédia disponível na *Web*, designada "Tabela Periódica v2.5", situada no endereço: **http://nautilus.fis.uc.pt/st2.5/**.

Objectivos

- Referir a contribuição do trabalho de vários cientistas para a construção da Tabela Periódica até à sua organização actual.
- Relacionar as posições dos elementos representativos na Tabela Periódica com as características das suas configurações electrónicas.
- Interpretar as propriedades periódicas dos elementos representativos: raio atómico e energia de ionização.
- Verificar, para os elementos representativos da Tabela Periódica, a periodicidade de algumas propriedades das respectivas substâncias elementares.
- Distinguir entre propriedades do elemento e propriedades da(s) substância(s) elementar(es) correspondentes.

Como explorar o site da Tabela Periódica Multimédia?

1- Na página inicial do *site* escolha a opção "Versão Portuguesa" associada à bandeira de Portugal.
2- Na *interface* de interacção inicial têm-se várias hipóteses de escolha (fig.1).

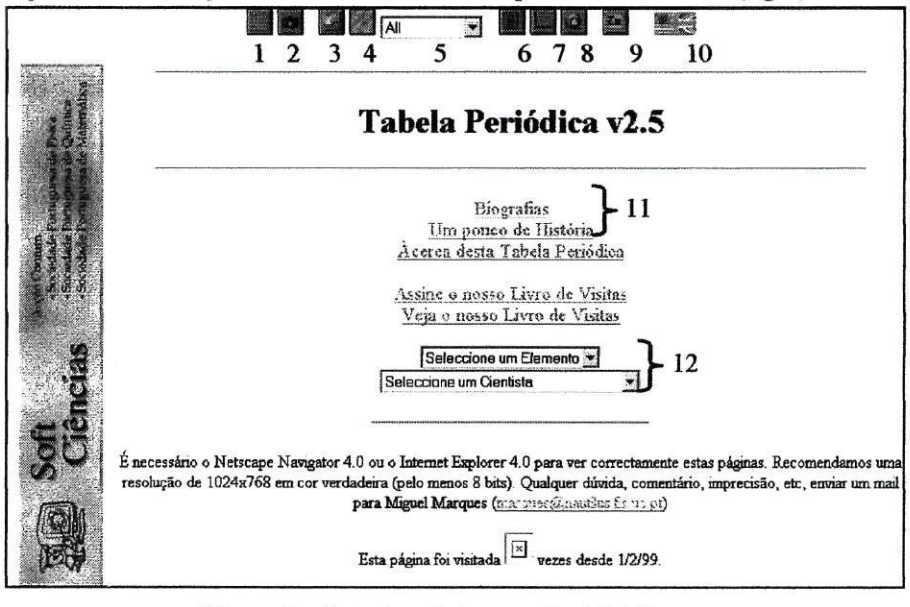


Figura 1 – *Interface* de interacção inicial

Legenda:
1- Voltar a esta *interface*.
2- Aceder à galeria de imagens.
3- Abrir a Tabela Periódica para depois se seleccionar o elemento que se pretende estudar.
4- Ver a legenda das cores utilizadas na Tabela Periódica.
5- Clicando na seta permite escolher como se pretende ver a Tabela Periódica organizada: todos os elementos, por período, por grupo, por estado físico, por classe de substância, por família ou por origem.
6- Listar diferentes propriedades para todos os elementos.
7- Construir gráficos com as propriedades dos elementos.
8- Efectuar procuras.
9- Visualizar a legenda das informações que surgem em torno do símbolo químico do elemento.
10- Aceder à versão inglesa.
11- *Links* que permitem consultar a biografia de cientistas que tiveram um papel importante na construção da Tabela Periódica e conhecer um pouco da história da mesma, respectivamente.
12- Clicando nas setas e seleccionando o pretendido, é possível fazer uma pesquisa por elemento e por cientista, respectivamente.

3- Quando seleccionado um elemento surge uma página com os seguintes elementos (fig. 2):
   - quadrado com o símbolo químico e algumas características do elemento, de acordo com a legenda que pode ser consultada no ícone n.º 9 (fig. 1) da página de interacção inicial;
   - hipertexto sobre o elemento, em que todas as palavras de cor constituem *links* que levam a novas páginas;
   - *menu* de escolha, no qual se deve clicar sobre uma das palavras, tendo em conta o objectivo da pesquisa;
   - imagem da substância elementar.

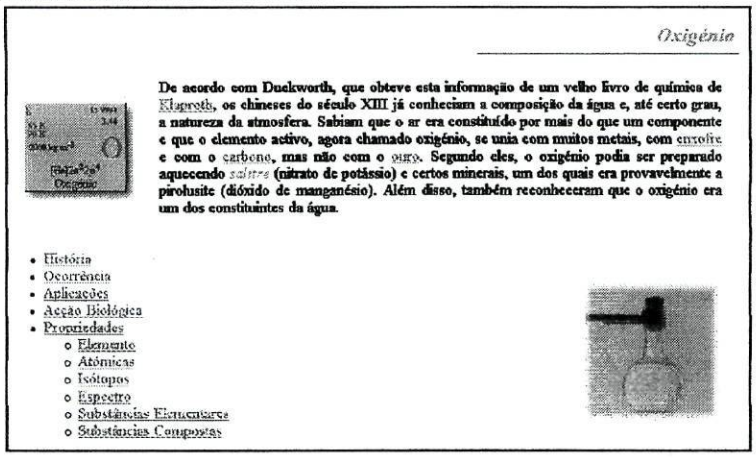


Figura 2 – Página inicial do elemento oxigénio com o respectivo *menu* de escolha.

4- Após se seleccionar um elemento, um cientista ou a história da Tabela Periódica, surgem páginas que têm um conjunto de setas no final (fig. 3).
Clicando na seta para o lado direito ou para o lado esquerdo, avança-se ou recua-se uma página no mesmo tema ou sub-tema; clicando na seta para cima, volta-se à página inicial.



Figura 3 – Conjunto de setas

Mãos à obra...

? Questão 1: Será possível relacionar as posições dos elementos representativos na Tabela Periódica com as características das suas configurações electrónicas?

Registos

Elementos do 2º período	Configuração Electrónica
Li	
Be	
B	
C	
N	

Elementos do grupo 17	Configuração Electrónica
F	
Cl	
Br	
I	
At	

Questões de reflexão

1.1.O que existe de comum nas configurações electrónicas de elementos pertencentes ao mesmo período?

1.2.O que existe de comum nas configurações electrónicas de elementos pertencentes ao mesmo grupo?

Respostas/Conclusões

1.3. De que forma posso conhecer a posição de um elemento na Tabela Periódica, sabendo a sua configuração electrónica?	

Questões de aplicação | **Respostas**

1.4. Qual a posição do elemento $_{14}Si$ na Tabela Periódica? 1.5. Qual é o elemento que tem a configuração electrónica [Ne] $3s^2 3p^1$?	

? Será que o raio atómico dos elementos representativos tem uma variação periódica na Tabela Periódica?

? Questão 2: Como varia o raio atómico ao longo de um período?

Registos

Elementos do 2º período	Raio atómico	Carga Nuclear	Configuração Electrónica

Questões de reflexão | **Respostas/Conclusões**

2.1. Como varia o raio atómico ao longo de um período? 2.2. Quais os factores que influenciam essa variação? 2.3. Algum desses factores predomina sobre o outro?	

Questões de aplicação | **Respostas**

2.4. Qual dos elementos do 3º período apresenta maior raio: o $_{15}P$ ou o $_{16}S$?	

? Questão 3: Como varia o raio atómico ao longo de um grupo?

Registos

Elementos do Grupo 2	Raio atómico	Carga Nuclear	Configuração Electrónica

Questões de reflexão	Respostas/Conclusões
3.1.Como varia o raio atómico ao longo de um grupo? 3.2.Quais os factores que influenciam essa variação? 3.3.Algum desses factores predomina sobre o outro?	

Questões de aplicação	Respostas
3.4.Qual dos elementos do grupo 16 apresenta menor raio: o $_{8}O$ ou o $_{16}S$?	

? Questão 4: Quando um átomo se transforma em ião, o seu tamanho aumenta ou diminui?

Registos

Elemento	Na Raio_____	Mg Raio_____	O Raio_____	F Raio_____
Ião	Na^{+} Raio_____	Mg^{2+} Raio_____	O^{2-} Raio_____	F^{-} Raio_____

Questões de reflexão	Respostas/Conclusões
4.1.Como varia o raio atómico quando o átomo se transforma num catião? 4.2.Como varia o raio atómico quando o átomo se transforma num anião? 4.3.Como explicas os valores observados?	

Questões de aplicação	Respostas
4.4.Qual das partículas apresenta maior raio: o iodo ou o seu respectivo ião mais estável? 4.5. Qual das partículas apresenta maior raio: o cálcio ou o seu respectivo ião mais estável?	

? Será que a 1ª energia de ionização dos elementos representativos tem uma variação periódica na Tabela Periódica?

? Questão 5: Como varia a 1ª energia de ionização ao longo de um período?

Registos

Elementos do 3º período	1ª Energia de Ionização	Carga Nuclear	Configuração Electrónica

Questões de reflexão

5.1. Como varia a 1ª energia de ionização ao longo de um período?

5.2. Quais os factores que influenciam essa variação?

5.3. Algum desses factores predomina sobre o outro?

Respostas/Conclusões

Questões de aplicação

5.4. Qual dos elementos do 2º período apresenta menor energia de ionização: o $_5B$ ou o $_6C$?

Respostas

? Questão 6: Como varia a 1ª energia de ionização ao longo de um grupo?

Registos

Elementos do Grupo 2	1ª Energia de Ionização	Carga Nuclear	Configuração Electrónica

Questões de reflexão

6.1. Como varia a 1ª energia de ionização ao longo de um grupo?

6.2. Quais os factores que influenciam essa variação?

6.3. Algum desses factores predomina sobre o outro?

Respostas/Conclusões

Questões de aplicação

6.4. Qual dos elementos do grupo 15 apresenta maior energia de ionização: o $_7N$ ou o $_{15}P$?

6.5. Qual a relação entre a variação da 1ª energia de ionização e o raio atómico?

Respostas

Questões de pesquisa livre na *Internet*

- Quais os cientistas que mais contribuíram para a construção da Tabela Periódica até à sua organização actual?
- Qual a razão do elemento hidrogénio não surgir, muitas vezes, na Tabela Periódica associado a qualquer grupo?
- Quais dos valores apresentados juntamente com o símbolo químico do elemento dizem respeito às suas propriedades? E quais dizem respeito a propriedades da substância elementar correspondente?

- Como varia o carácter metálico (os metais caracterizam-se pela facilidade de se transformarem em iões positivos) ao longo de um período e ao longo de um grupo, para os elementos representativos?
- Quais as principais diferenças nas características dos elementos metálicos e não metálicos, tendo em conta a configuração electrónica, as energias de ionização e os iões mais comuns?
  Nota: Para responder a esta questão compare o grupo 1 com o grupo 17
- Quais as semelhanças entre as substâncias elementares correspondentes aos elementos do grupo 1?

Para responder às questões podem-se consultar vários sites.
Além de outros considerados oportunos, sugerem-se os que se encontram no ponto seguinte.

Sites sobre Tabela Periódica

- http://site.ifrance.com/okapi/quimicap.htm
- http://pt.wikipedia.org/wiki/Tabela_Periódica
- http://www.brasil.terravista.pt/Alfubeira/1895/
- http://pearl1.lanl.gov/periodic/default.htm
- http://www.chemicalelements.com/
- http://www.chemsoc.org/viselements/

Vamos aprender ainda mais a brincar...

Consulte o *site* http://nautilus.fis.uc.pt/cec/jogostp e explore-o para tornar o desafio de compreender os conceitos associados à Tabela Periódica ainda mais motivante.

Nele poderá encontrar vários jogos: "Jogo das Adivinhas", "Jogo dos Elementos", "Jogo das Borboletas" e "Jogo dos Pares".



Bom trabalho!

GUIÃO DA ENTREVISTA
TABELA PERIÓDICA v2.5

⇨ Objectivos

- Compreender se a TP v2.5 cativa os alunos em todas as suas vertentes (*interfaces*, informação científica e sua organização, desafios e questões lúdicas).
- Recolher as ideias dos alunos acerca das alterações que efectuavam na TP v2.5.
- Avaliar a originalidade das reformulações sugeridas pelos alunos.

⇨ Preparação dos entrevistados

Os entrevistados irão ser alunos que frequentam o 10º ano de escolaridade na Escola Secundária de Castelo de Paiva. Todos eles integram a turma A.

Na aula anterior à exploração da Tabela Periódica v2.5, os alunos serão informados dos principais objectivos dessa actividade, bem como da entrevista que se seguirá.

Na sequência do diálogo, ser-lhes-ão apresentadas as expectativas da investigação e os resultados que se pretendem atingir. O entusiasmo com que o estudo está a ser levado a cabo deixar-se-à transparecer, salientando-se a importância que as respostas dadas podem trazer à investigação em curso.

De seguida, eles serão informados do porquê de terem sido escolhidos e do tempo de duração da entrevista. A data, a hora e o local para realizá-la combinar-se-ão posteriormente.

⇨ Entrevista

⇨ Síntese enquadradora

A Tabela Periódica é um instrumento de permanente consulta para qualquer químico, pois permite, facilmente, obter informações sobre as propriedades dos elementos e respectivas estruturas atómicas. O seu poder fascinante reside na periodicidade das propriedades dos elementos e das substâncias elementares correspondentes.

Na *Internet* existem muitas Tabelas Periódicas com bastante informação que podemos consultar de forma acessível. No entanto, a forma como os vários *sites* se encontram estruturados e organizados é diferente.

⇨ Questões

1. A Tabela Periódica é um objecto que te desafia ao seu estudo?

2. E para os químicos, será um instrumento poderoso?

3. Já referiste a Tabela Periódica nas disciplinas ligadas à área das Ciências Físico-Químicas?
   - 3.1 Quantas vezes?
   - 3.2 Em que anos de escolaridade?
   - 3.3 Quais os conceitos mais importantes estudados nessa(s) altura(s)?

4. A forma como te foi apresentado este conteúdo motivou-te?
   - 4.1 Quais os meios que o(a) professor(a) utilizou?

5. Já alguma vez tinhas pensado em estudar a Tabela Periódica através da *Internet*?
   5.1 O que tem de mais positivo o estudo dessa forma?
   5.2 E o que tem de mais negativo?
   5.3 O roteiro entregue pela professora, no início da aula, ajudou-te a explorar a Tabela Periódica?

6. No *site* da Tabela Periódica v2.5 o que mais te surpreendeu?
   6.1 A *interface* inicial desperta a curiosidade e o interesse para visitar o *site*?
   6.2 O que tens a dizer quanto à opção de escolha entre a versão portuguesa e inglesa?
   6.3 Os ícones e outros *links* que surgem na *interface* de interacção inicial são todos indispensáveis?
   6.4 E quanto à apresentação da informação?
      6.4.1 Encontra-se bem organizada?
      6.4.2 É de fácil pesquisa?
      6.4.3 Está correcta cientificamente?
      6.4.4 Está de acordo com os conceitos já aprendidos?
   6.5 De forma directa ou indirecta, encontraste resposta para todas as questões colocadas no roteiro?
   6.6 Recorreste muito à ajuda da professora?
   6.7 Queres reforçar algum aspecto positivo ou negativo que consideres pertinente?

(estas questões serão colocadas aos alunos mostrando-lhes as imagens das várias *interfaces* da Tabela Periódica v2.5)

7. Na tua opinião, o que é que deve ser alterado no *site* para o tornar mais desafiador de aprendizagens significativas?
   7.1 Alteravas algum aspecto nas *interfaces*?
   7.2 Retiravas ou acrescentavas alguma opção de escolha?
   7.3 Mudavas a forma como está organizada a informação?
   7.4 O que gostarias de ver mais nesta Tabela Periódica?
      7.4.1 Hiperligações para cada elemento, com referência às suas aplicações no quotidiano? (nesta questão será explicitada a noção de hiperligação)
      7.4.2 Mais vídeos com experiências de laboratório?
      7.4.3 Mais hipertextos? (nesta questão será explicitada a noção de hipertexto)
      7.4.4 Questões e/ou problemas desafiadoras?
      7.4.5 Jogos à mistura?

(estas questões só serão utilizadas em caso e depois de silêncio)

8. Dos outros *sites* que consultaste, o que tens a dizer?
    8.1 Qual o que mais te chamou a atenção? Porquê?

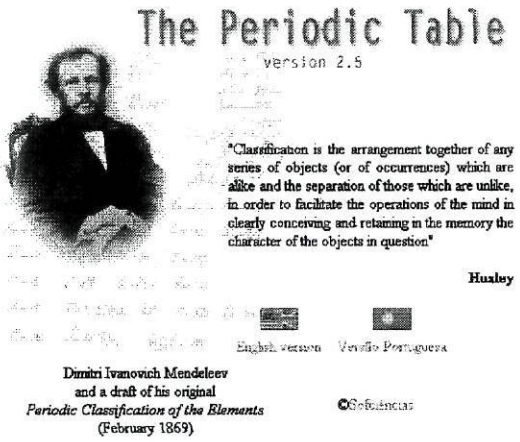
(estas questões apresentar-se-ão aos alunos em conjunto com as imagens das *interfaces* dos vários *sites* indicados no roteiro de exploração)

9. E quanto aos jogos?
    9.1 O que mais gostaste de jogar? Porquê?
    9.2 Os jogos ajudam-te a memorizar algumas informações acerca da Tabela Periódica?
    9.3 Gostarias de os ver integrados no mesmo *site* da Tabela Periódica?

(estas questões serão colocadas aos alunos mostrando-lhes a imagem da página com os vários *links* para os diferentes jogos)

10. Queres acrescentar alguma informação sobre a qual não tenhas sido questionado(a)?

Anexo 4 – Imagens de apoio à entrevista



Página Inicial





Tabela Periódica v2.5

Biografias
Um pouco de História
Acerca desta Tabela Periódica

Assine o nosso Livro de Visitas
Veja o nosso Livro de Visitas

Seleccione um Elemento
Seleccione um Cientista

É necessário o Netscape Navigator 4.0 ou o Internet Explorer 4.0 para ver correctamente estas páginas. Recomendamos uma resolução de 1024x768 em cor verdadeira (pelo menos 8 bits). Qualquer dúvida, comentário, imprecisão, etc, enviar um mail para Miguel Marques (marques@nautilus.fis.uc.pt)

Esta página foi visitada [1] vezes desde 1/2/99.

***Interface* de interacção inicial**



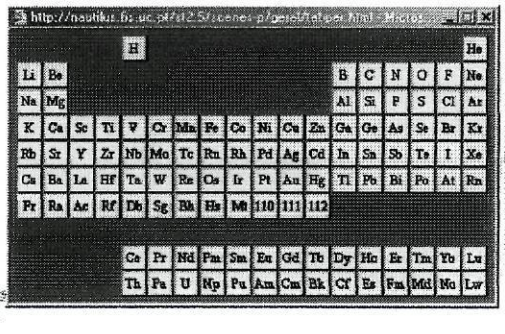
Hidrogénio



Não é fácil decidir a posição a atribuir ao hidrogénio na Tabela Periódica, uma vez que não se encaixa em nenhum dos grupos. Por vezes é colocado no topo do grupo I (metais alcalinos) e, realmente, tendo em conta a sua natureza electropositiva, insere-se melhor neste grupo do que em qualquer outro. Outras vezes, o seu comportamento assemelha-se ao dos halogéneos, aceitando um segundo electrão para formar um ião mononegativo.

De facto, a estrutura atómica do hidrogénio (um núcleo com carga unitária positiva e um electrão) é tão diferente de qualquer outro elemento, que se justifica colocá-lo num local especial da Tabela Periódica, não o associando a qualquer grupo em particular.

- História
- Ocorrência
- Isótopos
  - Deutério
  - Tritio
- Hidrogénio *Orto* e *Para*
- Propriedades
  - Elemento
  - Atómicas
  - Isótopos
  - Espectro
  - Substâncias Elementares
  - Substâncias Compostas

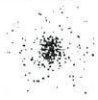




Página com *menu* de escolha



Atómicas

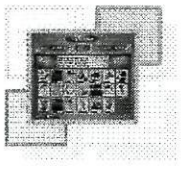


- **Massa Atómica:** 22.989768
- **Electronegatividade:**
  - *Pauling*: 0.93
  - *Allred*: 1.01
  - *Absoluta*: 2.85 eV
- **Afinidade Electrónica:** 52.9 kJ mol^{-1}
- **Polarizabilidade:** 23.6 Å^3
- **Carga Nuclear Efectiva:**
  - *Slater*: 2.2
  - *Clementi*: 2.51
  - *Froese Fischer*: 3.21
- **Raio:**
  - Na^{1+}: 98 pm
  - *Atómico*: 153.7 pm
  - *Van der Waals*: 231 pm
- **Energias de Ionização Atómicas:**
  - 3s : 496 kJ mol^{-1}
  - 2p : 3280 kJ mol^{-1}
  - 2s : 6368 kJ mol^{-1}
  - 1s : 103721 kJ mol^{-1}
- **Energias de Ionização Sucessivas:**
  - $Na \rightarrow Na^{+}$: 495.8 kJ mol^{-1}
  - $Na^{+1} \rightarrow Na^{+2}$: 4562.4 kJ mol^{-1}
  - $Na^{+2} \rightarrow Na^{+3}$: 6912 kJ mol^{-1}
  - $Na^{+3} \rightarrow Na^{+4}$: 9543 kJ mol^{-1}
  - $Na^{+4} \rightarrow Na^{+5}$: 13353 kJ mol^{-1}
  - $Na^{+5} \rightarrow Na^{+6}$: 16610 kJ mol^{-1}
  - $Na^{+6} \rightarrow Na^{+7}$: 20114 kJ mol^{-1}
  - $Na^{+7} \rightarrow Na^{+8}$: 25490 kJ mol^{-1}
  - $Na^{+8} \rightarrow Na^{+9}$: 28933 kJ mol^{-1}
  - $Na^{+9} \rightarrow Na^{+10}$: 141360 kJ mol^{-1}
- **Iões Comuns** : Na^{1+}

Propriedades atómicas do sódio

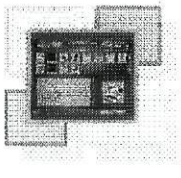
softciências
CENTRO DE COMPETÊNCIA SÓFIA

Jogos sobre a Tabela Periódica



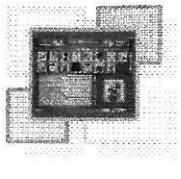
Adivinhas sobre a Tabela Periódica

Neste jogo terás de adivinhar qual é o elemento químico relacionado com cada quadra, seleccionando o elemento correcto. Se errares aplica-te uma penalização temporal. Presta atenção à contagem parcial que aparece entre adivinhas. Ganha quem conseguir o menor tempo no final.



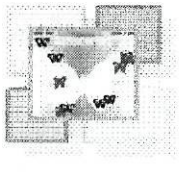
Jogo dos Elementos I

Tenta descobrir o elemento químico, com base nas pistas que te dão. Por cada pergunta que fizeres ao computador ou cada elemento mal escolhido irão "custar-te" penalizações.
Mas é preciso uma boa pontuação!



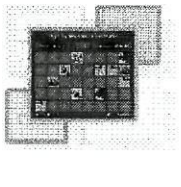
Jogo dos Elementos II

Este jogo é semelhante ao "Jogo dos Elementos I", mas um pouco mais difícil.
Experimenta!



Borboletas Químicas

Tenta "caçar" as borboletas correctas, que não param quietas!
Cuidado com as curvas e ... com as penalizações!

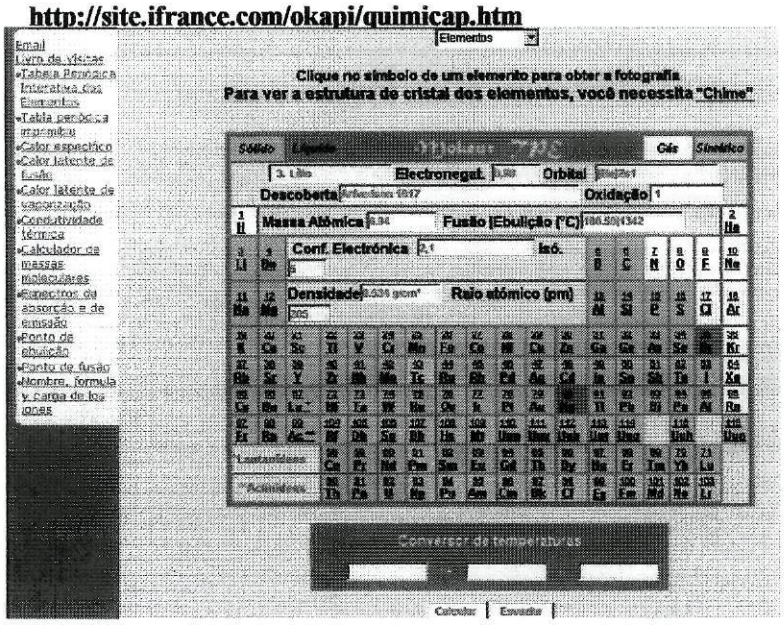


Jogo da Descoberta dos Pares

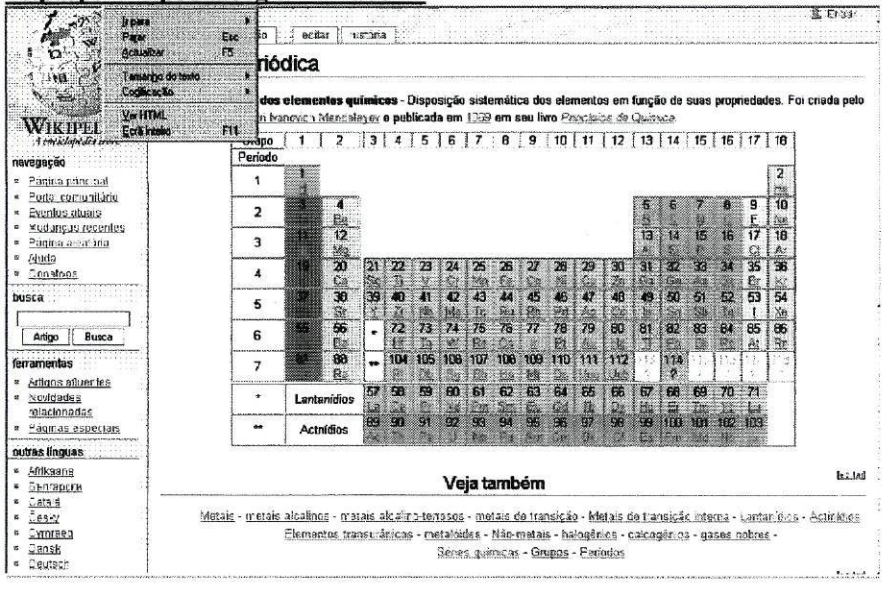
Os elementos estão aos pares e todos escondidos. Escolhe um elemento e tenta descobrir o seu par. Se errares, mostra e esconde o elemento errado aplicando-te uma penalização. Se acertares, podes escolher um novo elemento e assim sucessivamente até completares o quadro.
O tempo não perdoa! Põe a memória a funcionar!

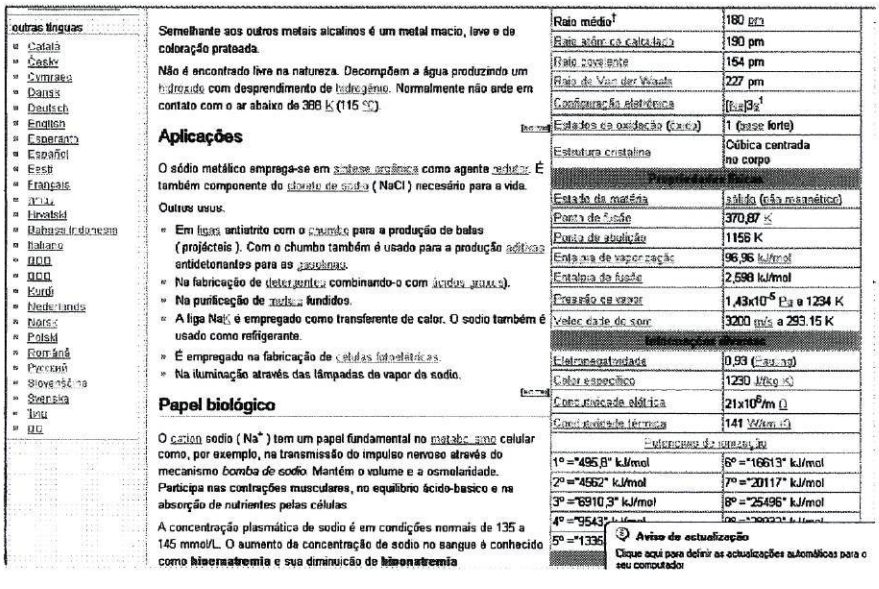
Página com opções de escolha para diferentes jogos

http://site.ifrance.com/okapi/quimicap.htm

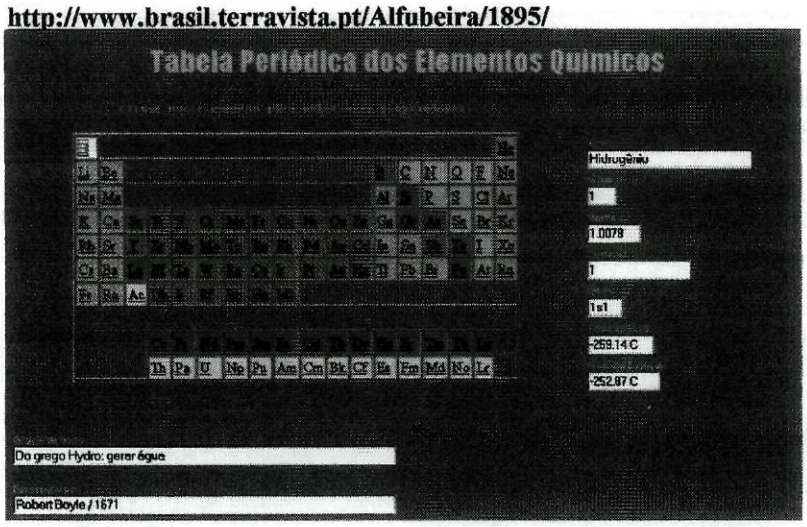


http://pt.wikipedia.org/wiki/Tabela_

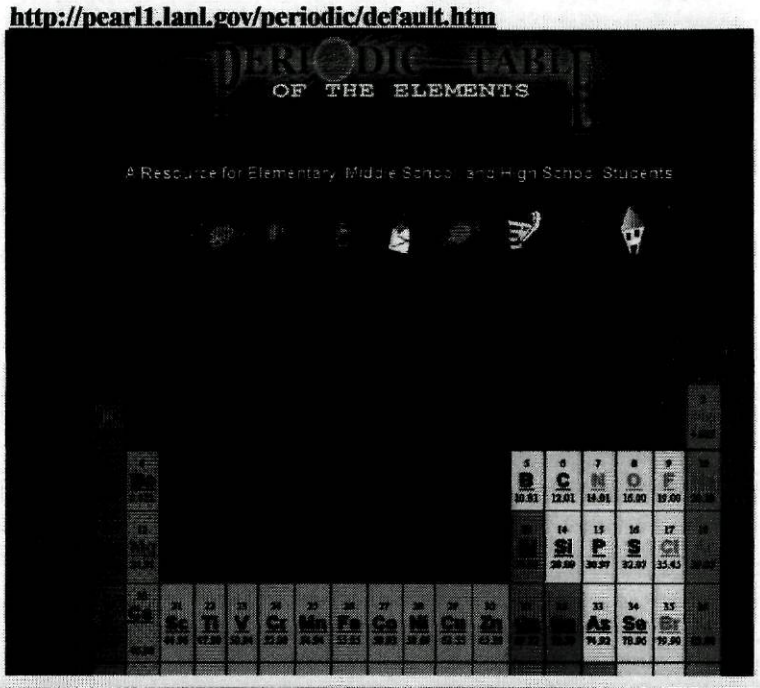


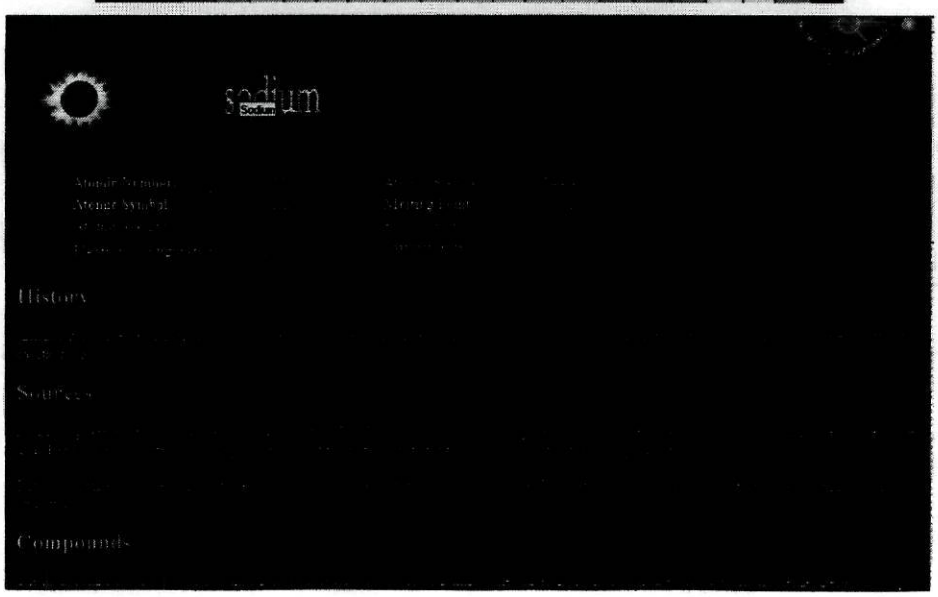


http://www.brasil.terravista.pt/Alfubeira/1895/

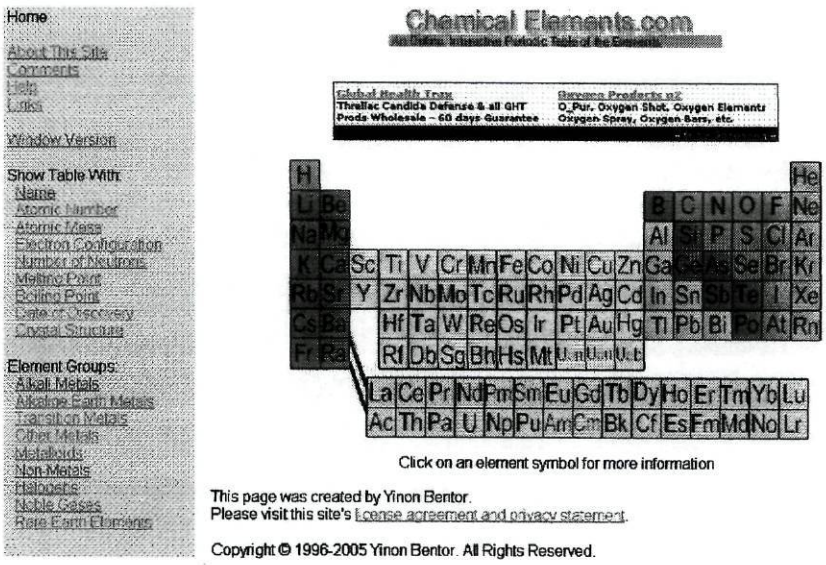


http://pearl1.lanl.gov/periodic/default.htm





http://www.chemicalelements.com/

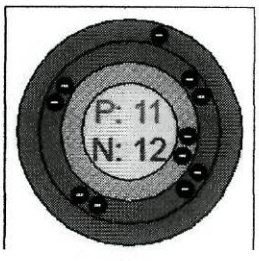




Basic Information

Name: Sodium
Symbol: Na
Atomic Number: 11
Atomic Mass: 22.98977 amu
Melting Point: 97.8 °C (370.95 °K, 208.04001 °F)
Boiling Point: 552.9 °C (826.05005 °K, 1027.2201 °F)
Number of Protons/Electrons: 11
Number of Neutrons: 12
Classification: Alkali Metal
Crystal Structure: Cubic
Density @ 293 K: 0.971 g/cm^3
Color: silvery

Atomic Structure



Number of Energy Levels: 3

First Energy Level: 2
Second Energy Level: 8
Third Energy Level: 1

http://www.chemsoc.org/viselements/



Anexo 5 – Transcrição das Entrevistas

TRANSCRIÇÃO DAS ENTREVISTAS

Entrevista 1

Prof. – A Tabela Periódica é um instrumento de trabalho que te desafia ao seu estudo?

Aluno 1 – Sim, porque acho que é interessante e importante conhecer as propriedades dos compostos e materiais e das reacções químicas que podem haver entre elas.

Prof. – E para os químicos, será que a Tabela Periódica também é importante?

Aluno 1 – Sim, porque através dela podem estudar, descobrir novas coisas. Sei lá.
(risos)

Prof. – É ela um instrumento que lhes permite pesquisar as propriedades dos elementos e substâncias elementares correspondentes?

Aluno 1 – Sim.

Prof. – Já estudaste a Tabela Periódica noutros anos?

Aluno 1 – O ano passado, desde que comecei a disciplina de Química. Acho que sim.

Prof. – Quais os conceitos mais importantes que estudaste nessa altura?

Aluno 1 – Divisão em grupos e períodos, divisão entre metal e não metal. Ao início acho que foi basicamente isso.

Prof. – De que forma estudaste a Tabela Periódica no 9º ano? Que meios é que a professora utilizou?

Aluno 1 – A professora usou o livro e uma Tabela Periódica que ela tinha lá.

Prof. – Quando tiveste conhecimento de que este ano ias estudar a Tabela Periódica através da *Internet*, ficaste motivada?

Aluno 1 – Sim.

Prof. – A forma como abordaste no 9º ano também te motivou?

Aluno 1 – Motivou, porque era um instrumento novo de aprendizagem, mas através da *Internet* motiva-me mais.

Prof. – O que tem de mais positivo para ti estudar através da *Internet*?

Aluno 1 – Através da *Internet* temos a sensação que é uma aprendizagem mais fácil, de acesso mais rápido.

Prof. – São essencialmente estes dois factores que consideras que tornam a aprendizagem mais significativa?

Aluno 1 – Sim.

Prof. – E o que tem de mais negativo?

Aluno 1 – Não estou a ver nada. (...) Só se nós brincarmos muito e não estivermos interessados em aprender.

Prof. – O roteiro entregue pela professora, no início da aula, ajudou-te a explorar a Tabela Periódica?

Aluno 1 – Ajudou, porque assim não andávamos só a clicar aqui e ali. Tínhamos um objectivo que era responder às questões da ficha. Ajudou bastante.

Prof. – Vamos agora dialogar um pouco sobre o *site* com que trabalhamos na aula.
A *interface* inicial desperta a curiosidade e o interesse para visitar o *site*?

Aluno 1 – Sim.

Prof. – O que tens a dizer quanto à opção de escolha entre a versão portuguesa e inglesa?

Aluno 1 – Acho que é importante, porque o inglês é a língua universal.

Prof. – Os ícones e os *links* que surgem na *interface* de interacção inicial são todos importantes?

Aluno 1 – Sim.

Prof. – E quanto à apresentação da informação, ela encontra-se bem organizada?

Aluno 1 – Sim.

Prof. – É de fácil pesquisa?

Aluno 1 – Sim.

Prof. – Está correcta cientificamente?

Aluno 1 – Acho que sim.

Prof. – Está de acordo com os conceitos já aprendidos?

Aluna 1 – Sim.

Prof. – Conseguiste encontrar resposta para todas as questões do roteiro?

Aluno 1 – Sim.

Prof. – Recorreste muito à ajuda da professora durante a aula?

Aluno 1 – Não.

Prof. – Queres reforçar algum aspecto positivo ou negativo que consideres importante?

Aluno 1 – Gostei do *site*, porque a partir dele tenho muita informação. Ele despertou-me a curiosidade para aprender mais sobre a Tabela Periódica.

Prof. – Na tua opinião, o que é que deve ser alterado no *site* para o tornar mais desafiador de aprendizagens significativas?

Aluno 1 – Talvez os ícones. À primeira vista não sabemos bem para que servem.

Prof. – Porquê?

Aluno 1 – Se calhar as imagens não estão muito alusivas ou de acordo com o sítio para onde nos leva o ícone. Eles poderiam ter animações.

Prof. – Preferes os *links* com a opção de escolha na seta ou os sublinhados a azul?

Aluno 1 – Os dois são (...) A seta tem acesso mais específico ao que nós queremos, os outros são mais gerais. Se estivermos à procura de coisas mais gerais prefiro os azuis. Algo mais específico, são melhores os de seta.

Prof. – E quanto ao aspecto geral das *interfaces*, mudavas alguma coisa?

Aluno 1 – Dava um pouco mais de vida ao *site*. Mais cores. Mais animações.

Prof. – Mudavas a forma como a informação está organizada?

Aluno 1 – Não.

Prof. – O que gostarias de ver mais nesta Tabela Periódica?

Aluno 1 – (expressão interrogativa)

Prof. – Por exemplo, hiperligações para cada elemento, com referência às suas aplicações no quotidiano?

Aluno 1 – Sim.

Prof. – E vídeos com experiências de laboratório?

Aluno1 – Também.

Prof. – E que tal, mais hipertextos? (expliquei o significado da palavra hipertexto)

Aluno 1 – Gosto desse tipo de apresentação.

Prof. – E se a Tabela Periódica fosse apresentando problemas desafiadores?

Aluno 1 – Acho que me motivava mais. Sim.

Prof. – E que tal jogos à mistura?

Aluno 1 – Ficaria melhor, também.

Prof. – Dos outros *sites* que consultaste, qual o que mais gostaste?

Aluno 1 – Gostei deste (apontou para a *interface* do 1º *site* indicado no roteiro), porque quando se consulta a Tabela Periódica tem-se logo acesso a todas as informações de um elemento.

Prof. – Todas?

Aluno 1 – Todas não, as mais importantes.

Prof. – Preferias ver o *site* com que estivemos a trabalhar com a estrutura deste?

Aluno 1 – Sim.

Prof. – Daria para compilar toda a informação presente no *site* com que trabalhamos dessa forma?

Aluno 1 – Acho que não é possível. Só a mais importante. Assim já dava.

Prof. – O que mais te chamou a atenção?

Aluno 1 – Gostei neste (apontou para a *interface* do 3º *site* indicado no roteiro) da estrutura atómica. Gostei do desenho.

Prof. – E quanto aos jogos, qual o que mais gostaste?

Aluno 1 – O das borboletas.

Prof. – Porquê?

Aluno 1 – Sei lá. (risos) Era o que tinha mais acção, mais movimento.

Prof. – Quais os jogos que mais te ajudam a memorizar informações acerca da Tabela Periódica?

Aluno 1 – Eu não joguei todos. Talvez o das borboletas e dos pares. Os outros não me lembro bem. O jogo da descoberta dos pares sim.

Prof. – Em que sentido?

Aluno 1 – Através da imagem podíamos saber se era um gás, um metal, (...) saber tipo o hidrogénio é o H e assim.

Prof. – Gostavas de ver estes jogos integrados no mesmo *site* da Tabela Periódica?

Aluno1 – Sim.

Prof. – Como o farias?

Aluno 1 – Punha aqui, neste ícones.

Prof. – Muito obrigada pela tua colaboração.

Aluno 1 – Até logo, professora.

Entrevista 2

Prof. – A Tabela Periódica é um objecto de trabalho que te desafia ao seu estudo?

Aluno 2 – É, porque tem coisas assim um bocado complicadas, mesmo para decorar algumas propriedades dos elementos. É um desafio.

Prof. – E para os químicos, será que a Tabela Periódica também é importante?

Aluno 2 – É, porque eles lá têm praticamente tudo. Têm as propriedades atómicas, os raios, os espectros, etc. É um bom instrumento. Não precisam de decorar, basta ter a Tabela.

Prof. – Já estudaste a Tabela Periódica na disciplina de Ciências Físico-Químicas?

Aluno 2 – Estudar ou dá-la nas aulas?

Prof. – Aprender a Tabela Periódica nas aulas. Quantas vezes já o fizeste?

Aluno 2 – Três ou quatro.

Prof. – Em que anos de escolaridade?

Aluno 2 – Duas vezes no 8º, no 9º e agora no 10º ano.

Prof. – Quais os conceitos mais importantes que estudaste nos anos anteriores?

Aluno 2 – Não me lembro *stora*. No 10º ano lembro-me de alguma coisa, do 8º e 9º ano pouca coisa. Lembro-me da distribuição electrónica e de mais nada.

Prof. – A forma como te foi apresentada a Tabela Periódica nesses anos motivou-te?

Aluno 2 – Motivou, porque a professora era fixe. É porreiro. É interessante.

Prof. – O que a professora utilizou na aula para abordar este conteúdo?

Aluno 2 – O livro, acetatos e depois deu-nos uma cópia.

Prof. – Já alguma vez tinhas pensado estudar a Tabela Periódica através da *Internet*?

Aluno 2 – Não, nunca pensei que pudesse existir assim um *site*.

Prof. – O que tem de mais positivo para ti estudar através da *Internet*?

Aluno 2 – Às vezes temos o vício de estar na Internet e agora podemos ter a oportunidade de estudar a Tabela Periódica que é uma coisa complicada. Temos acesso rápido e podemos encontrar tudo sobre os elementos. Até podemos fazer o T.P.C. a olhar para aquilo.

Prof. – E o que tem de mais negativo?

Aluno 2 – Se calhar começamo-nos a interessar mais e acabamos por nos perder e deixar de fazer outras coisas importantes.

Prof. – Neste contexto, consideras que a ficha entregue no início da aula foi importante?

Aluno 2 – Foi, para descobrir o *site* e para nos empenharmos na procura das respostas. Foi uma aula interessante em que se aprenderam muitas coisas.

Prof. – Vamos agora dialogar um pouco sobre o *site* com que trabalhamos na aula.
A *interface* inicial desperta a curiosidade e o interesse para visitar o *site*?

Aluno 2 – Desperta, porque aparece logo a história da Tabela Periódica e as pessoas que a desenvolveram ao longo do tempo. Para quem gostar de ter algumas noções históricas, neste caso da Tabela Periódica, motiva logo.

Prof. – O que tens a dizer quanto à opção de escolha entre a versão portuguesa e inglesa?

Aluno 2 – A versão portuguesa tinha de aparecer porque foi o país onde foi desenvolvido o *site* e a versão inglesa porque é a língua mais falada. Está bem feito.

Prof. – Os ícones e os *links* que surgem na *interface* de interacção inicial são todos indispensáveis?

Aluno 2 – Os *links* estão bem. Se quiser voltar ao início posso ir logo ali (apontou para o 1º ícone da imagem da *interface* de interacção inicial), não preciso de ir ao retroceder. Os *links* para a história da Tabela Periódica, para o nome dos elementos, para o nome dos cientistas podem ajudar a fazer trabalhos e são importantes. Alguns *links* são mais importantes do que outros, mas são todos indispensáveis.

Prof. – E quanto à apresentação da informação, ela encontra-se bem organizada?

Aluno 2 – Sim. Em alguns *sites* está muito pior.

Prof. – É de fácil pesquisa?

Aluno 2 – É fácil e rápida.

Prof. – Está correcta cientificamente?

Aluno 2 – Acho que sim. Além de algumas coisas falharem um bocadinho, acho que sim.

Prof. – O que estava em falha?

Aluno 2 – Não me lembro.

Prof. – Está de acordo com os conceitos já aprendidos?

Aluno 2 – Está.

Prof. – Conseguiste encontrar resposta para todas as questões do roteiro?

Aluno 2 – Encontrei.

Prof. – Recorreste muito à ajuda da professora durante a aula?

Aluno 2 – Não, nem por isso.

Prof. – Queres reforçar algum aspecto positivo ou negativo que consideres importante?

Aluno 2 – Acho que não.

Prof. – Na tua opinião, o que é que deve ser alterado no *site* para o tornar mais desafiador de aprendizagens significativas?

Aluno 2 – (silêncio)

Prof. – Alteravas o aspecto das *interfaces*?

Aluno 2 – Não, acho que está bem assim.

Prof. – Retiravas ou acrescentavas alguma opção de escolha?

Aluno 2 – Acho que não.

Prof. – Mudavas a forma como a informação está organizada?

Aluno 2 – Não.

Prof. – O que gostarias de ver mais nesta Tabela Periódica?

Aluno 2 – (silêncio)

Prof. – Por exemplo, hiperligações para cada elemento, com referência às suas aplicações mais actuais no quotidiano?

Aluno 2 – Era bom, pois temos alguns elementos ligados ao dia-a-dia e não damos conta disso. Algumas hiperligações com algumas aplicações que nós nem sequer sabemos era muito porreiro.

Prof. – E vídeos com experiências de laboratório?

Aluno 2 – Isso era interessante. Algumas experiências vamos fazer, mas era interessante ver como pessoas mais avançadas as fazem.

Prof. – E que tal, mais hipertextos?

Aluno 2 – Também era bom. Esses hipertextos podiam levar-nos aos significados das palavras. Por exemplo, halogéneos. Muitas vezes, os termos científicos são difíceis e isso ajuda.

Prof. – Preferes que toda a informação surja num único texto ou que sejam utilizados os hipertextos?

Aluno 2 – Prefiro os hipertextos e pesquisar aos bocadinhos, pois posso voltar onde estava sem me perder.

Prof. – E se a Tabela Periódica fosse apresentando problemas desafiadores?

Aluno 2 – Era dar tipo algumas pistas e nós depois teríamos que encontrar a resposta e conhecer mais o *site*, os elementos e a química? Era bom.

Prof. – Por fim, gostarias de ver nesta Tabela Periódica jogos à mistura?

Aluno 2 – Assim o *site* ficaria perfeito.

Prof. – Dos outros *sites* que consultaste, qual o que mais gostaste?

Aluno 2 – Não gostei muito deles; a maior parte das vezes, pela organização da informação.

Prof. – Existe algum que tenhas gostado mais?

Aluno 2 – Gostei mais deste (apontou para a *interface* do 4º *site* indicado no roteiro). Gostei mais da organização da informação do nosso, mas gostei mais do aspecto visual deste. A informação neste até nem está assim tão má.

Prof. – Então mudavas alguma coisa no aspecto visual do *site* com que trabalhaste na aula?

Aluno 2 – Talvez algumas cores para haver maior contraste.

Prof. – Que cores alteravas? Em que sítio?

Aluno 2 – Não sei muito bem.

Prof. – Queres acrescentar mais alguma coisa?

Aluno 2 – Alguns *sites* estavam em língua estrangeira e não encontrei a versão portuguesa.

Prof. – E quanto aos jogos, qual o que mais gostaste?

Aluno 2 – Gostei muito das adivinhas sobre a Tabela Periódica, do jogo das borboletas e dos pares.

Prof. – Porquê?

Aluno 2 – As adivinhas ajudam-nos a pensar nos vários elementos, tipo os electrões de valência, e nós temos de descobrir em que grupo e período se encontra. O jogo das borboletas porque nos ajuda a decorar quais os elementos, por exemplo, metais e não metais e outras coisas. O jogo dos pares (risos) (...) Professora, sou viciado em jogos de pares, por isso é que gostei.

Prof. – De que forma os jogos te ajudam a memorizar informações acerca da Tabela Periódica?

Aluno 2 – Ajudando a aprender.

Prof. – Gostavas de ver estes jogos integrados no mesmo *site* da Tabela Periódica?

Aluno 2 – Era bom. Mas acho que alguns deviam ter as soluções. Algumas questões são muito difíceis.

Prof. – Onde colocavas o *link*?

Aluno 2 – Não sei, ao lado ou por baixo da Tabela Periódica e punha o que tinha mais a ver: o das adivinhas ou o das borboletas.

Prof. – Queres acrescentar alguma informação, para depois concluirmos a entrevista?

Aluno 2 – Acho que o *site* está bem organizado e a informação está lá toda.

Prof. – Muito obrigada pela tua colaboração.

Aluno 2 – Espero que venha a contribuir de forma positiva. Xau.

Entrevista 3

Prof. – Gostas de estudar a Tabela Periódica?

Aluno 3 – Eu gosto de a estudar porque sempre gostei de Química.

Prof. – O estudo da Tabela Periódica desafia-te?

Aluno 3 – Desafia um bocado, mas tenho algumas dificuldades em compreender algumas coisas.

Prof. – Para os químicos, consideras a Tabela Periódica um instrumento poderoso?

Aluno 3 – É, porque assim tentam explicar o porquê dos elementos ocuparem determinado lugar.

Prof. – Já estudaste a Tabela Periódica nas disciplinas ligadas à área das Ciências Físico-Químicas?

Aluno 3 – Sim e também em casa.

Prof. – Em que anos de escolaridade?

Aluno 3 – No 9º e 10º ano.

Prof. – Quais os conceitos mais importantes que estudaste no 9º ano?

Aluno 3 – Número atómico, número de massa, massa molecular relativa, períodos e grupos. Não me lembro de mais.

Prof. – A forma como te foi apresentado este conteúdo deixou-te motivado?

Aluno 3 – Deixou.

Prof. – Porquê?

Aluno 3 – A professora não explicava muito bem o que me obrigava a estudar em casa sozinho. Esta situação tornou-se um desafio.

Prof. – O que a professora utilizou na aula para vos ensinar os conceitos relacionados com a Tabela Periódica?

Aluno 3 – O livro.

Prof. – Já alguma vez tinhas pensado em estudar a Tabela Periódica através da *Internet*?

Aluno 3 – Não.

Prof. – O que tem de mais positivo o estudo dessa forma?

Aluno 3 – Eu gosto mais do livro, mas a *Internet* ajuda-nos mais. Se tiver alguma dúvida a *Internet* tira, enquanto o livro nem sempre tem tudo. Mesmo assim, venho mais entusiasmado para a aula do livro.

Prof. – E o que tem de mais negativo?

Aluno 3 – Vicia e nem sempre pode estar bem completa. Os conceitos básicos podem faltar.

Prof. – O roteiro que eu entreguei, no início da aula, ajudou-te a explorar a Tabela Periódica?

Aluno 3 – Foi útil para eu saber o que tinha que procurar. Parece que com a ficha o computador fica mais parecido com um livro.

Prof. – Relativamente ao *site* com que trabalhamos na aula o que mais te surpreendeu? Ficaste motivado para continuar, após abrir a página inicial?

Aluno 3 – Não gostei muito da apresentação. Não me surpreendeu, nem me cativou para continuar.

Prof. – Mas, a professora mandou continuar, não foi?

(risos)

Prof. – O que tens a dizer quanto à opção de escolha entre a versão portuguesa e inglesa?

Aluno 3 – Está correcto. Pessoas que não sabem português podem sempre consultar a versão inglesa.

Prof. – Os ícones e os *links* que surgem na *interface* de interacção inicial são todos indispensáveis?

Aluno 3 – É uma forma de andar mais depressa. Não são dispensáveis.

Prof. – E quanto à apresentação da informação, ela estava bem organizada?

Aluno 3 – Estava.

Prof. – É de fácil pesquisa?

Aluno 3 – Um bocadinho complicado, porque não tenho muita prática na *Internet*.

Prof. – Está correcta cientificamente?

Aluno 3 – Embora tenha alguns erros que eu detectei, de uma forma geral está.

Prof. – Que erros encontraste?

Aluno 3 – Nas distribuições electrónicas aparecia $3s^1$ em vez de $3s^2$.

Prof. – Está de acordo com os conceitos que já aprendeste?

Aluno 3 – Sim, muitas coisas eu percebia.

Prof. – Conseguiste encontrar resposta para todas as questões do roteiro?

Aluno 3 – Sim.

Prof. – Recorreste muito à ajuda da professora durante a aula?

Aluno 3 – Durante algum tempo, porque não sabia onde ir procurar.

Prof. – Queres reforçar algum aspecto positivo ou negativo que consideres importante?

Aluno 3 – Não.

Prof. – Na tua opinião, o que é que deve ser alterado no *site* para o tornar mais desafiador de aprendizagens significativas?

Aluno 3 – Eu alterava as cores possíveis. Talvez mais para (...) (pausa) Na Tabela Periódica, em vez de fundo verde outra cor para realçar mais. Devia estar azul escuro.

Prof. – Mais alguma coisa?

Aluno 3 – Talvez a (...) (pausa) Talvez (...) Mais nada.

Prof. – E quanto às opções de escolha, retiravas ou acrescentavas alguma?

Aluno 3 – Não fazia alterações.

Prof. – Mudavas a forma como a informação está organizada?

Aluno 3 – Não.

Prof. – O que gostarias de ver mais nesta Tabela Periódica?

Aluno 3 – Talvez como foi descoberto (...) Os meios utilizados para descobrir os átomos.

Prof. – E que mais?

Aluno 3 – Não sei.

Prof. – Por exemplo, hiperligações para cada elemento, com referência às suas aplicações no quotidiano?

Aluno 3 – Sim, mas um parágrafo. Não vai interessar muito.

Prof. – E vídeos com experiências de laboratório?

Aluno 3 – Também muitos era exagero, mas alguns pode ser.

Prof. – E que tal, mais hipertextos?

Aluno 3 – Não, prefiro ver a informação toda de uma vez.

Prof. – E se a Tabela Periódica fosse apresentando problemas desafiadores?

Aluno 3 – Enriquecia, pois podia obrigar-nos a vir atrás para rever algumas informações.

Prof. – E se acrescentássemos jogos ao *site*? Ficariam bem?

Aluno 3 – Ficariam.

Prof. – Dos outros *sites* que consultaste, qual o que mais gostaste?

Aluno 3 – Do 1º que consultei (apontou para a *interface* do 1º *site* indicado no roteiro), porque é muito rápido. Quando andamos com o rato indica-nos quase tudo sobre o átomo. Foi o que mais gostei. Não os observei todos.

Prof. – A informação apresentada nesse *site* é suficiente?

Aluno 3 – Não, mas para um aluno do básico é suficiente. Para o secundário já não é.

Prof. – Então, como resolvias o problema da organização da informação?

Aluno 3 – Com um *link* que nos levasse a mais informação.

Prof. – Do género do *site* com que trabalhamos na aula?

Aluno 3 – Não ia bem para o género do nosso *site*. Punha menos opções de escolha.

Prof. – Relativamente às cores que já referiste anteriormente, algum *site* te chamou à atenção?

Aluno 3 – Não gostei das cores do preto. Do 1º (apontou novamente para a *interface* do 1º *site* indicado no roteiro) até gostei, porque não tem muitas cores. Mais cores, mais difícil de visualizar.

Prof. – Relativamente aos jogos, qual o que mais gostaste?

Aluno 3 – O das adivinhas, porque aí complicavam. Tínhamos que ver todas as pistas e pensar.

Prof. – Quais os jogos que mais te ajudam a memorizar informações acerca da Tabela Periódica?

Aluno 3 – O jogo das adivinhas, porque nos motiva a estudar mais. Fazia pensar muito.

Prof. – Jogaste ao jogo dos elementos?

Aluno 3 – Não.

Prof. – Gostavas de ver estes jogos integrados no mesmo *site* da Tabela Periódica?

Aluno 3 – Alguns. Se tiver muitos jogos não ajuda tanto. Se tiver um ou dois já incentiva. Para mim prefiro assim.

Prof. – Quais escolhias?

Aluno 3 – Jogos de escolha múltipla, palavras cruzadas e jogos de aplicação dos conceitos.

Prof. – Então, não inserias nenhum daqueles que estiveste a jogar?

Aluno 3 – Não.

Prof. – Queres acrescentar alguma informação sobre a qual não tenhas sido questionado?

Aluno 3 – Não gostei do tipo de letra, é muito pequena.

Prof. – Muito obrigada pela tua colaboração.

Aluno 3 – Já está na hora da nossa aula.

Prof. – Pois já.

Entrevista 4

Prof. – A Tabela Periódica é um instrumento que te desafia ao seu estudo?

Aluno 4 – É engraçado, é uma forma de nós estudarmos os elementos químicos mais fácil e mais divertida.

Prof. – E para os químicos, será ela importante?

Aluno 4 – Acho que é importante, porque através da Tabela Periódica eles têm muitas informações sobre os elementos químicos e cada vez se descobrem novos elementos e mais informações sobre os que já existem.

Prof. – Já estudaste a Tabela Periódica nas disciplinas ligadas à área das Ciências Físico-Químicas?

Aluno 4 – Estudei como?

Prof. – Quantas vezes os professores já abordaram os conceitos relacionados com a Tabela Periódica nas aulas?

Aluno 4 – Talvez umas dez vezes. Estudamos no 8º ano algumas partes, no 9º ano e depois para a prova global. No 10º ano fizemos revisões no início e agora aprofundamos mais. Dez vezes, pode ser mais ou menos.

Prof. – Que conceitos estudaste nos anos anteriores?

Aluno 4 – A Tabela Periódica é uma forma de organizar os elementos químicos para facilitar as pessoas que a vão estudar e os cientistas para a compreensão dos elementos. Os elementos estão dispostos pelo número atómico e organizados em períodos e grupos. Mas, sobre aqueles elementos de transição e os que estão em baixo não sei muito, porque nunca estudei muito sobre eles.

Prof. – Gostaste da forma como os professores abordaram a Tabela Periódica nesses anos lectivos?

Aluno 4 – No 9º ano gostei, no 8º ano não fazíamos nada.

Prof. – Quais os materiais utilizados na aula pelo professor do 9º ano?

Aluno 4 – Foi mesmo através do livro e do manual, alguns apontamentos e umas perguntas.

Prof. – Já alguma vez tinhas pensado estudar a Tabela Periódica través da *Internet*?

Aluno 4 – Nunca me tinha ocorrido essa possibilidade. Só quando a professora falou no início do ano que estaríamos envolvidos num projecto de multimédia é que pensei nisso.

Prof. – O que tem de mais positivo para ti estudar através da *Internet*?

Aluno 4 – A *Internet* cativa muito mais do que estudar pelo livro. O grau de dificuldade é o mesmo, mas só o facto de estar na *Internet* parece que não estamos a estudar e logo torna-se mais fácil aprender.

Prof. – E o que tem de mais negativo?

Aluno 4 – Ai, temos de pagar a conta telefónica.

Prof. – É só?

Aluno 4 – Às vezes a informação não está totalmente correcta, induzindo em erro e também é um bocado lento.

Prof. – E quanto à ficha que a professora entregou no início da aula, o que tens a dizer?

Aluno 4 – Era muito boa, porque explicava como trabalhar com o *site* e depois tinha muitas perguntas e dicas para tirara conclusões e aprender.

Prof. – Vamos agora centrar a nossa atenção no *site* com que trabalhamos na aula.
A *interface* inicial despertou-te a curiosidade e o interesse para visitar o *site*?

Aluno 4 – Quando vi aqui a cara deste homenzinho (...) (risos). Ao início parecia um pouco chato. As cores eram um pouco frias, não eram quentes e não motiva. Depois quando abri até vi que tinha muita coisa e gostei.

Prof. - O que tens a dizer quanto à opção de escolha entre a versão portuguesa e inglesa?

Aluno 4 – Acho que sim. Português, porque foi concebido por um português, logo tinha que ter a língua materna. O inglês, porque é universal.

Prof. – Os ícones e os *links* que surgem na *interface* de interacção inicial são todos indispensáveis?

Aluno 4 – Acho que são todos importantes, senão não estavam lá. As opções facilitam a pesquisa. Os botões são mais fáceis porque têm imagens e quem está habituado à *Internet* percebe bem. Por exemplo, o botão que tem a bandeira é lógico que nos leva à versão daquela língua.

Prof. – E quanto à informação, o que tens a dizer quanto à sua organização?

Aluno 4 – Acho que está bem organizada, mas algumas estavam incompletas e outras um bocado complicadas para quem nunca tinha trabalhado com a Tabela Periódica.

Prof. – É de fácil pesquisa?

Aluno 4 – Acho que sim.

Prof. – Tinha erros a nível científico?

Aluno 4 – Havia e eu encontrei alguns erros. A maior parte estava correcta. Eram erros mínimos.

Prof. – Que erros encontraste?

Aluno 4 – Nas distribuições electrónicas e numa ou outra característica. Já não me lembro especificamente em que elemento.

Prof. – A informação estava de acordo com os conceitos que já aprendeste?

Aluno 4 – Estava.

Prof. – De forma directa ou indirecta, encontraste resposta para todas as questões colocadas na ficha?

Aluno 4 – Sim.

Prof. – Recorreste muito à ajuda da professora?

Aluno 4 – Quando às vezes tinha dúvida sobre a matéria que estávamos a dar ou sobre informação que não via chamava a professora. Mas, a informação estava quase toda disposta no *site*.

Prof. – Queres reforçar algum aspecto positivo ou negativo que consideres importante?

Aluno 4 – Acho que só mais aquele caso de a informação não estar lá. Deviam informar o porquê de não estar lá a informação. Assim, sabíamos que não é defeito do *site*, mas algo que não se pode calcular.

Prof. – Na tua opinião, o que é que deve ser alterado no *site* para o tornar mais desafiador de aprendizagens significativas?

Aluno 4 – Acho que era mesmo a página inicial. Uma fotografia mais motivante. Nos outros *sites* que consultei o contraste de cores e as imagens cativam mais.

Prof. – Posso concluir que, essencialmente, alteravas as cores e as imagens?

Aluno 4 – Sim, mas não me pergunte como (...) (risos). Não sei, algo mais chamativo.

Prof. – Retiravas ou acrescentavas alguma opção de escolha?

Aluno 4 – Acho que não.

Prof. – Mudavas a forma como a informação está organizada?

Aluno 4 – Não.

Prof. – O que gostarias de ver mais nesta Tabela Periódica?

Aluno 4 – Talvez (...) (expressão pensativa)

Prof. – Vou ajudar-te. Por exemplo, hiperligações para cada elemento, com referência às suas aplicações no dia-a-dia?

Aluno 4 – Acho que sim.

Prof. – E vídeos com experiências de laboratório?

Aluno 4 – Vídeos de experiências? Era o que eu ia dizer. Motivava.

Prof. – E que tal, mais hipertextos?

Aluno 4 – Acho que não.

Prof. – E se a Tabela Periódica fosse apresentando questões/problemas desafiadores?

Aluno 4 – Acho que sim, porque isso aí (...) (pequeno silêncio). Um estilo tipo teste que nos dissesse certo ou errado. Víamos o que estava errado e estudávamos outra vez.

Prof. – E jogos à mistura?

Aluno 4 – Acho que sim.

Prof. – Dos outros *sites* que consultaste, qual o que mais gostaste?

Aluno 4 – Do 1º (apontou para a interface correspondente ao 1º *site* indicado no roteiro), porque tinha um tipo de informação mais rápida, a informação aparecia toda em cima. Também gostei daquele em que apareciam as imagens dos cristais. E noutro para que é que eles eram utilizados hoje em dia. Do contraste de cores já falei.

Prof. – Vamos agora dialogar sobre a página dos jogos. Qual o que gostaste mais?

Aluno 4 – Gostei mais do das borboletas, porque acho que é engraçado. As borboletas andam de um lado para o outro e dependendo da informação inicial, como, por exemplo, metais e não metais, nós escolhemos.

Prof. – Os jogos ajudam-te a memorizar informações acerca da Tabela Periódica?

Aluno 4 – Acho que sim, através dos jogos (...) (expressão pensativa). Quando jogamos, nós não pensamos que estamos a estudar, mas aprendemos sempre.

Prof. – Gostavas de ver estes jogos integrados no mesmo *site* da Tabela Periódica?

Aluno 4 – Acho que sim, num botão a dizer jogos.

Prof. – Queres acrescentar alguma informação sobre a qual não tenhas sido questionado?

Aluno 4 – Acho que está tudo. Um *site* era francês ou espanhol.

Prof. – Muito obrigada pela tua colaboração.

Aluno 4 – Até amanhã.

Entrevista 5

Prof. – A Tabela Periódica é um instrumento que gostas de estudar em Físico-Química?

Aluno 5 – Gosto, acho interessante.

Prof. – Porquê?

Aluno 5 – Tem os vários elementos, porque é que eles estão assim daquela forma também (...) mmmm (...) porque tenho muita informação.

Prof. – E para os químicos, será que a Tabela Periódica é um instrumento poderoso?

Aluno 5 – Sim, porque é de fácil acesso, é rápido e tem muita informação compilada.

Prof. – Quantas vezes já estudaste a Tabela Periódica?

Aluno 5 – Três vezes.

Prof. – Em que anos?

Aluno 5 – No 9º ano, não sei se no 8º também e agora no 10º ano.

Prof. – Quais os conceitos mais importantes que estudaste nos anos anteriores?

Aluno 5 – O (...) número de electrões de valência. (silêncio)
O número atómico, os grupos e os períodos.

Prof. – No 9º ano a forma como a professora te ensinou a Tabela Periódica cativou-te?

Aluno 5 – (risos) Não sei.

Prof. – O que ela utilizou na aula para vos ensinar a Tabela Periódica?

Aluno 5 – Não me lembro.

Prof. – Já alguma vez tinhas pensado em estudar a Tabela Periódica através da *Internet*?

Aluno 5 – Não.

Prof. – O que tem de mais positivo para ti estudar através da *Internet*?

Aluno 5 – É rápido e de fácil acesso.

Prof. – Porque ficas mais cativado em frente ao computador do que numa aula normal?

Aluno 5 – (silêncio)

Prof. – Gostas mais de estar a estudar no computador do que numa sala de aula normal?

Aluno 5 – Não, acho que é igual.

Prof. – Quais os aspectos negativos de estudar através de *Internet*?

Aluno 5 – (...) São mais os aspectos positivos.

Prof. – A ficha entregue ajudou a explorar a Tabela Periódica?

Aluno 5 – Sim, porque ajudou a explorar aquilo que precisávamos para depois estudar nas aulas seguintes.

Prof. – Vamos agora centrar a nossa atenção sobre o *site* com que trabalhamos na aula. A *interface* inicial cativa-te para continuar a pesquisa?

Aluno 5 – A primeira página não me cativa.

Prof. - O que tens a dizer quanto à opção de escolha entre a versão portuguesa e inglesa?

Aluno 5 – É melhor assim do que ter só a inglesa, porque para muitas pessoas o inglês ainda continua a ser difícil.

Prof. – Relativamente à segunda página do site, os ícones e os *links* que surgem são todos importantes?

Aluno 5 – Sim, mas, por exemplo, quando se selecciona um elemento devia estar por ordem alfabética. Está pela ordem que aparece na Tabela Periódica, não é?

Prof. – É.

Aluno 5 – Poderia ter aqui uma opção que permitisse escolher se queríamos ver por ordem alfabética, por número atómico e se também queríamos ver o símbolo do elemento.

Prof. – E quanto à apresentação da informação, ela encontrava-se bem organizada?

Aluno 5 – Estava bem organizada.

Prof. – É de fácil pesquisa?

Aluno 5 – Foi fácil pesquisar.

Prof. – Está correcta cientificamente?

Aluno 5 – Vi a falha no 3*s*. Por exemplo, no hélio, em vez de surgir $3s^2$, surgia $3s^1$ e acho que as distribuições electrónicas deviam estar todas como as do hélio com as camadas todas.

Prof. – Está de acordo com os conceitos já aprendidos?

Aluno 5 – Sim, mas como ainda não tinha estudado a matéria, às vezes, tinha dúvidas.

Prof. – Conseguiste encontrar resposta para todas as questões da ficha de trabalho?

Aluno 5 – Sim.

Prof. – Recorreste muito à ajuda da professora durante a aula?

Aluno 5 – Às vezes, mas foi quando queria saber se o valor ou informação que estava a tirar estava correcta.

Prof. – Queres reforçar algum aspecto positivo ou negativo que consideres importante?

Aluno 5 – O *site* devia ter um acesso imediato à Tabela Periódica para ser mais fácil a pesquisa. Devia estar logo na primeira página. O botão que nos leva à Tabela Periódica devia estar mais visível, chamar mais a atenção do que aquele que está no *menu* superior. Na parte dos espectros, para além dos valores das radiações devia ter a imagem dos vários espectros.

Prof. – Já referiste alguns aspectos visuais e funcionais do *site* que alteravas, mas retiravas ou acrescentavas alguma opção de escolha?

Aluno 5 – Acho que não.

Prof. – Mudavas a forma como a informação está organizada?

Aluno 5 – Acho que não.

Prof. – O que gostarias de ver mais nesta Tabela Periódica?

Aluno 5 – mmmm (...)

Prof. – Por exemplo, hiperligações para cada elemento, com referência às suas aplicações no quotidiano?

Aluno 5 – É sempre útil para fazer trabalhos.

Prof. – E vídeos com experiências de laboratório?

Aluno 5 – Seria interessante, pois quando não temos acesso ao laboratório podíamos ver o que acontece na realidade.

Prof. – E que tal, mais hipertextos? (expliquei o significado da palavra hipertexto)

Aluno 5 – Sim.

Prof. – E se a Tabela Periódica fosse apresentando questões e, ou também, problemas desafiadores?

Aluno 5 – Era desafiante.

Prof. – E jogos à mistura?

Aluno 5 – Para além das questões, acho que sim.

Prof. – Dos outros *sites* que consultaste, o que tens a dizer?

Aluno 5 – O primeiro acho interessante (apontou para a *interface* do 1º *site* indicado no roteiro), porque ao passar como rato em cima do elemento dão logo as informações gerais.
(grande silêncio)

No quarto *site* (apontou para a *interface* do 4º *site* indicado no roteiro) gosto do fundo preto, porque salienta muito os elementos, há mais contraste.

Prof. – Então, as cores da Tabela Periódica com que trabalhamos não são as que mais te motivam?

Aluno 5 – Não chamam tanto a atenção.

Prof. – Desculpa ter-te interrompido. Podes continuar.

Aluno 5 – No segundo (apontou para a *interface* do 2º *site* indicado no roteiro) gostei das cores dos quadrados dos símbolos e da divisão já feita.

Prof. – Não te esqueças que no "nosso" *site* podias fazer diferentes tipos de escolha quanto à classificação e que as cores se alteravam em função dessa escolha. Será este aspecto mais vantajoso?

Aluno 5 – Sim.

Prof. – O que gostaste mais nos outros *sites*?

Aluno 5 – No sexto site (apontou para a *interface* do 6º *site* indicado no roteiro) também gostei do fundo preto, mas não gostei da informação, para além de estar tudo em inglês. O "nosso", em termos de informação, parece-me o melhor e o mais completo.

Prof. – E quanto aos jogos, ainda te lembras deles?

Aluno 5 – Sim.

Prof. – Qual o que mais gostaste de jogar?

Aluno 5 – O das adivinhas.

Prof. – Porquê?

Aluno 5 – Porque faz pensar mais. Por exemplo, o dos pares é mais memória visual.

Prof. – Qual o jogo que mais te ajuda a memorizar informações acerca da Tabela Periódica?

Aluno 5 – O das adivinhas é o melhor.

Prof. – Gostavas de ver estes jogos inseridos no mesmo *site* da Tabela Periódica?

Aluno 5 – Sim, ter um acesso daquela página (apontou para a *interface* de interacção inicial da Tabela Periódica v2.5) para esta (apontou para a página dos jogos).

Prof. – Consideras que estes jogos te despertam a motivação para estudar a Tabela Periódica?

Aluno 5 – Acho que os jogos despertam a motivação para estudar a Tabela Periódica, mesmo este dos pares que tem várias informações sobre a Tabela Periódica.

Prof. – Queres acrescentar alguma informação sobre a qual não tenhas sido questionado?

Aluno 5 – Parece-me que não.

Prof. – Muito obrigada pela tua colaboração. Quem vem a seguir?

Aluno 5 – Acho que é o aluno 6.

Prof. – Chama-o, por favor.

Aluno 5 – Está bem.

Entrevista 6

Prof. – A Tabela Periódica é um instrumento que te cativa, que gostas de estudar em Físico-Química?

Aluno 6 – Gosto, porque, além de nos permitir analisar e trabalhar com os conteúdos que abordamos, permite ver a evolução e também como ela está organizada.

Prof. – E para os químicos, é um instrumento poderoso?

Aluno 6 – Acho que é um dos mais importantes, porque no fundo eles tratam é dos elementos e na Tabela Periódica encontram-se as suas propriedades.

Prof. – Quantas vezes já estudaste a Tabela Periódica?

Aluno 6 – Comecei a estudar desde o 8º ano até agora.

Prof. – Quais os conceitos mais importantes que estudaste nos diferentes anos?

Aluno 6 – Demos muita importância ao número atómico, ao número de massa, à configuração electrónica e agora no 10º ano é que demos muita importância à organização e estrutura da Tabela Periódica.

Prof. – A forma como te foi apresentada a Tabela Periódica nos anos anteriores motivou-te?

Aluno 6 – Com uns professores sim, com outros não. Alguns acabavam por falar dela, mas não especificamente. Falavam dos conceitos, mas não lhe davam muita importância.

Prof. – O que os professores foram fazendo para te ensinar Tabela Periódica? Que meios os professores utilizaram? O livro? O quadro?

Aluno 6 – Foram dando e interagimos com a Tabela Periódica algumas vezes.

Prof. – Já alguma vez tinhas pensado em estudar a Tabela Periódica através da *Internet*?

Aluno 6 – Por acaso não. Agora já me apercebi que isso é possível.

Prof. – O facto de teres estudado a Tabela Periódica através da *Internet* motivou-te?

Aluno 6 – Fiquei mais motivado, porque é interactiva, facilmente podemos obter informação sobre os elementos.

Prof. – Então, para ti, o estudo através *Internet* tem aspectos positivos. Queres acrescentar mais algum?

Aluno 6 – Tem muita informação. Só o facto de ir para o computador numa aula já é diferente. Podemos andar para trás e para a frente, para ali e para acolá a pesquisar, o que num livro se torna mais incómodo.

Prof. – Quais os aspectos negativos de estudar através de *Internet*?

Aluno 6 – Acho que não existem aspectos negativos.

Prof. – Relativamente à Tabela Periódica com que estivemos a trabalhar, a primeira página em que aparece a fotografia de Mendeleev, desperta para continuar a visitar o *site*?

Aluno 6 – (silêncio) Mais ou menos.

Prof. - O que tens a dizer quanto à opção de escolha entre a versão portuguesa e inglesa?

Aluno 6 – A versão portuguesa é sempre mais fácil para nós.

Prof. – Na segunda página do *site*, a forma como estão dispostos os ícones e os *links* agradou-te?

Aluno 6 – Gostei, gostei bastante, mas, por exemplo, aqui achei que estavam um bocadinho juntos, podiam estar um bocadinho mais separados. E aqui (apontou para o menu superior) quando se passava com o *mouse*, o rato, achei que deveria aparecer uma legendinha para nós sabermos melhor para onde nos leva o botão. As imagens, às vezes, não são muito esclarecedoras neste aspecto.

Prof. – E quais os *links* que preferes, os de sublinhado a azul ou os de opção com a setinha?

Aluno 6 – Os azuis realçam mais.

Prof. – Todos os botões são importantes, são todos necessários?

Aluno 6 – Achei que são todos importantes.

Prof. – E quanto à apresentação da informação, ela encontrava-se bem organizada?

Aluno 6 – Estava bem organizada, porque para cada elemento temos várias opções conforme aquilo que se pretende pesquisar. Está muito bem organizada.

Prof. – É de fácil pesquisa?

Aluno 6 – É de fácil pesquisa.

Prof. – Está correcta cientificamente?

Aluno 6 – Está correcta. Às vezes, não encontrava as informações, mas afinal estavam lá.

Prof. – Está de acordo com os conceitos já aprendidos? Os termos utilizados são iguais aos que já conhecias?

Aluno 6 – Estavam de acordo com o que nós aprendemos. A única coisa que tenho a dizer é em relação à configuração electrónica. Para além de ter a configuração electrónica em função do hélio e do néon, devia também ter a outra em que aparece tudo completo. Para quem já tem muitos conhecimentos de Química compreende facilmente, mas para quem não tiver não consegue.

Prof. – Conseguiste encontrar resposta para todas as questões da ficha de trabalho?

Aluno 6 – Consegui encontrar resposta para todas as questões.

Prof. – Recorreste muito à ajuda da professora durante a aula?

Aluno 6 – Algumas vezes.

Prof. – Qual o motivo?

Aluno 6 – Não foi por não conhecer os conceitos, mas às vezes não sabia qual era o *link* que me levava ao que era pedido. É mais fácil chamar a professora do que perder muito tempo na pesquisa. (risos)

Prof. – A ficha que a professora entregou no início da aula foi-te útil? Ou preferias ter pesquisado o *site* sem qualquer orientação?

Aluno 6 – É melhor com a ficha, é mais vantajoso, porque assim já exploramos os conceitos mais importantes. Sem a ficha poderia perder mais tempo, mas conseguiria pesquisar na mesma a informação.

Prof. – Queres reforçar algum aspecto positivo ou negativo que consideres importante?

Aluno 6 – Neste *link* (apontou para a opção "seleccione um elemento"), na *homepage*, os elementos, penso que estejam organizados por ordem de descoberta, aqui na barra, mas eu, pessoalmente, preferia que eles estivessem ordenados por ordem alfabética. Quando se seleccionava o elemento era um bocado incómodo, por ordem alfabética seria mais rápido.

Prof. – Queres salientar mais algum aspecto?

Aluno 6 – Acho que não, acho que é tudo.

Prof. – Já foste referindo alguns pormenores que alteravas para tornar o *site* mais desafiador. Quanto ao aspecto das *interfaces*, alteravas alguma coisa?

Aluno 6 – O fundo é branco. Eu acho que é o melhor, é o mais adequado. Fica mais formal. (...) Talvez se pudesse dar um pouco mais de movimento às imagens, que por acaso não têm muito, mas (...) mais (...)

Prof. – Mudavas a forma como está organizada a informação?

Aluno 6 – Talvez pegasse na Tabela Periódica e, além de estar aqui disponível no botão, talvez a pusesse mesmo em fundo, ou aqui (apontou para a zona central da *interface* de interacção inicial) para poder aceder a ela de imediato. Assim, logo quando entrasse no *site* teria acesso directo a este quadradinho da Tabela Periódica.

Prof. – Gostarias de ver nesta Tabela Periódica hiperligações para cada elemento, com referência às suas aplicações no quotidiano?

Aluno 6 – Acho que era bom, mas já tinha algumas informações, pois surgiam as aplicações dos elementos.

Prof. – E vídeos com experiências de laboratório? Combustões? Reacções com a água?

Aluno 6 – Seria muito giro.

Prof. – E mais hipertextos?

Aluno 6 – São importantes, porque se eu não souber o significado de uma palavra posso pesquisá-lo, o que me ajuda a compreender.

Prof. – E se a Tabela Periódica fosse apresentando questões e problemas desafiadores?

Aluno 6 – Era mais desafiador e interactivo. Ficava lá mais tempo.

Prof. – E jogos à mistura? Seria útil?

Aluno 6 – Era, mas talvez noutra parte, ou então um *link* num botão que nos levasse para os jogos.

Prof. – Dos outros *sites* que consultaste, o que tens a dizer?

Aluno 6 – Neste aqui (apontou para a *interface* do 1º *site* indicado no roteiro), por exemplo, gostei muito do aspecto visual, destes conversores e de passar nos elementos com o *mouse* e mudarem logo os valores.

Prof. – Será possível compilar nesta forma de organizar a informação, tudo aquilo que é possível pesquisar no *site* com que trabalhamos na aula?

Aluno 6 – Assim é muito mais difícil, mas mesmo assim gostei desta forma.

Prof. – Refere mais aspectos que tenhas gostado noutros *sites*.

Aluno 6 – Este aqui também gostei (apontou para a *interface* do 2º *site* indicado no roteiro) por causa do contraste visual dos elementos. Mas, também, pode ser um bocadinho exagerado, porque não está universal como aqui (apontou para a *interface* do *site* Tabela periódica v2.5).

Prof. – Queres acrescentar mais alguma coisa?

Aluno 6 – Outros, que também pesquisei, tinham um bom aspecto visual, mas depois na informação não tinham quase nada de muito importante e não tinham nada de interessante. Eram pobres.

Prof. – Nos dois *sites* que já referiste é necessário com o rato fazer mover a página, para cima ou para baixo, para poder consultar toda a informação. Neste aspecto, consideras que o "nosso" site está melhor organizado?

Aluno 6 – Sim, sem dúvida.

Prof. – Então, quais os aspectos mais negativos do *site* com que trabalhamos?

Aluno 6 – Há um aspecto que não gostei muito que foi a inclusão das setas (o aluno refere-se às setas que surgem no final de cada página). Estão lá e estão bem, mas não lhes vejo utilidade, porque não vão logo para onde queremos e temos o retroceder. (momento de silêncio) Os ícones aqui (apontou para o menu superior), que nos permitem fazer muita coisa, não gostei muito. Eles estão aqui e acho que são úteis, mas as imagens são um pouco duvidosas. Gosto mais das que aparecem neste *site* (apontou para a *interface* do 6º *site* indicado no roteiro), chamam mais à atenção.

Prof. – Quanto aos jogos, qual o que mais gostaste de jogar?

Aluno 6 – O que eu gostei mais foi o das borboletas, porque não é muito usual, é um pouco original. Neste tínhamos que estar sempre com o rato ali e atentos. Aquele dos pares já é muito conhecido.

Prof. – Este jogo ajuda-te a aprender?

Aluno 6 – Não vou dizer que aprendia a Tabela Periódica a 100%, mas na realidade memorizava os elementos.

Prof. – Dos outros jogos, qual o que mais te ajuda a memorizar informações acerca da Tabela Periódica?

Aluno 6 – O das adivinhas, porque nos faz pensar mais e tem o nome dos elementos. No das borboletas também tem uma questão e os símbolos, mas a primeira preocupação é apanhar as borboletas, muitas vezes sem pensar. (risos)

Prof. – E o jogo dos elementos?

Aluno 6 – Já não me lembro bem.

Prof. – (passei a explicar a base de funcionamento do jogo dos elementos)

Aluno 6 – Pelo que a professora disse, deve ser dos melhores para aprender.

Prof. – Gostavas de ver estes jogos inseridos no mesmo *site* da Tabela Periódica?

Aluno 6 – Sim, num *link* à parte.

Prof. – Em forma de conclusão, queres fazer algum comentário?

Aluno 6 – Gostei do *site*, nem parece português. O facto de ter a bandeira inglesa é interessante. É tudo.

Prof. – Muito obrigada pela tua colaboração.

Entrevista 7

Prof. – A Tabela Periódica é um objecto que te cativa ao seu estudo?

Aluno 7 – É interessante, porque serve para conhecer melhor os elementos que se conhecem na Natureza e não só. Também serve para conhecer as suas propriedades.

Prof. – E para os químicos, será que a Tabela Periódica é um instrumento poderoso?

Aluno 7 – É um dos mais importantes, porque os ajuda a organizar muita informação.

Prof. – Já estudaste a Tabela Periódica noutros anos?

Aluno 7 – Acho que só no ano passado, no 9º ano.

Prof. – Quais os conceitos mais importantes que estudaste?

Aluno 7 – O número de massa e o número atómico. Os conceitos mais básicos. Este ano estamos a estudar mais em pormenor a organização e a estrutura da Tabela Periódica.

Prof. – A forma como te foi apresentada a Tabela Periódica no 9º ano motivou-te?

Aluno 7 – Foi normal, foi igual às outras aulas.

Prof. – Quais os materiais que o professor utilizou?

Aluno 7 – O professor recorreu ao livro e foi explicando no quadro.

Prof. – Já alguma vez tinhas pensado em estudar a Tabela Periódica através da *Internet*?

Aluno 7 – Não.

Prof. – O que tem de mais positivo o estudo através da *Internet*?

Aluno 7 – Nós hoje estamos habituados a lidar com computadores e as aulas com os computadores tornam-se mais divertidas. Se estamos a trabalhar com uma coisa que gostamos é lógico que é mais interessante.

Prof. – E quais os aspectos negativos?

Aluno 7 – (expressão interrogativa) Não estou a ver nenhum.

Prof. – A ficha que te foi dada ajudou a reforçar os aspectos positivos ou os negativos?

Aluno 7 – A ficha se calhar ajudou os aspectos positivos, porque guiamo-nos por ela e pesquisamos mais aquilo que nos era lá pedido.

Prof. – Sem a ficha terias aproveitado a aula da mesma forma?

Aluno 7 – Sem a ficha teria aprendido menos na aula.

Prof. – Relativamente ao *site* com que trabalhamos, a primeira página desperta a curiosidade e o interesse para continuar?

Aluno 7 – Eu acho que podia estar um bocadinho mais animada.

Prof. – O que mudavas para ficar mais cativante?

Aluno 7 – mmmm (...) Sei lá (...) talvez colocasse este texto em português e umas cores que chamassem mais a atenção.

Prof. – É útil ter as duas versões, a inglesa e a portuguesa?

Aluno 7 – É útil ter as duas versões, porque muitas pessoas não compreendem o inglês e precisam da versão portuguesa. Para mim é sempre mais fácil o português.

Prof. – E na segunda página do *site*, os ícones e os *links* que surgem na *interface* são todos importantes?

Aluno 7 – Sim, acho que estão bem.

Prof. – Gostas mais dos links do género dos azuis com sublinhado ou dos das setinhas?

Aluno 7 – Depende para o que é. Depende, se forem muitos e melhor agrupá-los, se não pode ser com a setinha.

Prof. – E quanto à apresentação da informação, ela estava bem organizada?

Aluno 7 – Estava.

Prof. – É de fácil pesquisa?

Aluno 7 – É.

Prof. – Está correcta cientificamente?

Aluno 7 – Acho que tinha alguns erros.

Prof. – Quais?

Aluna 7 – Alguns elementos não tinham raio atómico e acho que na distribuição electrónica de alguns elementos havia um erro na camada 3s. Em vez de $3s^2$, surgia $3s^1$.

Prof. – Está de acordo com os conceitos que já aprendeste?

Aluno 7 – Sim. Às vezes tinha algumas coisas novas, mas também tem de ser para aprender mais.

Prof. – Conseguiste encontrar resposta para todas as questões do roteiro?

Aluno 7 – Sim.

Prof. – Recorreste muito à ajuda da professora durante a aula?

Aluno 7 – Às vezes.

Prof. – Porquê?

Aluno 7 – Porque apercebi-me de alguns erros e então quando encontrava um valor queria saber se estava mesmo correcto ou não. No fundo, para confirmar os valores que eu encontrava.

Prof. – Queres reforçar algum aspecto positivo ou negativo que consideres importante?

Aluno 7 – Havia um elemento, que já não me lembro qual era, que eu sei que estava o texto em cima da imagem.

Prof. – Na tua opinião, o que é que deve ser alterado no *site* para o tornar mais desafiador de aprendizagens significativas?

Aluno 7 – (silêncio)

Prof. – Retiravas ou acrescentavas alguma opção de escolha nas *interfaces*?

Aluno 7 – Não.

Prof. – Mudavas a forma como a informação está organizada?

Aluno 7 – A organização não, mas talvez mudasse a forma como é apresentada. Punha tipo aquele *site* (apontou para a *interface* do 1º *site* indicado no roteiro), mas para isso a Tabela Periódica tinha que aparecer logo.

Prof. – Então, ao abrir o site deveria surgir logo a Tabela Periódica?

Aluno 7 – Só deveria surgir uma introdução e a partir daí ser aquela Tabela Periódica interactiva.

Prof. – O que gostarias de ver mais nesta Tabela Periódica?

Aluno 7 – (expressão interrogativa)

Prof. – Hiperligações para cada elemento, com referência às suas aplicações no quotidiano?

Aluno 7 – Sim.

Prof. – E vídeos com experiências de laboratório?

Aluno 7 – Sim.

Prof. – Mais hipertextos?

Aluno 7 – Acho que são úteis, pois têm as palavras chave para continuar as pesquisas.

Prof. – E se a Tabela Periódica fosse apresentando problemas desafiadores?

Aluno 7 – Cativava mais, porque assim sabíamos e ficávamos a par do que ia acontecer.

Prof. – E se o *site* também tivesse jogos?

Aluno 7 – O site ficava melhor. É possível aprendermos a jogar.

Prof. – Dos outros *sites* que consultaste, o que tens a dizer?

Aluno 7 – (silêncio) Eu não os vi todos, mas (...)

Prof. – De qual gostaste mais?

Aluno 7 – Eu gostei deste aqui (apontou para a *interface* do 1º *site* indicado no roteiro), porque ao passarmos pelos elementos a informação aparece logo toda em cima, mas não está tão completo.

Prof. – Daria para compilar desta forma toda a informação que está no outro?

Aluno 7 – Não, mas poderiam colocar deste forma as propriedades mais importantes ou mais necessárias e depois por tipo uma ligação para as outras propriedades.

Prof. – Queres salientar mais algum aspecto dos outros *sites*?

Aluno 7 – Este não abri (apontou para a *interface* do 6º *site* indicado no roteiro), abri só o início, mas depois não vi. Este aqui (apontou para a *interface* do 2º *site* indicado no roteiro) tenho a impressão que também não gostei muito.

Prof. – Porquê?

Aluno 7 – As cores estão bem, mas este (apontou para a *interface* do 1º *site* indicado no roteiro) está melhor, porque aparece logo ali a informação.

Prof. – No *site* que acabaste de referir é necessário mover a página para ler toda a informação, enquanto que no "nosso" não. Será vantajoso?

Aluno 7 – O "nosso" é melhor, porque aparece logo tudo o que estamos a pesquisar, não é preciso procurar ao longo da página.

Prof. – Relativamente à página dos jogos, tiveste oportunidades de os experimentar?

Aluno 7 – Sim.

Prof. – Qual o que gostaste mais de jogar?

Aluno 7 – Este aqui dos pares é só descobrir o par de um elemento. É um jogo simples. Não lhe prestamos muita atenção. O das adivinhas era um espectáculo. No das borboletas o que acontecia é que as apanhava todas, porque muitas vezes não sabia quais os que correspondiam aos correctos. Não sabia responder às questões. Mas, como ao apanhá-las se via se a resposta estava correcta ou errada, ia aprendendo qualquer coisa. Acho que neste é preciso parar no fim para aprender.

Prof. – Então, com qual aprendes mais?

Aluno 7 – Com o das adivinhas e com o das borboletas algumas coisas.

Prof. – E quanto ao jogo dos elementos?

Aluno 7 – Não joguei.

Prof. – Gostavas de ver estes jogos integrados no mesmo *site* da Tabela Periódica?

Aluno 7 – Sim, ficava bem e mais alguns novos.

Prof. – De que tipo?

Aluno 7 – Tipo palavras cruzadas e outros.

Prof. – Como o farias?

Aluno 7 – Aqui em cima no menu acrescentava um botão a dizer jogos.

Prof. – Queres acrescentar alguma informação sobre a qual não tenhas sido questionada?

Aluno 7 – Dava ao *site* umas cores mais vivas. Por exemplo, estas cores aqui (apontou para o rectângulo de Tabela Periódica) eu mudava, porque estão um bocado mortas. E depois, também inseria no menu uma opção de pesquisa em que, por exemplo, se eu quisesse ir directamente ao hidrogénio escrevia a palavra e *ok*.

Prof. – Tipo motor de busca?

Aluno 7 – Sim, é isso.

Prof. – Mesmo que tivesse essa opção, tiravas alguma daquelas que o *site* já tem?.

Aluno 7 – Não.

Prof. – Em forma de conclusão, queres fazer algum comentário?

Aluno 7 – O *site* está bom, mas pode ser melhorado.

Prof. – Muito obrigada pela tua colaboração.

Aluno 7 – Até logo, professora.

Entrevista 8

Prof. – Gostas de estudar a Tabela Periódica?

Aluno 8 – Gosto (...) quer dizer, é um pouco chato.

Prof. – Porquê?

Aluno 8 – Tem muita coisa, muitos factores e nunca se estudam todos os elementos, nem tudo o que existe sobre cada um.

Prof. – Para os químicos, consideras a Tabela Periódica um instrumento poderoso?

Aluno 8 – Sim, pois lá estão os elementos todos os elementos químicos conhecidos e as suas características.

Prof. – Já estudaste a Tabela Periódica nas disciplinas ligadas à área das Ciências Físico-Químicas?

Aluno 8 – Já.

Prof. – Em que anos de escolaridade?

Aluno 8 – 9º e 10º.

Prof. – Quais os conceitos mais importantes que estudaste no 9º ano?

Aluno 8 – Grupo, período, número atómico, gases nobres, etc. Eu só me lembro destes conceitos porque já estudamos este ano a Tabela Periódica. (risos)

Prof. – A forma como te foi apresentado este conteúdo deixou-te motivado?

Aluno 8 – Não percebi a pergunta.

Prof. – Como é que a tua professora do ano passado te ensinou a Tabela Periódica?

Aluno 8 – Não sei. Foi normal. Com as explicações dela.

Prof. – O que a professora utilizou na aula para te ensinar os conceitos relacionados com a Tabela Periódica?

Aluno 8 – O livro e o quadro.

Prof. – Já alguma vez tinhas pensado em estudar a Tabela Periódica através da *Internet*?

Aluno 8 – Não.

Prof. – O que tem de mais positivo o estudo dessa forma?

Aluno 8 – Acho que é mesmo a *Internet*. Lá tem tudo e podemos aprender muito.

Prof. – E o que tem de mais negativo?

Aluno 8 – Nada, mas se for muito tempo também cansa.

Prof. – O roteiro que te foi entregue, no início da aula, ajudou-te a explorar a Tabela Periódica?

Aluno 8 – Pois (...) senão como é que eu sabia o que pesquisar?

Prof. – Relativamente ao *site* com que trabalhamos na aula o que mais te surpreendeu?

Aluno 8 – Esta pergunta é difícil! Acho que o que mais me surpreendeu foi o facto de ser português.

Prof. – A *interface* inicial desperta a curiosidade e o interesse para visitar o *site* da Tabela Periódica?

Aluno 8 – Mais ou menos. Se fosse um jogo era bem melhor! Mas está interessante; eu é que como sabia que era para trabalhar a valer já não tinha tanto apetite. (sorrisos)

Prof. – O que tens a dizer quanto à opção de escolha entre a versão portuguesa e inglesa?

Aluno 8 – É bestial, embora eu prefira o português.

Prof. – Os ícones e os *links* que surgem na *interface* de interacção inicial são todos indispensáveis?

Aluno 8 – Sim, mas, tal como já lhe disse na aula, acho que o nome dos elementos naquele *link* deveriam estar por ordem alfabética.

Prof. – E quanto à apresentação da informação, encontrava-se bem organizada?

Aluno 8 – Sim.

Prof. – É de fácil pesquisa?

Aluno 8 – Depois de aprender a trabalhar no *site* foi muito fácil.

Prof. – Está correcta cientificamente?

Aluno 8 – Sim. Só tinha aquele erro mínimo da configuração electrónica.

Prof. – Está de acordo com os conceitos que já aprendeste?

Aluno 8 – Sim, só a configuração electrónica é que estava escrita de uma forma esquisita.

Prof. – Conseguiste encontrar resposta para todas as questões do roteiro?

Aluno 8 – Sim.

Prof. – Recorreste muito à ajuda da professora durante a aula?

Aluno 8 – Não. Perguntei mais coisas aos meus colegas do grupo.

Prof. – Queres reforçar algum aspecto positivo ou negativo que consideres pertinente?

Aluno 8 – Não, mas gostei muito dessa aula.

Prof. – Na tua opinião, o que é que deve ser alterado no *site* para o tornar mais desafiador de aprendizagens significativas?

Aluno 8 – Mais uma pergunta difícil!

Prof. – Vamos por partes. Alteravas o aspecto nas *interfaces*?

Aluno 8 – Não. Eu gostei da organização.

Prof. – E quanto às opções de escolha, retiravas ou acrescentavas alguma?

Aluno 8 – Não.

Prof. – Mudavas a forma como a informação está organizada?

Aluno 8 – Não.

Prof. – O que gostarias de ver mais nesta Tabela Periódica?

Aluno 8 – Não sei. (silêncio)

Prof. – Hiperligações para cada elemento, com referência às suas aplicações mais actuais?

Aluno 8 – Sim, porque estão sempre a ser feitas novas coisas muito interessantes.

Prof. – E vídeos com experiências de laboratório?

Aluno 8 – Era porreiro. Assim se não pudéssemos ir para o laboratório resolvíamos o problema com o computador.

Prof. – E se a Tabela Periódica fosse apresentando problemas desafiadores?

Aluno 8 – Dava para pensar mais. Era bom para nós estarmos atentos.

Prof. – E se existissem jogos no próprio *site* da Tabela Periódica?

Aluno 8 – Eu ia gostar mais. Adoro jogar.

Prof. – Dos outros *sites* que consultaste, qual o que mais gostaste?

Aluno 8 – Não deu muito tempo para ver e não tenho *Internet* em casa.

Prof. – Mas não te lembras de nenhum em especial?

Aluno 8 – Só vi este (apontou para a *interface* do 1º *site* indicado no roteiro) e gostei dele porque aparecia logo a Tabela Periódica. Não confundia tanto a nossa pesquisa, porque estava logo tudo ali. Era muito intuitivo.

Prof. – Indica mais pormenores dos quais tenhas gostado.

Aluno 8 – Talvez as cores. Eram mais (...) Chamam mais a atenção do que neste (apontou para a *interface* da TP v2.5).

Prof. – Queres acrescentar mais alguma informação?

Aluno 8 – Não.

Prof. – Quanto aos jogos, qual o que mais gostaste?

Aluno 8 – Todos. Só não percebi muito bem aqueles que apareciam logo em primeiro lugar (refere-se ao jogo dos elementos); eram mais difíceis.

Prof. – E, sendo assim, partiste logo para os outros?

Aluno 8 – Pois, senão não jogava quase nada. Já tínhamos pouco tempo. A professora não nos deu muito tempo para brincar! (risos)

Prof. – Este tipo de jogos ajudam-te a memorizar informações acerca da Tabela Periódica?

Aluno 8 – Claro. É preciso pensar nos elementos químicos, nos seus símbolos e nas suas características.

Prof. – Gostavas de ver estes jogos integrados no mesmo *site* da Tabela Periódica?

Aluno 8 – Sim. (pequena pausa) Assim não precisava de andar na *net* à procura deles.

Prof. – Queres acrescentar alguma informação sobre a qual não tenhas sido questionado?

Aluno 8 – Este tipo de aulas devia repetir-se mais vezes.

Prof. – Muito obrigada pela tua colaboração. Até logo.

Aluno 8 – Até logo.

Anexo 6 – Guião de observação para retratar o ambiente de sala de aula

GUIÃO DE OBSERVAÇÃO
Ambiente de Sala de Aula

⇨ Objectivo

- Recolher dados sobre o ambiente vivido na aula da exploração da TP v2.5 pelos alunos.

⇨ Aspectos a observar no comportamento dos alunos

- Entusiasmo ao entrarem na sala de aula.

- Adaptação a um ambiente diferente no contexto das aulas de Física e Química A.

- Reacção às informações de como explorar o *site* da Tabela Periódica.

- Entusiasmo na procura das respostas.

- Facilidade na procura das respostas.

- Empenho nas questões de reflexão e aplicação.

- Comportamento face à contínua e progressiva exploração da Tabela Periódica v2.5.

- Facilidade dos alunos para pesquisarem na *Internet*.

- Selecção e organização adequada da informação recolhida.

- Entusiasmo perante os jogos.

- Preferência pelos jogos simples (envolvem essencialmente memória ou destreza manual) ou complexos (envolvem raciocínio e reflexão).

- Organização do trabalho de grupo.

- Relações entre os vários elementos dos diferentes grupos.

- Frequência de solicitações à professora.

Anexo 7 – Guião de observação para retratar o ambiente das entrevistas

GUIÃO DE OBSERVAÇÃO
Ambiente das Entrevistas

⇨ Objectivo

- Recolher dados sobre o ambiente geral vivido durante as várias entrevistas.

⇨ Aspectos a observar no comportamento dos alunos

- Reacção à presença do gravador.

- Atitude face às primeiras cinco questões do guião da entrevista (Anexo 3).

- Atitude face às questões de focagem.

- Atitude face às questões que exigem respostas mais abertas.

- Reacção face às imagens de apoio (Anexo 4).

- Evolução no comportamento à medida que a entrevista decorre.

Lista de Reformulações

1. **Questões técnicas**

   1.1. Viabilizar o *link* que permite voltar à *interface* respectiva.
   1.2. Viabilizar o *link* que permite ver a legenda das cores utilizadas na TP.
   1.3. Viabilizar o *link* que permite consultar a legenda das características que surgem juntamente com o símbolo do elemento químico.

2. **Aspecto da *interface* inicial** (pretende-se torná-la mais atractiva para os alunos, mudando as cores, criando mais movimento e alterando o tipo de letra)

   2.1. Colocar uma cor suave como fundo da página que contraste com as restantes cores (a cor poderá ser viva desde que contraste com as restantes).
   2.2. Centrar o título do *site*.
   2.3. Alterar o tipo de letra do título e se possível incutir-lhe algum movimento (pode ser algo do tipo do que surge no *site* do mocho – www.mocho.pt).
   2.4. Alterar a imagem de Mendeleev para uma fotografia a cores.
   2.5. Alinhar à esquerda a fotografia de Mendeleev e a respectiva legenda.
   2.6. Alinhar mais à direita a frase de Huxley e os *links* das bandeiras.

3. ***Interface* que permite seleccionar o que se pretende consultar (*Interface* de interacção inicial)**

   3.1. Aspecto geral
      3.1.1. Como fundo da página, colocar uma cor suave (ou uma cor viva, desde que contraste com as restantes).

   3.2. Barra de *menu* superior
      3.2.1. Aumentar o tamanho dos botões para tornar as imagens mais visíveis ou então tornar as imagens mais chamativas (os alunos consideram que as imagens não são muito perceptivas).
      3.2.2. Adicionar comentário sobre a função do botão quando se passa com o rato sobre ele, para que fique mais perceptível a sua utilidade.
      3.2.3. Na zona central do *menu*, naquele botão que permite seleccionar como queremos ver a TP dividida, colocar as palavras em português na versão portuguesa.
      3.2.4. Acrescentar um botão para a galeria de vídeos.
      3.2.5. Acrescentar um botão para os jogos.
      3.2.6. Acrescentar um botão para os desafios (*WebQuest*).

   3.3. *Links* que se seguem a seguir ao título principal da página
      3.3.1. Eliminar o *link* das biografias.
      3.3.2. Alinhar à esquerda o *link* de um pouco de história.
      3.3.3. Colocar os *links* de assine o nosso livro de visitas e veja o nosso livro de visitas, antes das informações formais do que requer este *site*.
      3.3.4. Alinhar à esquerda os *links* que permitem seleccionar um elemento ou um cientista.
      3.3.5. No *link* de seleccionar um elemento, ordenar os nomes por ordem alfabética.

   3.4. Alteração para permitir acesso imediato à TP
      3.4.1. Sempre que se aceda a esta página, sugiro que já apareça a janela com a TP, alinhada à direita.

3.5. Janela da TP
   3.5.1. Colocar cores mais vivas e que façam maior contraste entre elas nos quadrados e no fundo da TP.
   3.5.2. Colocar o símbolo do elemento com número atómico 110 (Uun), 111 (Uuu) e 112 (Uub).
   3.5.3. Acrescentar os elementos de número atómico 114 (Uuq), 116 (Uuh) e 118 (Uuo).

4. Páginas dos vários elementos

4.1. Colocar uma cor suave como fundo da página que contraste com o azul dos *links* e das setas.
4.2. No elemento hidrogénio e oxigénio acrescentar um *link* que diga "Testa os teus conhecimentos". Este irá fazer ligação à *quize* do respectivo elemento.
4.3. No elemento selénio, formatar o texto para que não surja sobreposto com a imagem.
4.4. Formalizar as páginas dos elementos Rt, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Uun (z=110), Uuu (z=111), Uub (z=112), de forma a ficarem com um aspecto semelhante à das outras.
4.5. Criar um *link* que permita aceder a *sites* que tenham informações actuais sobre as aplicações do elemento (ver no ponto 7 para que elementos é necessário acrescentar este *link*.).

5. Restantes páginas (gráficos, tabelas com propriedades dos elementos, etc.)

5.1. Colocar uma cor suave como fundo da página que contraste com a cor dos *links*.

6. Questões científicas

6.1. Corrigir o erro nas configurações electrónicas dos elementos que têm a orbital 3*s* preenchida: onde está $3s^1$ deve ler-se $3s^2$.

7. Hiperligações com referência às aplicações dos elementos químicos no dia-a-dia

7.1. Pesquisa de *links* sugestivos que façam referência às aplicações de vários elementos no dia-a-dia.
   7.1.1. Elemento hidrogénio
   7.1.2. Elemento carbono
   7.1.3. Elemento silício

7.2. Inserção desses *links* na TP (é necessário criar mais um *link* na página do respectivo elemento). Pode chamar-se "Actualidades".

8. Vídeos

8.1. Elaboração dos vídeos
8.2. Inserção dos vídeos na TP (é necessário criar mais um *link* na página do elemento).

Nota: Para além do *link* na página do elemento, sugere-se que também se crie uma galeria de vídeos. O botão com o *link* para os vídeos poderia surgir ao lado do botão da galeria das imagens.

9. Inserção de questões desafiadoras

9.1. Elaboração de uma *WebQuest*.
9.2. Inserção de um *link* que permita aceder a esse desafio que é a *WebQuest* (pode ser na barra de *menu* superior; quando se passar com o rato neste botão pode ler-se desafio).

10. Jogos

10.1. Elaboração dos jogos

10.1.1. Elaboração de palavras cruzadas no *HotPatotoes* sobre a TP.

10.2. Inserção dos jogos no *site* da TP (é necessário criar um botão no *menu* superior na *interface* de interacção inicial)

10.2.1. Inserção dos jogos já elaborados que constam na endereço http://nautilus.fis.uc.pt/cec/jogostp

10.2.2. Inserção dos jogos das palavras cruzadas

Nota: Na parte dos jogos, deve criar-se um botão para aceder aos mesmos. Depois do clique deve surgir uma página com as várias opções de jogo (tal como se encontra feito na página dos jogos actual). Não esquecer de acrescentar para as palavras cruzadas.

11. *Quizzes*

11.1 Elaboração de uma *quizze* no *HotPatotoes* sobre o elemento hidrogénio e outra sobre o elemento oxigénio.

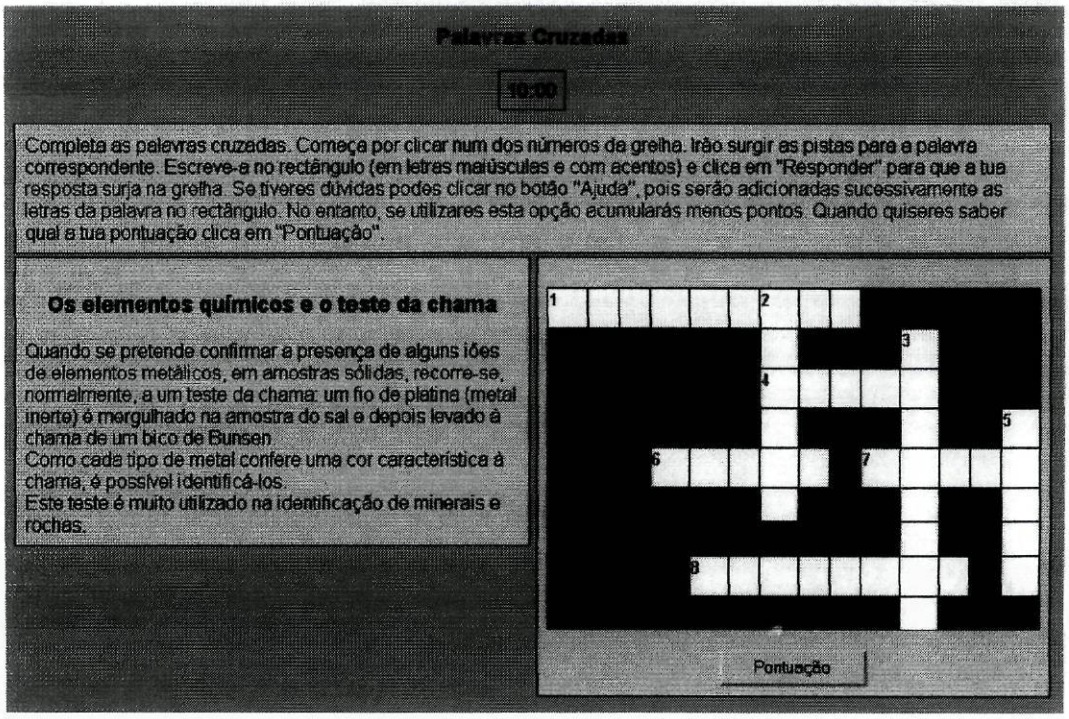
11.2. Inserir *link* na página do elemento hidrogénio e do elemento oxigénio que diga o seguinte "Testa os teus conhecimentos".

Nota: Sugere-se que nas *quizzes* tenha a indicação de que os alunos só devem continuar a partir do momento que já tenham adquirido os conhecimentos mínimos sobre o elemento em questão.

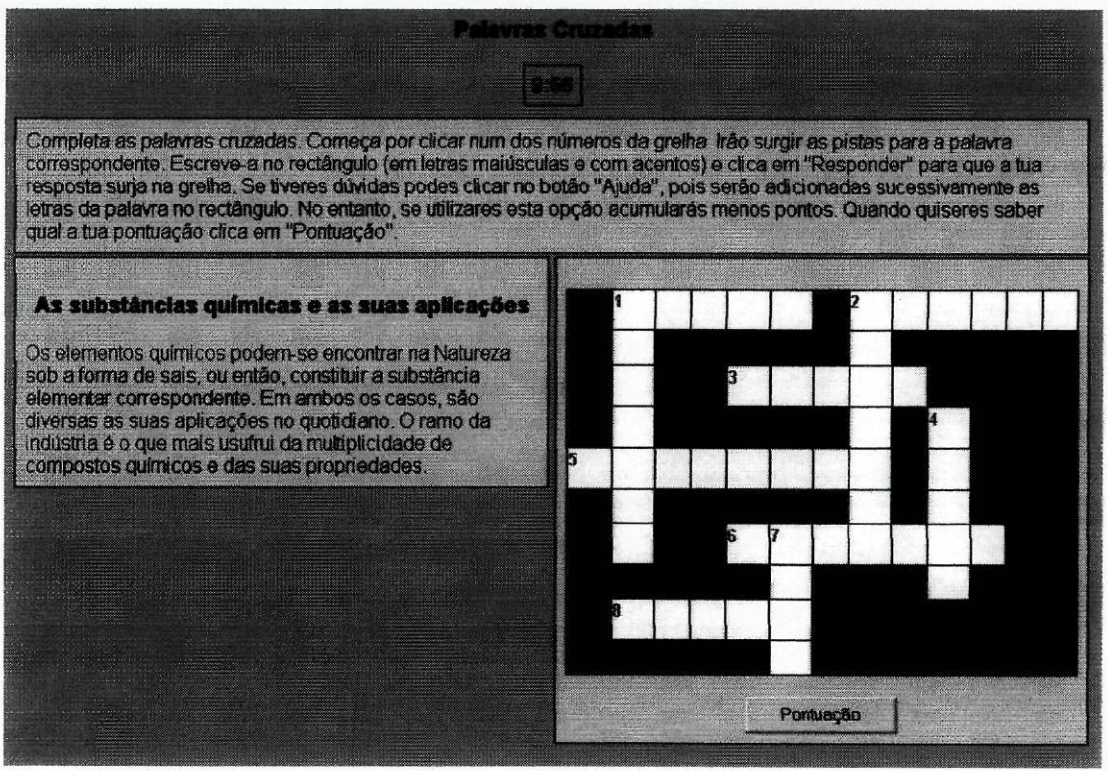
12. Cor dos *links* em todas as páginas

12.1 Estabelecer no código HTML que os *links* depois de consultados devem adquirir a cor recomendada pelos especialistas em usabilidade.

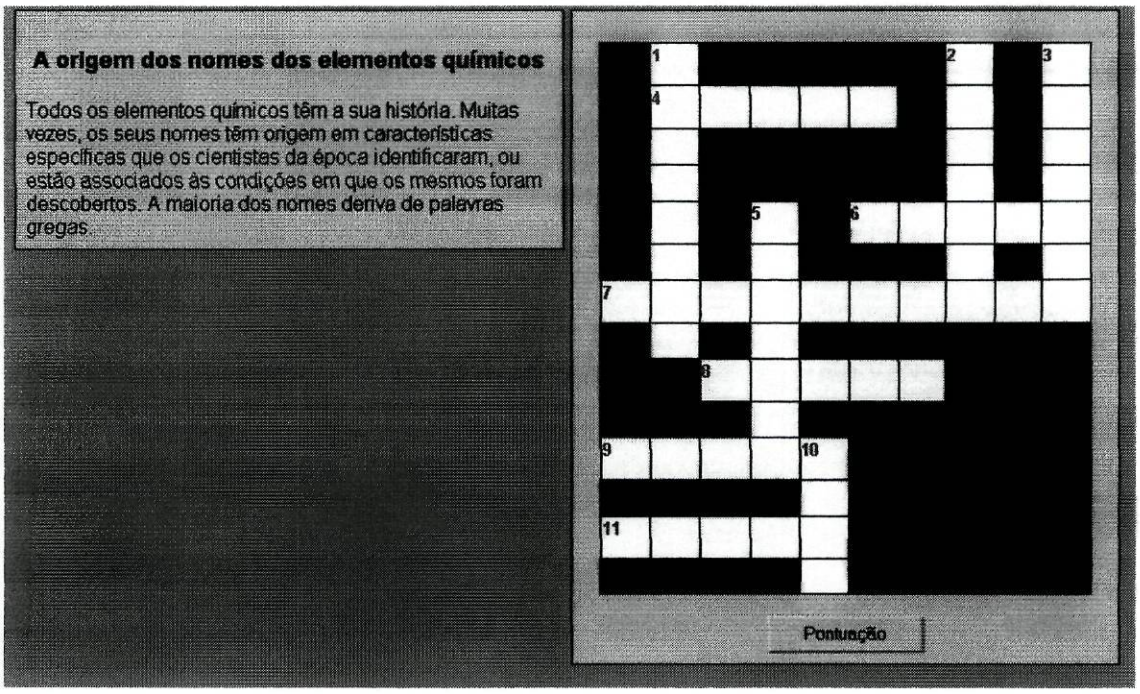
Anexo 9 – Palavras Cruzadas



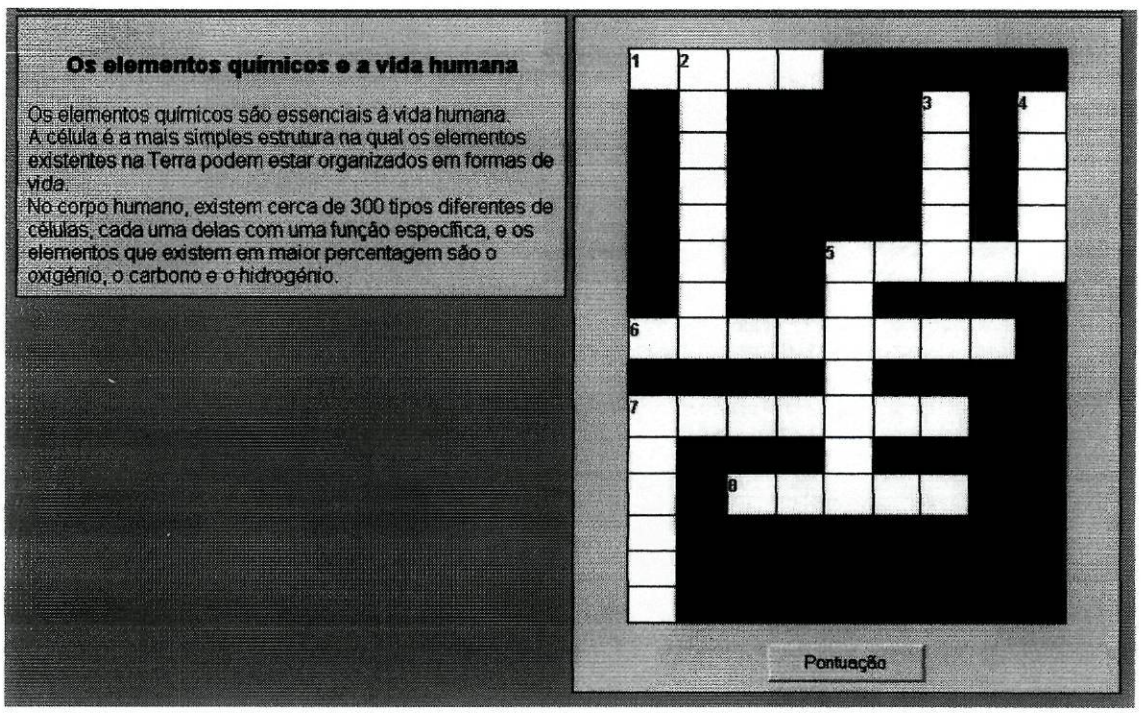
Palavras cruzadas sobre o tema "Os elementos químicos e o teste da chama"



Palavras cruzadas sobre o tema "As substâncias químicas e as suas aplicações"



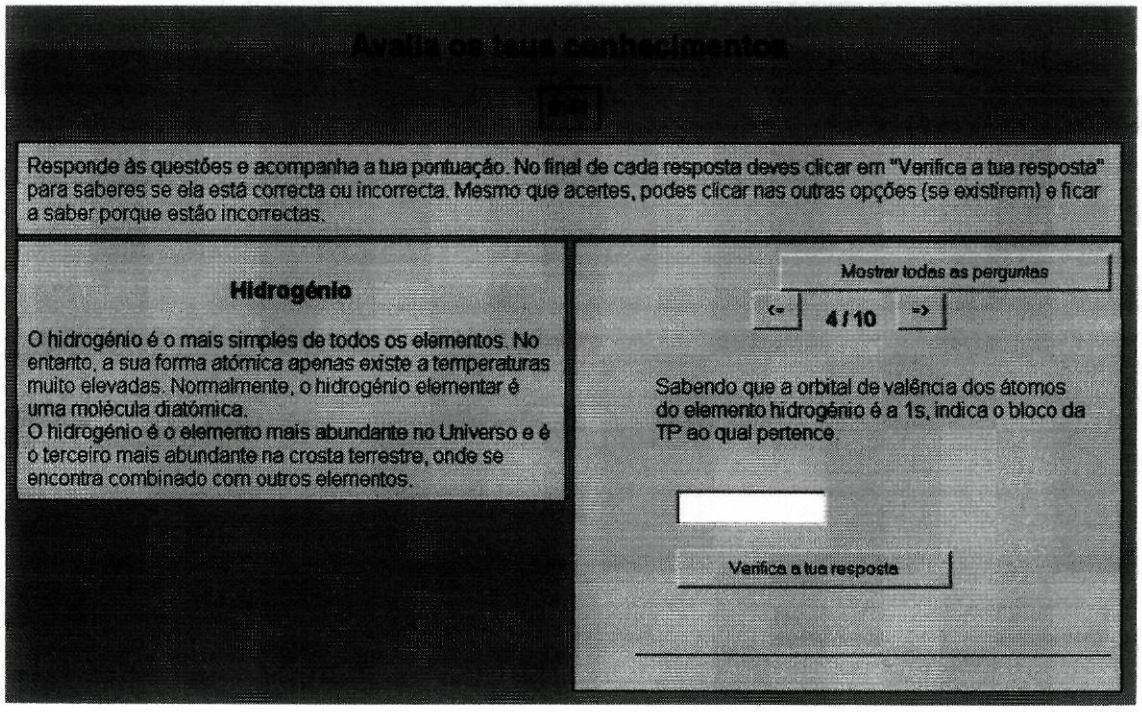
Palavras cruzadas sobre o tema "A origem dos nomes dos elementos químicos"



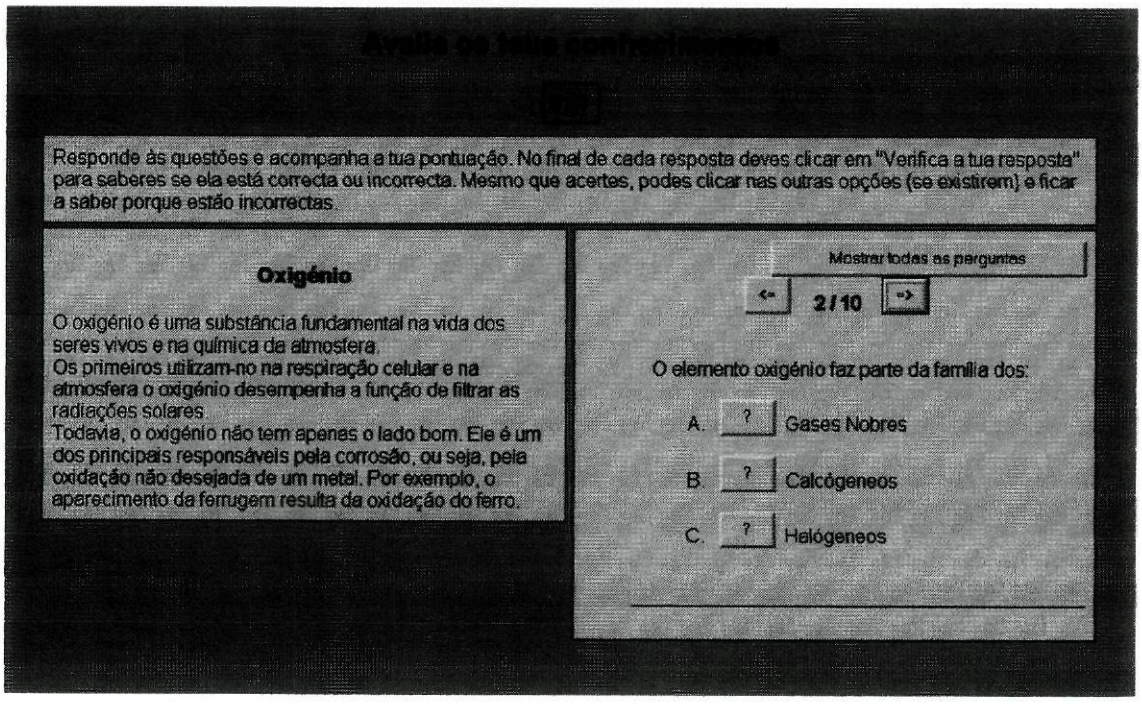
Palavras cruzadas sobre o tema "Os elementos químicos e a vida humana"

(Nota: Todos as palavras cruzadas foram construídas no programa *HotPatotoes*.)

Anexo 10 – *Quizzes*



Pergunta de resposta curta da *quizze* do elemento hidrogénio



Pergunta de escolha múltipla da *quizze* do elemento oxigénio

(Nota: Todas as *quizzes* foram construídas no programa *HotPatotoes*.)

Anexo 11 – *Links* com actualidades

Links com actualidades para o elemento Hidrogénio

http://www.arena.com.pt/ntec.html

Site que explora as propriedades do elemento hidrogénio e o encara como o combustível do futuro. Refere as aplicações das células de combustível nos automóveis e os motores de ar quente. São indicados vários *links* com interesse. (português)

http://www.energiasrenovaveis.com/html/energias/hidrogenio.asp

Site sobre energias renováveis. Inclui o hidrogénio e desenvolve conceitos que lhe estão associados. Aponta *links* para se explorar a utilização da energia do hidrogénio na actualidade e no futuro. (português)

http://www.clean-air.org/

Site da "American Hydrogen Association". Constitui um conjunto de *links* para actualidades, novidades e artigos sobre o hidrogénio. Tem uma parte dedicada à educação, com actividades e projectos desenvolvidos por alunos muito interessantes. (inglês)

http://www.hydrogenassociation.org/

Site da "National Hydrogen Association" com informações muito diversas e actuais sobre o elemento hidrogénio e sobre as suas aplicações. Consulta-o para descobrires. (inglês)

Links com actualidades para o elemento Carbono

http://www.rmbcygnus.net/

Este *site* apresenta em destaque duas notícias, uma sobre robôs e outra sobre circuitos electrónicos, que fazem referência às novas aplicações do carbono, sob a forma de nanotubos. Se clicares em "Ciências" no *menu* principal, encontrarás outras aplicações do carbono, tal como na produção de televisões. (português)

http://www.pa.msu.edu/cmp/csc/nanotube.html

Este *site* consiste num conjunto de *links* que permitem pesquisar muita informação sobre os nanotubos. Poderás, por exemplo, compreender como e porquê a NASA utiliza os nanotubos de carbono no espaço. Aventura-te nesta página e aprende muito. (inglês)

http://www.inovacaotecnologica.com.br/index.php

O *site* "Inovação Tecnológica" tem um *link* designado por "Nanotecnologia" no *menu* principal, que permite aceder a muitos artigos que relatam inúmeras aplicações do carbono. Uma delas refere o bio-nanotubo, o qual tem por função levar os medicamentos até às células. Descobre muito mais. (brasileiro)

***Links* com actualidades para o elemento Silício**

http://www.inovacaotecnologica.com.br/index.php

No *site* "Inovação Tecnológica" para aceder a artigos que exploram as aplicações actuais do silício devem utilizar-se os *links* designados por "Energia" e "Electrónica" do *menu* principal. Encontram-se utilizações do silício no mundo dos computadores e da energia solar. (brasileiro)

http://en.wikipedia.org/wiki/Photovoltaic_cell

http://en.wikipedia.org/wiki/Painel_solar

Ambas as páginas interactivas fazem parte do *site* "Wikipédia – The Free Encyclopedia". Apresentam hipertextos e um *menu* de conteúdos que facilitam as pesquisas dentro e fora do *site*. Permitem adquirir um conjunto de informações muito diversas sobre a importância do silício no seio das energias renováveis e das novas aplicações tecnológicas. (português)

http://www.acm.lda.pt/127.html

Site que apresenta uma casa auto-suficiente em termos energéticos, com recurso aos painéis fotovoltaicos construídos com silício. Desafio-te a descobrir onde a casa foi construída. (português)