

Margarida Maria Queirós Magno Leitão Ribeiro

Uma Galáxia Como a Nossa



Departamento de Matemática Aplicada

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Julho 2004

Margarida Maria Queirós Magno Leitão Ribeiro

Uma Galáxia Como a Nossa



Tese submetida à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
para obtenção do grau de Mestre em Ensino da Astronomia

Departamento de Matemática Aplicada
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Julho 2004

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA APLICADA-FCUP	
BIBLIOTECA	
Data de entrada	07 / 09 / 04
N.º de registo	4571
Cota	QB61m 2004 RIBm 6

*Pedro Vieira,
Presidente do Júri*

À Sofia e ao Filipe

AGRADECIMENTOS

À Professora Catarina Lobo, orientadora deste trabalho, pelo encorajamento e pelos ensinamentos transmitidos;

À Dr^a Lúcia Magno e à Mestre M^a Teresa Queirós, pela colaboração nas traduções do resumo;

Ao Eng^o João Miguel Leitão pelo apoio técnico ao *hardware* e *software*;

A todos os que, directa ou indirectamente contribuíram para a realização deste trabalho, o meu **MUITO OBRIGADA**.

RESUMO

Este trabalho consiste numa aplicação multimédia sobre as galáxias, destinada a alunos dos ensinos básico e secundário.

Partindo da imagem de uma galáxia que se pensa ser semelhante à nossa, o aluno é convidado a ler textos informativos, observar fotografias, imagens, esquemas e animações que lhe permitirão conhecer as características principais da nossa galáxia e ter acesso àquilo que se sabe actualmente sobre as outras galáxias.

A aplicação encontra-se organizada em páginas agrupadas por secções, mas o aluno pode estabelecer o seu próprio percurso, utilizando as ligações existentes de umas páginas para as outras ou as ligações para páginas na *world wide web*.

Na aplicação está incluída uma secção com explicações de alguns conceitos e fenómenos de Física e também uma secção com actividades que podem ser realizadas quer em sala de aula quer pelo aluno individualmente.

ABSTRACT

This work consists of a multimedia application about galaxies for students in elementary and secondary schools.

Beginning with a galactic image considered to be similar to our Galaxy, students are invited to read informative texts, to watch photographs, pictures, schemes and computer animations which allow them to know the main features of our Galaxy and to get current information about other galaxies as well.

The application is organised into several pages grouped into sections, but students can make their own choices using the links between pages or other links connecting to sites in the World Wide Web.

In this application are also included one section explaining several concepts and physical phenomena and another with activities which can be performed in the classroom or by students individually.

RÉSUMÉ

Ce travail consiste en une application multimédia concernant les galaxies, destinée à des élèves du premier et du second degré de l'enseignement.

En partant de l'image d'une galaxie que l'on pense être pareille à la nôtre, l'élève est invité à lire des textes d'information, à observer des photos, des images, des schémas et des animations, qui lui permettront de connaître les caractéristiques principales de notre galaxie et d'avoir accès à ce que l'on sait actuellement sur les autres galaxies.

Cette application se trouve organisée dans des pages groupées en sections, mais l'élève peut établir lui-même son parcours, en utilisant les liaisons établies d'une page à une autre ou les liaisons qui renvoient aux pages de la *world wide web*.

Dans l'application, une section est incluse contenant des explications de quelques concepts et phénomènes de physique, et une autre présente des activités qui peuvent être réalisées soit en classe soit par chaque élève individuellement.

INDICE

1. TEMA PROPOSTO: SEU INTERESSE E SUA ABORDAGEM	8
1.1 Introdução	8
1.2 Utilizadores	8
1.3 Objectivos e finalidades	9
1.4 As galáxias nos currículos das Ciências Físico-Químicas	10
1.5 A perspectiva actual do ensino das ciências.....	11
1.6 O computador – ferramenta poderosa no ensino das Ciências	12
1.6.1 A evolução da utilização de computadores no ensino das Ciências....	12
1.6.2 A Internet e a HTML.....	13
1.6.3 A utilização da Internet no ensino das Ciências.....	14
2. ASPECTOS TÉCNICOS	16
2.1 Introdução	16
2.2 Instalação.....	16
2.3 Página inicial.....	16
2.4 Organização geral.....	17
2.5 Navegação.....	17
2.6 Links externos.....	18
3. CONCLUSÃO	19
4. BIBLIOGRAFIA	21
4.1 Bibliografia de Informática.....	21
4.2 Bibliografia de Ciências da Educação e Didáctica das Ciências.....	21
4.3 Bibliografia de Astronomia e Física.....	21
4.3.1 Livros	21
4.3.2 Artigos.....	23
4.3.3 CD-ROMs	23
4.3.4 Endereços da Internet.....	24
5. ANEXOS.....	28
ANEXO A - Excertos Dos Novos Currículos Do Ensino Secundário Relacionados Com a Astronomia	29
ANEXO B – CD-ROM com a Aplicação “Uma Galáxia Como a Nossa”	31

1. TEMA PROPOSTO: SEU INTERESSE E SUA ABORDAGEM

1.1 Introdução

Este trabalho foi realizado como Dissertação no âmbito do Mestrado em Ensino da Astronomia da Universidade do Porto. Foi orientado pela Professora Doutora Catarina Lobo.

A proposta de trabalho tinha o título «Uma Galáxia Como a Nossa» e as seguintes indicações:

«Pretende-se que o aluno explore todos os constituintes da Galáxia (estrelas de diversos tipos, gás em diferentes fases, buraco negro supermassivo, matéria escura, etc) e a sua morfologia, movimentos presentes na galáxia (rotação diferencial, movimento em direcção a Andrómeda), teorias de formação, satélites mais próximos, e outras características ou propriedades.»

O trabalho deve ser apresentado num suporte multimédia (páginas html ou documento Power Point), de forma visualmente atraente e o mais interactivo possível, em linguagem cientificamente correcta mas acessível, eventualmente partindo de uma imagem de uma galáxia espiral que seja semelhante à Via Láctea, e dando a informação acima mencionada por links a textos descritivos, simulações, imagens, esquemas, etc.»

1.2 Utilizadores

“Uma Galáxia Como a Nossa” não pretende ser um “manual” de ensino, nem um instrumento pedagógico de carácter sistemático e obrigatório.

Sendo professora de Física e Química do ensino secundário, realizei este trabalho a pensar nos meus e noutros alunos do ensino secundário. Mas pode ser utilizado por alunos de qualquer nível de ensino, que desejem aprofundar alguns assuntos das aulas ou alargar a sua visão dos fenómenos científicos e do Universo.

Pode ser um instrumento muito útil para alunos que estejam envolvidos em actividades extra-curriculares como clubes de Astronomia, por exemplo, ou em actividades da recém-criada Área de Projecto.

Pode também interessar a professores, que poderão utilizar “Uma Galáxia Como a Nossa” para aprofundarem conhecimentos, aproveitar textos, imagens, animações para ilustrar fenómenos, motivar os alunos, ou ainda aproveitar as sugestões de actividades nas aulas ou em projectos não curriculares.

O conteúdo de “Uma Galáxia Como a Nossa” poderá ainda ser útil a qualquer pessoa que se interesse por temas de Astronomia.

1.3 Objectivos e finalidades

A educação permite aos alunos alcançar não só saberes, mas também competências, atitudes e valores. Em particular no caso da Astronomia, Platão afirmou que **“A astronomia compele a alma a olhar mais longe ...”**.

Na realização deste trabalho pretendeu-se ter isso em conta, proporcionando meios para que os alunos possam atingir objectivos não só na área da Astronomia mas também da Ciência em geral e ainda na de Desenvolvimento Pessoal.

Assim, pretende-se que este trabalho ajude o aluno a ser capaz de:

- Caracterizar o objecto de estudo da Astronomia enquanto Ciência.
- Aumentar e melhorar os seus conhecimentos em Astronomia.
- Conhecer marcos importantes na História da Astronomia.
- Compreender alguns fenómenos naturais com base em conhecimento científico.
- Compreender conceitos e a sua interligação.
- Compreender o modo como alguns conceitos científicos se desenvolveram, bem como algumas características básicas do trabalho científico necessárias ao seu próprio desenvolvimento.
- Compreender o papel da observação e da experimentação na construção do conhecimento científico.

Os alunos poderão ainda desenvolver aprendizagens que se inserem num quadro mais vasto de Educação para a Cidadania Democrática:

- Desenvolver a capacidade de pesquisar, consultar, seleccionar, analisar, avaliar de modo crítico informações em situações concretas.
- Melhorar as capacidades de comunicação, utilizando suportes diversos, nomeadamente as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).
- Reconhecer o impacto do conhecimento científico na sociedade.
- Compreender o contributo de diferentes disciplinas para a construção do conhecimento científico, e o modo como se articulam entre si.
- Compreender a cultura científica como componente integrante da cultura actual.
- Ponderar argumentos sobre assuntos científicos socialmente controversos.
- Avaliar melhor campos de actividade profissional futura, em particular para prosseguimento de estudos.
- Desenvolver o gosto por aprender.

1.4 As galáxias nos currículos das Ciências Físico-Químicas

A Astronomia é um dos temas que mais curiosidade e interesse suscita, actualmente, tanto nos alunos como nas pessoas em geral. Por isso é que este tema foi seleccionado para as Unidades iniciais dos novos currículos, tanto do 10º como do 11º anos de escolaridade, da disciplina que agora se chama «**Física e Química A**». O novo currículo do 10º ano desta disciplina começou já a ser leccionado nas escolas secundárias neste ano lectivo de 2003/04.

Embora não exista nos programas nenhuma unidade que explore a fundo as galáxias, existem pontos de contacto entre alguns objectos de ensino dos programas curriculares e os conteúdos científicos de “Uma Galáxia Como a Nossa” (ver Anexo A). É uma boa oportunidade para induzir os alunos a alargarem a sua visão do Universo, porque, como disse John Muir (1838 – 1914), naturalista, explorador e

conservacionista norte-americano: “Quando tentamos perceber qualquer coisa por si própria, encontramos-la emaranhada com todo o resto do Universo”¹.

1.5 A perspectiva actual do ensino das ciências

O diagrama seguinte apresenta uma visão evolutiva das várias perspectivas do ensino das ciências, ao longo do tempo:

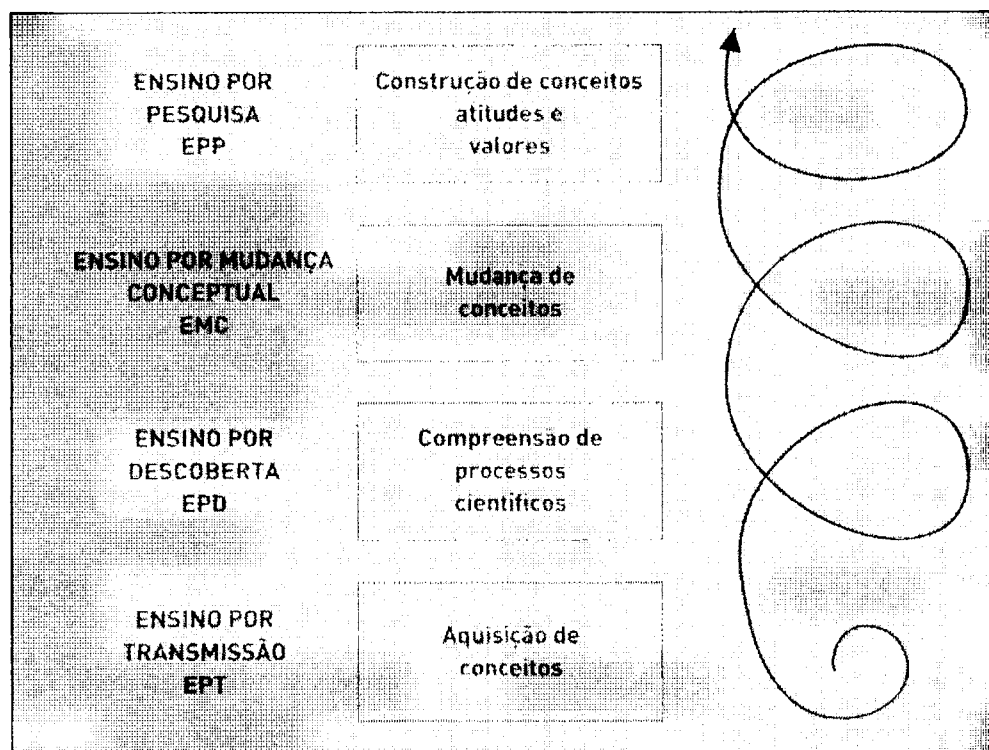


Figura 1.1 – Evolução das várias perspectivas do ensino das ciências
(adaptado de Cachapuz, 2000)

Na perspectiva actual, representada por EPP (ensino por pesquisa), importa considerar tanto o papel do professor como o dos conteúdos de ensino.

Os conteúdos de ensino são actualmente considerados como estando ao serviço da educação em ciência e não simplesmente da instrução. Em perspectivas anteriores, os conteúdos eram considerados como fins ou metas do ensino. Actualmente, são considerados como meios para se atingirem aprendizagens relevantes, tanto do ponto de vista educacional como social.

¹ in MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (2001), *Física e Química A, Programa 10º ano*.

Esta perspectiva é centrada no aluno, ligada aos seus interesses quotidianos e pessoais e por esse motivo potenciadora de uma maior motivação.

Segundo esta perspectiva, os alunos devem encarar os conteúdos de ensino mais como instrumentos necessários ao acto de pensar do que como produto de uma aprendizagem necessária para obter um resultado final, como, por exemplo, as classificações em qualquer avaliação que se destine a esse fim. A tónica deixa de incidir nos conteúdos que se devem leccionar – o “o quê” – para passar a incidir no “porquê” e no «como».

O factor mais importante do ensino/aprendizagem é o aluno, que é o «motor» da própria aprendizagem, devendo o professor ser um meio que ajude o aluno na sua busca e aquisição de conhecimentos. É o aluno que constrói o seu próprio conhecimento, e por isso esta perspectiva é denominada **perspectiva construtivista** ou **construtivismo**.

1.6 O computador – ferramenta poderosa no ensino das Ciências

1.6.1 A evolução da utilização de computadores no ensino das Ciências

Os primeiros computadores apareceram pela primeira vez em escolas públicas na década de 70, mas o seu número foi crescendo ao longo das décadas de 80 e 90.

Desde os anos 80, o avanço tanto no *hardware* como no *software* foi impressionante. A capacidade dos computadores aumentou imenso, quer a nível de memória, quer de velocidade de operação. Tem aparecido muito e cada vez melhor e mais completo *software* educacional.

O computador é um utensílio privilegiado tanto na aquisição de dados inerentes a medições como na simulação de experiências impossíveis de realizar no laboratório; permite o tratamento de dados estatísticos e o acesso rápido a valores de constantes e a outros elementos de pesquisa.

A grande capacidade de cálculo associada aos computadores, inicialmente apenas permitida aos cientistas e investigadores, está actualmente à disposição de todos.

A ferramenta mais recente é a Internet. O acesso directo à Internet permite percorrer e explorar muitos *sites* de acesso livre e grátis. A Internet começou a ser utilizada em Portugal de forma significativa por volta de 1994.

As novas tecnologias da informação e da comunicação estão cada vez mais a impor-se na sociedade e no ensino. A actual reformulação do ensino já pressupõe uma nova disciplina curricular precisamente com o nome de *Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação*.

Um dos desafios para os próximos anos é a articulação da escola com aquela a que se chama a "sociedade da informação e do conhecimento". Torna-se necessário proporcionar materiais de qualidade para que todos possam aceder, seleccionar, ordenar, gerir e utilizar recursos digitais para ensino - aprendizagem.

Actualmente a maior parte dos professores já utiliza o computador para processamento de texto; alguns utilizam folhas de cálculo para análises de dados. Verifica-se um aumento progressivo da utilização, por professores, da navegação e pesquisa de recursos na Internet, bem como da utilização de CD-ROMs com programas científicos especializados e outros materiais didácticos.

Tenho conhecimento de algum *software* que tem sido criado em Portugal para o ensino da Física e da Química, geralmente mais baseado em jogos e simulação de experiências, mas não abrangendo o tema da Astronomia.

Como professora, sinto a falta de recursos científicos em língua portuguesa. Se é enorme a iliteracia dos alunos na disciplina de Língua Portuguesa, verifica-se que são uma minoria os alunos do ensino secundário que têm conhecimentos de inglês suficientes para compreender os *sites* ou outros recursos de *software* produzidos em inglês.

1.6.2 A Internet e a HTML

A Internet disponibiliza um conjunto de serviços (também denominados *ferramentas*), dos quais os principais são:

- ◆ e-mail;
- ◆ grupos de discussão;
- ◆ World Wide Web (www).

A *www*, também por vezes designada por *Web*, foi desenvolvida para permitir que imagens e textos fossem facilmente transferidos através do uso de *HyperText Markup Language* (HTML). Através de programas denominados *Web Browsers*, pode-se, a partir de um computador, transmitir e receber texto e imagem. Os *browsers* mais utilizados actualmente são o *Microsoft Internet Explorer* e o *Netscape Navigator*.

O *browser* descodifica a linguagem HTML das várias páginas *web*, também designadas páginas de informação, que podem conter texto, figuras, som e outros elementos. Uma colecção de páginas *web* ligadas entre si constitui um *site web*.

Em cada página *web* pode haver referência a outras páginas, e essas referências são implementadas através de ligações designadas por *links*, *hyperlinks* ou *hiperligação*. Quando são utilizadas num documento HTML, permitem a ligação a outro documento fazendo um clique sobre a sua referência. Este modo de representar a informação sob a forma de texto sensível é designada *hipertexto* (*hypertext*).

Com a evolução da informação multimédia (que além de texto inclui imagens, animação, som, etc.), as páginas *web* passaram a exibir informação e ligação para informação multimédia, por isso o conceito de hipertexto alargou-se para o de *multimédia*.

As ligações para diferentes páginas podem ser apresentadas de forma diversa: texto sublinhado de cor diferente, imagem com um rebordo de outra cor, geralmente associados ao aparecimento de uma "mão" sobre essa ligação. Quando o utilizador selecciona esse elemento que contém a hiperligação, o *browser* segue essa ligação, carregando a página respectiva.

1.6.3 A utilização da Internet no ensino das Ciências

A maior vantagem da *www* para a comunidade científica é a possibilidade de contactar outras pessoas e encontrar boas informações ou *software*. Estar ligado à internet significa ter acesso a um enorme número de recursos para melhorar a educação das ciências.

No entanto, navegar na Internet só por si não assegura de modo nenhum que o uso que se faz seja bom e útil. É necessária orientação competente, por professores bem informados, de modo a ajudarem os alunos a construir conceitos científicos correctos.

O recurso à Internet exige também um espírito crítico em relação aos conteúdos encontrados, nem sempre fiáveis. Na sociedade do futuro, é preciso ser-se cada vez mais crítico face a uma quantidade cada vez maior de informação, muita da qual errónea ou inútil. Cabe ao professor ser o portador dos elementos necessários a essa crítica.

2. ASPECTOS TÉCNICOS

2.1 Introdução

A aplicação "Uma Galáxia Como a Nossa" foi realizada com o programa informático Front Page 2000, da Microsoft.

Foi testada e otimizada para ser lida com o browser Internet Explorer.

Possui imagens e animações com os formatos mais vulgarmente utilizados em informática e páginas da internet, nomeadamente ficheiros com as extensões .gif, .jpeg, .mpeg e .mov. Todos eles foram testados com o programa Quick Time.

2.2 Instalação

O CD-ROM da aplicação possui um programa de instalação que abre o programa Internet Explorer automaticamente, apresentando logo a página inicial da aplicação. Assim, bastará inserir o CD na unidade de leitura de CDs do computador e aguardar alguns segundos (até meio minuto).

No caso de o CD não abrir automaticamente, pode abrir-se manualmente. Para isso deve abrir-se a pasta "O meu computador", onde se procura o *drive* onde se encontra o CD, clica-se no CD para se visualizar o seu conteúdo e abre-se o ficheiro "index.htm" que é a página inicial da aplicação. Depois de aberta essa página, o programa funcionará normalmente.

2.3 Página inicial

A aplicação abre com uma imagem da galáxia M83. Clicando com o rato do computador na imagem da galáxia acede-se à página do índice geral da aplicação.

Ao fundo da página aparecem dois botões rectangulares que são ligações para as páginas "Realizado por" e "Leia-me". Esta última contém instruções para a navegação na aplicação.

2.4 Organização geral

“Uma Galáxia Como a Nossa” está dividida em seis grandes secções:

- A Galáxia M83
- A Nossa Galáxia
- As Galáxias
- Componentes das Galáxias
- Física
- Actividades

Pode-se aceder a qualquer uma destas seis secções a partir do índice geral que é apresentado logo que se entra na aplicação. Clicando com o rato em qualquer título de uma secção, abre-se a página de abertura dessa secção.

Na página de abertura de cada secção encontra-se um índice com os nomes das sub-secções dessa secção. Clicando com o rato em qualquer um dos títulos das sub-secções, acede-se à página correspondente.

2.5 Navegação

A maior parte das páginas possui, no início, um pequeno índice dos assuntos dessa página. Clicando com o rato num título, a página sobe de modo a apresentar o local da página com o assunto escolhido.

Ao fundo de cada página encontram-se **barras de navegação**.

A primeira barra de navegação tem o seguinte aspecto:



Cada imagem funciona como um botão para aceder a, respectivamente:

- cimo da página
- página de abertura (índice) da secção
- índice geral
- página inicial

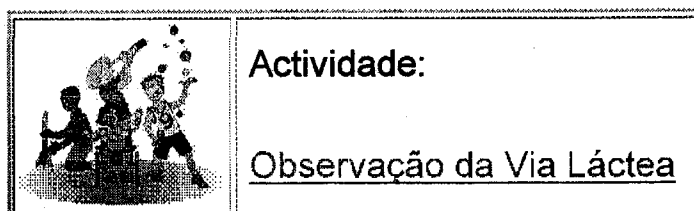
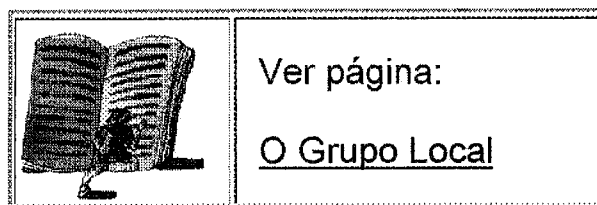
Por baixo dessa existe outra barra de navegação com os nomes das páginas que fazem parte da mesma secção da página que está aberta. Por exemplo, na página "Tipos de Galáxias" a barra que aparece é:

[HISTÓRIA DA DESCOBERTA DAS GALÁXIAS] [OS NOMES DAS GALÁXIAS]

[EVOLUÇÃO DAS GALÁXIAS] [TIPOS DE GALÁXIAS]

O nome da página que está aberta aparece sem sublinhado. Os nomes das outras páginas da mesma secção estão sublinhados e funcionam como ligações para essas páginas, bastando clicar com o rato em cima.

Em vários locais ao longo das páginas, encontram-se outros tipos de **ligações** que dão acesso a outras páginas da aplicação.



No rectângulo do lado direito encontra-se escrito o título da página a que ele dá acesso. Clicando em cima do título acede-se à página indicada.

Nalgumas páginas das Actividades existe no fundo da página um rectângulo com a indicação "Ver Respostas". Clicando em cima do rectângulo tem-se acesso à página das respostas correspondente à página da Actividade que se encontra aberta.

2.6 Links externos

No final das páginas, com o título "PARA SABER MAIS", encontram-se links para páginas da Internet que os utilizadores poderão seguir para aprofundarem os assuntos tratados em cada página.

3. CONCLUSÃO

No decorrer da realização deste trabalho procurou-se torná-lo o mais versátil possível. Embora se destine a alunos do ensino secundário, pode interessar a qualquer pessoa que nutra curiosidade por estas áreas da Astronomia.

Assim, houve a preocupação de criar um produto final que fosse:

- simples e acessível em termos de linguagem;
- “amigável”, isto é, que permita uma fácil navegação através das suas páginas;
- interactivo, permitindo que o utilizador construa o seu próprio percurso através das várias secções e das várias páginas;
- fácil de consultar, com um índice geral onde se pode facilmente identificar uma estrutura, uma sequência e uma lógica nas várias secções e páginas do trabalho;
- atraente em termos de aspecto gráfico, com muitas figuras, cor e animações ilustrativas;
- leve, com textos pequenos e de fácil leitura;
- interessante, pelas analogias com histórias, com objectos e situações do dia-a-dia, curiosidades;
- com actividades que podem ser realizadas por um aluno, individualmente, ou por grupos de alunos, e até em ambiente de sala de aula; caberá ao professor fazer as adaptações necessárias para aplicar a cada situação.
- útil, uma vez que possui explicações teóricas e cientificamente correctas sobre vários aspectos da Física e da Astronomia, que podem ser aproveitados quer em aulas quer em actividades extra-curriculares.
- aberto, isto é, que indica *links* para material na Internet onde o utilizador poderá aprofundar os assuntos que mais lhe interessarem.

Saliente-se ainda a grande vantagem do *software* em relação a qualquer manual em suporte escrito: a possibilidade da sua actualização, adaptação e ampliação a novos temas (o que permitirá por exemplo a sua adaptação aos novos *curricula* que estão agora a ser implementados no ensino secundário) e a facilidade de disponibilização em CD ou também na Internet.

Não foram realizados estudos do impacto junto dos alunos, por motivo de escassez de tempo, no entanto alguns colegas que foram vendo partes do trabalho, embora ainda incompleto, consideraram que iria ficar muito interessante. Algumas partes do trabalho que foram ficando prontas já me foram úteis para preparar fichas para os alunos.

Creio pois ter conseguido construir um instrumento com valor pessoal pelo tempo nele investido, com valor científico e com valor didáctico, que será utilizado por mim e outros professores na acção educativa. Mas também os conhecimentos e as competências que adquiri durante a sua realização, principalmente na área da Astronomia, mas também nas áreas da informática e da pedagogia, constituem mais-valias que valorizarão o meu trabalho futuro como professora.

4. BIBLIOGRAFIA

4.1 Bibliografia de Informática

ALI, Moisés, *FrontPage XP*. Abril/Controljornal Editora, 2001.

MARQUES, Francisco e MENDES, Ana, *FrontPage XP – Curso Completo*. FCA – Editora de Informática, Lisboa, 2002. ISBN 972-722-279-X.

<http://web-wise-wizard.com/>

<http://www.microsoft.com/>

<http://www.webstyleguide.com/>

4.2 Bibliografia de Ciências da Educação e Didáctica das Ciências

CACHAPUZ, António (org.) (2000). *Perspectivas de Ensino*. Colecção Formação de Professores – Ciências, nº 1. Centro de Estudos de Educação em Ciências, Porto.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (2001), *Física e Química A, Programa 10º ano*.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (2001), *Física e Química A, Programa 11º ano*.

MINTZES, Joel, WANDERSEE, James e NOVAK, Joseph, *Ensinando Ciência Para a Compreensão*. Plátano Edições Técnicas, Lisboa, 2000. ISBN 972-707-264-X.

TRINDADE, Armando R., *Introdução à Comunicação Educacional*. Universidade Aberta, Lisboa, 1990. ISBN 972-674-019-3.

4.3 Bibliografia de Astronomia e Física

4.3.1 Livros

ASTRONOMICAL SOCIETY OF THE PACIFIC – *Universe at Your Fingertips*.

BELLO, Adelaide e CALDEIRA, Helena, *Ontem e Hoje – Física – 10º Ano*. Porto Editora, 2003. ISBN 972-0-42300-5.

BRUNIER, Serge, LAGRANGE, Anne-Marie, *Les Grands Observatoires du Monde*. Bordas, 2002. ISBN 2-04-760026-X.

COTARDIÈRE, Philippe de la, FERLET, Roger, *Le Grand Livre du Ciel*. Bordas, 2001. ISBN 2-04-027238-0.

- FERREIRA, Máximo e ALMEIDA, Guilherme de, *Introdução à Astronomia e às Observações Astronómicas*, 6ª Edição. Plátano Edições Técnicas, Lisboa, 2001. ISBN 972-707-079-5.
- FREEDMAN, Roger A. e KAUFMANN III, William J., *Universe*, Sixth Edition. W. H. Freeman and Company, New York, 2002. ISBN 0-7167-4647-6.
- GARLICK, Mark A., *O Universo em Expansão*. Dorling Kindersley – Civilização Editores, L^{da}, 2002. ISBN 989-550-007-6.
- ILLINGWORTH, Valerie & CLARCK, John O. E., *The Facts On File Dictionary Of Astronomy*, Fourth Edition. Checkmark Books, New York, 2000. ISBN 0-8160-4284-5.
- KARTTUNEN, KROGER, OJA, POUTANEN, DONNER. *Fundamental Astronomy*, 3ª ED., Springer-Verlag, 2000. ISBN 3-540-60936-9.
- LAMBERTI, Corrado, *Astronomia – O Universo nas Suas Mãos*. Ediciones Orbis, Barcelona, 1994. ISBN 84-402-1711-0.
- LOCHNER, James C., WILLIAMSON, Lisa, FITZHUGH, Ethel, *The Hidden Lives of Galaxies – An Information and Activity Booklet*. Imagine The Universe!, NASA, 2000-2001.
- GRIBBIN, John, *O Pequeno Livro da Ciência*. Bizâncio, Lisboa, 1999. ISBN 972-53-0065-3.
- MACIEL, Noémia, CAMPANTE, M^a José, GRADIM, M^a Manuela, *Eu e a Química*, 10º ano. Porto Editora, Porto, 2003. ISBN 972-0-42243-2.
- MOCHÉ, Dinah L., *Astronomia*. Gradiva, Lisboa, 2002. ISBN 972-662-852-0.
- POSKITT, Kjartan, *Uma Galáxia Marada*. Publicações Europa - América, 2001. ISBN 972-1-04720-1.
- PRINJA, Raman K. and IGNACE, Richard, *Understanding The Universe*. Philip's, Great Britain, 2002. ISBN 0-540-07715-1.
- RIGUTTI, M., LONGO, G., SANTANIELLO, M., VITTONI, A. A., *Astronomía*. Idea Books, Barcelona, 1998. ISBN 84-8236-035-3.
- ROY, A. E. and CLARKE, D., *Astronomy: Principles and Practice*. Adam Hilger, 1988.
- ROY, A. E. and CLARKE, D., *Astronomy: Structure of the Universe*. Adam Hilger, 1989.
- RÜKL, Antonín, *A Guide to the Stars, Constellations, and Planets*. Caxton Editions, Prague, 2000. ISBN 1-840-67-050-9.
- SAGAN, Carl, *Cosmos*. Gradiva, Lisboa, 2001. ISBN 972-662-807-5.
- STANNARD, Russell, *Os Buracos Negros e o Tio Alberto*. Edições 70, Lisboa, 1999. ISBN 942-44-0851-5.
- TERZIAN, Yervant e BILSON, Elizabeth, *O Universo de Carl Sagan*. Universidade de Aveiro / Gradiva, 1988. ISBN 972-662-639-0.
- VANCLEAV, Janice, *Astronomia Para Jovens*. Publicações Dom Quixote, Lisboa, 1993. ISBN 972-20-1127-8.

WHITLOCK, Laura A., GRANGER, Kara C., MAHON, Jane D., *The Anatomy of Black Holes – An Information and Activity Booklet*. Imagine The Universe!, NASA, 2001.

ZEILIK, Michael, *Astronomy, The Evolving Universe*, Ninth Edition. Cambridge University Press. ISBN 0-521-80090-0.

4.3.2 Artigos

BOUQUET, Alain, *L'Univers Tel Qu'il Est*. Science et Vie Hors Série n° 221, Dezembro 2002, p. 6 – 15.

COWEN, Ron, *Galáxias*. National Geographic Portugal n° 23, Fevereiro 2003, p. 2 - 29.

CUILLIERIER, René, *Questions Sans Queu Ni Tête*. Science et Vie Junior Dossier Hors Série n° 44, Abril 2001, p. 18 – 23.

DEBROISE, Anne, *L'Architecture de l'Univers*. Science et Vie Hors Série n° 221, Dezembro 2002, p. 28 – 61.

DEVILLAINE, Valérie, *La Voie Lactée va-t-elle disparaître?* Science et Vie Hors Série n° 221, Dezembro 2002, p. 150 – 160.

GREFFOZ, Valérie e KHALATBARI, Azar, *Trous Noirs: Ils Sont Partout!*. Science et Vie n° 1022, Novembro 2002, p. 50 – 65.

JODRA, Serge, *Au-delà du Big Bang*. Science et Vie Hors Série n° 221, Dezembro 2002, p. 106 – 135.

KLESIUS, Michael, *Chandra*. National Geographic Portugal n° 21, Dezembro 2002, p. 82 - 93.

MONNIER, Emmanuel, *La Matière Noire*. Science et Vie Hors Série n° 221, Dezembro 2002, p. 91 – 105.

MONNIER, Emmanuel, *Sur Les Traces de la Matière Noire*. Science et Vie Junior Dossier Hors Série n° 44, Abril 2001, p. 86 – 92.

RUPHY, Stéphanie e PAUL, Jacques, *Les Trous Noirs*. La Recherche numéro exceptionnel «La Science en 22 Mots Clés», Agosto/Setembro 2001, p. 6 – 9.

RUPHY, Stéphanie e PAUL, Jacques, *Les Galaxies*. La Recherche numéro exceptionnel «La Science en 22 Mots Clés», Agosto/Setembro 2001, p. 70 – 73.

TEYSSÉDRE, Anne, *La Vie Dans l'Univers*, Science et Vie Hors Série n° 221, Dezembro 2002, p. 136 – 147.

VALIN, Muriel, *Les Étranges Objets de l'Univers*. Science et Vie Hors Série n° 221, Dezembro 2002, p. 62 – 89.

4.3.3 CD-ROMs

Imagine The Universe! – StarChild – Astronomy Picture of the Day, 6th Edition. NASA, Março 2002.

Microsoft Encarta 97

NASA's Chandra X-Ray Observatory – Chandra Images and Handouts, volume 1.3, August 1999 – November 2001. NASA.

4.3.4 Endereços da Internet

A galáxia M83

<http://chandra.harvard.edu/photo/2003/1154/index.html>

<http://www.aao.gov.au/images/captions/aatccd001.html>

<http://www.eso.org/outreach/press-rel/pr-1999/pr-18-99.html>

<http://www.mssl.ucl.ac.uk/~rs1/M83.html>

<http://www.seds.org/messier/m/m083.html>

A Via Láctea

<http://adc.gsfc.nasa.gov/mw/>

<http://astro.if.ufrgs.br/vialac/vialac.htm>

<http://atlas.astrodatabase.net/milkyway.html>

http://heasarc.gsfc.nasa.gov/nasap/docs/unive1_p/milky_p.html

http://heasarc.gsfc.nasa.gov/nasap/docs/unive2_p/milky_p.html

<http://kids.msfc.nasa.gov/news/2002/news-mystery.asp>

http://map.gsfc.nasa.gov/html/milky_way.html

<http://rsd-www.nrl.navy.mil/7213/lazio/GC/>

<http://seds.lpl.arizona.edu/messier/more/mw.html>

http://www.astro.up.pt/nd/astro_news/2002/1023pt.html

http://www.damtp.cam.ac.uk/user/gr/public/gal_milky.html

<http://www.eso.org/outreach/press-rel/pr-2002/pr-17-02.html>

<http://www.ipac.caltech.edu/Outreach/Multiwave/gallery3.html>

<http://www.mpifr-bonn.mpg.de/staff/hfalcke/bh/sld5.html>

http://www.oal.ul.pt/oobservatorio/vol8/n1/vol8n1_2.html

<http://www.portaldoastronomo.org/noticia.php?id=357>

http://www.space.com/news/milky_way_000104.html

<http://www.star.le.ac.uk/edu/mway/>

Galáxias

<http://amazing-space.stsci.edu/resources/explorations/galaxies-galore/>

<http://atelier.uarte.mct.pt/fq/astronomia/galaxias.htm>

<http://burro.astr.cwru.edu/models/models.html>
<http://nautilus.fis.uc.pt/astro/messier/list.php?title=Cat%E1logo+Messier&show=true>
http://nedwww.ipac.caltech.edu/level5/Sandage/Sandage_contents.html
<http://school.discovery.com/schooladventures/universe/galaxytour/index.html>
<http://www.atlasdouniverso.hpg.ig.com.br/localgr.html>
<http://www.fisica.ufc.br/galaxia.htm>
<http://www.galacticsurf.com/galaxieGB.htm>
<http://www.ifa.hawaii.edu/faculty/barnes/transform.html>
<http://www.kingsu.ab.ca/~brian/astro/course/lectures/winter/chp7.htm>
<http://www.nationalgeographic.pt/revista/0203/feature5/default.asp>
<http://www.portaldoastronomo.org/tema11.php>
<http://www.portaldoastronomo.org/tema13.php>
<http://www.seds.org/messier/xtra/supp/gal-ttab.html>

Componentes das Galáxias

<http://archive.ncsa.uiuc.edu/Cyberia/Cosmos/MystDarkMatter.html>
<http://astro.if.ufrgs.br/evol/node51.htm>
http://astro.nfist.ist.utl.pt/astrofisica/evolucao_estelar/evol.htm
<http://astro.nfist.ist.utl.pt/astrofisica/sol/sol1.htm>
<http://astro.oal.ul.pt/caaul/imprensa/04Jul02Pub2.htm>
<http://bullwinkle.as.utexas.edu/fis207/estrelas/img7.gif>
<http://exoplanets.org>
http://heasarc.gsfc.nasa.gov/nasap/docs/unive2_p/black_p.html
http://heasarc.gsfc.nasa.gov/nasap/docs/unive2_p/stars_p.html
http://home.comcast.net/~lafayette_management/mira/hr-large-mira.gif
http://map.gsfc.nasa.gov/m_uni/uni_101stars.html
<http://origins.jpl.nasa.gov/index1.html>
<http://planetquest.jpl.nasa.gov/>
<http://skyserver.fnal.gov/en/proj/challenges/hii/>
<http://web.mit.edu/afs/athena.mit.edu/user/r/e/redingtn/www/netadv/specr/012/012.html>
<http://wind.cc.whecn.edu/~marquard/astronomy/sunlike.htm>
<http://zebu.uoregon.edu/51peg.html>
http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/report_04.html
http://www.achetudoeregiao.com.br/Astronomia/hamburguer_de_estrela.htm
<http://www.astronomynotes.com/index.html>

<http://www.astro.ubc.ca/~scharein/a311/Sim/hr/HRdiagram.html>
http://www.astro.up.pt/nd/astro_news
<http://www.astr.ua.edu/keel/galaxies/darkmatter.html>
<http://www.astr.ua.edu/white/mug/cluster/clusters.html>
http://www.bio2000.hpg.ig.com.br/vida_no_universo.htm
<http://www.eso.org/outreach/press-rel/pr-2002/pr-17-02.html>
<http://www.eso.org/outreach/press-rel/pr-2002/pr-22-02.html>
<http://www.eso.org/outreach/press-rel/pr-2001/pr-28-01.html#phot-35a-01>
<http://www.exploratorium.edu/origins/index.html>
<http://www.extrasolar.org/extrasolar.html>
<http://www.fisica.ufc.br/estrelas/estrelas.htm>
<http://www.if.ufrgs.br/~thaisa/bn/index.htm>
http://www.msnbc.com/news/wld/graphics/extrasolar_planets_dw.htm?ad=0
http://www.noao.edu/image_gallery/html/im0345.html
<http://www.noao.edu/outreach/aop/observers/m1.html>
<http://www.oal.ul.pt/observatorio/vol9/n4/pagina2.html>
<http://www.observatorio.ufmg.br/pas06.htm>
<http://www.observatorio.ufmg.br/pas19.htm>
<http://www.obspm.fr/encycl/cat1.html>
<http://www.portaldoastronomo.org>
<http://www.rnoa.rcts.pt/universo/outros/bn/>
http://www.roe.ac.uk/~afh/seeing_the_invisible.htm
http://www.seds.org/messier/more/m001_sn.html
<http://www.spacetoday.org/DeepSpace/Stars/Planets/PlanetFindingMissions.html>
<http://www.tim-thompson.com/hr.html>
<http://www.todoceu.com/planetas/sol/interiordosol.htm>
<http://www.uma.pt/Investigacao/Astro/Grupo/Astronomia/Bns/index.htm>

Física e Actividades

http://astro.nfist.ist.utl.pt/astrofisica/classificacao_estelar/classif.htm
<http://amazing-space.stsci.edu/resources/explorations/>
<http://educar.sc.usp.br/fisica/movgrav.html>
<http://lectureonline.cl.msu.edu/~mmp/applist/doppler/d.htm>
<http://lectureonline.cl.msu.edu/~mmp/applist/Spectrum/s.htm>
http://nautilus.fis.uc.pt/wwwfi/hipertextos/espectro/hiper_espectro.html

<http://sirtf.caltech.edu/EPO/>

<http://www.astroamador.hpg.ig.com.br/galaxias.htm>

<http://www.astro.ucla.edu/~wright/doppler.htm>

<http://www.fisica.ufc.br>

http://www.ga-esec-pinheiro-rosa.rcts.pt/apendice/classes_estrelas.htm

<http://www.oas.online.pt/paralaxes.PDF>

<http://www.observatoriovirtual.pro.br/cefeidas.pdf>

http://www.on.br/site_brincando/index.html

<http://www.portaldoastronomo.org/faqs.php?faq=9>

http://www.terra.com.br/fisicanet/cursos/ondas_eletromagneticas/ondas_eletromagneticas.html

Imagens

<http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/astropix.html>

<http://chandra.harvard.edu/photo/>

<http://hubblesite.org/newscenter/archive/>

<http://www.eso.org/outreach/info-events/ut1fl/astroimages.html>

<http://www.ipac.caltech.edu/2mass/gallery/>

<http://www.seds.org/messier/more/m-ua.html>

Animações

<http://ganesh.colorado.edu/nelson/sg.html>

http://map.gsfc.nasa.gov/m_or/mr_media2.html

<http://oposite.stsci.edu/pubinfo/Anim.html>

<http://www.astronomy.ohio-state.edu/~pogge/Ast162/Movies/index.html>

http://www.spacetelescope.org/video/astronomical_animations.html

5. ANEXOS

ANEXO A - Excertos Dos Novos Currículos Do Ensino Secundário Relacionados Com a Astronomia

Física e Química A - 10º Ano

1.1. Arquitectura do Universo

- Breve história do Universo

Teoria do Big Bang e suas limitações; outras teorias

- Escalas de tempo, comprimento e temperatura

Unidades S.I. e outras de tempo, comprimento e temperatura

- Medição em Química

- Aglomerados de estrelas, nebulosas, poeiras interestelares, buracos negros e sistemas solares.

- Processo de formação de alguns elementos químicos no Universo

As estrelas como "autênticas fábricas" nucleares

- Algumas reacções nucleares e suas aplicações

Fusão nuclear do H e do He

Síntese nuclear do C e do O

Fissão nuclear

- Distribuição actual dos elementos no Universo

1.2. Espectros, radiações e energia

- Emissão de radiação pelas estrelas - espectro de riscas de absorção

- Espectro electromagnético - radiações e energia

- Relação das cores do espectro do visível com a energia da radiação

- Análise elementar por via seca

- Aplicações tecnológicas da interacção radiação - matéria

Física e Química A - 11º Ano

1.2. Da Terra à Lua

- Interacções à distância e de contacto
 - As quatro interacções fundamentais na Natureza
- 3ª Lei de Newton
- Lei da gravitação universal
- Movimentos próximos da superfície da Terra
 - Aceleração
 - 2ª Lei de Newton
 - 1ª Lei de Newton
 - O movimento segundo Aristóteles, Galileu e Newton
 - Características do movimento de um corpo de acordo com a resultante das forças e as condições iniciais do movimento:
 - Queda e lançamento na vertical com efeito de resistência do ar desprezável - movimento rectilíneo uniformemente variado
 - Queda na vertical com efeito de resistência do ar apreciável . movimentos rectilíneos acelerado e uniforme. Velocidade terminal
 - Lançamento horizontal com efeito de resistência do ar desprezável - composição de dois movimentos (uniforme e uniformemente acelerado)
 - Movimentos rectilíneos num plano horizontal (uniforme e uniformemente variado)
- Movimentos de satélites geoestacionários
 - Características e aplicações destes satélites
 - Características do movimento dos satélites geoestacionários de acordo com as resultantes das forças e as condições iniciais do movimento: movimento circular com velocidade de módulo constante
 - Velocidade linear e velocidade angular
 - Aceleração
 - Período e frequência

ANEXO B – CD-ROM com a Aplicação “Uma Galáxia Como a Nossa”

