

Edite Paula Silva Bolacha

**ESTRUTURAÇÃO DO
CONHECIMENTO ATRAVÉS DO
HIPERTEXTO
UMA APLICAÇÃO AO ENSINO DA
GEOLOGIA**

**Mestrado em Ensino das Ciências
Variante Ensino da Geologia**

Orientadora: Maria Filomena Amador

Universidade Aberta

Lisboa, Outubro 2000

“Os grandes impressores do século XVI eram ao mesmo tempo letrados, humanistas, técnicos e exploradores de um novo modo de organização do saber e do intercâmbio cultural. É preciso imaginar que (...) nos encontramos perante uma época comparável à da Renascença.”

Pierre Lévy, 1994, p. 138.

Agradecimentos

Um trabalho desta envergadura não resulta do esforço de uma única pessoa mas, da contribuição de um conjunto de seres humanos que nos influenciaram positivamente e nos permitiram concretizar este feito. É por isso que não podemos deixar de realçar: o apoio dos pais, as revisões linguísticas do Paulo, as trocas frutíferas de ideias e pontos de vista com os colegas do Mestrado, a disponibilidade dos cinco alunos da Escola Secundária da Quinta do Marquês para a realização do pré-teste. A todas estas se acrescentam outras, tanto ou mais decisivas contribuições, como os esclarecimentos técnicos do José Bernardo; o apoio de Isabel Marques e de Teresa Mota na tradução inglesa, e de Maria do Carmo Carvalho e Olinda Mineiro na tradução francesa; a disponibilidade, comentários e sugestões dos seis especialistas que validaram o questionário e os hiperdocumentos, respectivamente, o Doutor João Pais da Universidade Nova de Lisboa, o Doutor João Praia da Faculdade de Ciências do Porto, o Doutor José Bidarra da Universidade Aberta, o Doutor José Brilha da Universidade do Minho, o Doutor Luís Marques da Universidade de Aveiro e o Dr. Pires Baptista, professor do Ensino Secundário. Por fim, se realça a mais indispensável de todas, a contribuição da orientadora, Doutora Filomena Amador, cujo cuidado, disponibilidade e empenho que sempre demonstrou no decorrer da investigação, foram muito importantes. A todos agradeço a atenção dispensada.

Resumo

Palavras-chave: hipertexto, T.I.C. (Tecnologias da Informação e Comunicação), aprendizagem significativa, flexibilidade cognitiva, ensino (da Geologia), estudo exploratório.

Tecnologias da Informação e da Comunicação como a televisão, a Internet, o correio electrónico, aumentam diariamente a quantidade de informação que atinge o cidadão europeu. Mais do que nunca, torna-se hoje importante, distinguir o essencial do que é dispensável aprender em cada momento. E para que esta tarefa seja facilitada é necessário organizar a informação, de modo que, os nossos alunos através das novas tecnologias, e usufruindo dos seus benefícios, aprendam significativamente.

Teorias da aprendizagem como a da aprendizagem significativa de Ausubel ou a da flexibilidade cognitiva de Spiro, revelam preocupação quanto à organização dos conhecimentos na mente humana e à melhor forma de organizar a informação para que seja apreendida.

Assumindo como pressupostos teóricos principais, aspectos das duas teorias supracitadas, e utilizando conceitos/conteúdos do programa de Biologia e Geologia do décimo ano de escolaridade, proposto em Maio de 2000 no âmbito da revisão curricular em curso no nosso país, construímos dois documentos hipertextuais com estruturas distintas: hierárquica e em rede.

O estudo que consistiu na exploração, dos dois documentos, por alunos de uma escola da região de Lisboa, assumiu um carácter exploratório e teve por principal finalidade, a formulação de hipóteses que relacionam o tipo de organização hipertextual com o tipo de raciocínios e aprendizagens daí resultantes, susceptíveis de aplicação em futuros estudos.

Os resultados sugerem que o documento hierárquico facilitou os raciocínios do tipo descritivo/classificativo dos alunos que o exploraram, enquanto que o documento em rede terá facilitado os raciocínios do tipo interpretativo/explicativo.

Abstract

Key-words: hypertext, ICT (Information and Communication Technologies), meaningful learning, cognitive flexibility, teaching (of Geology), exploratory research.

Information and Communication Technologies such as Television, Internet and E-mail, really increase the amount of information that reaches the European citizen every day.

More than ever, it is now important to realize what is essential and what is dispensable to learn in each moment. In order to make this task easier, it is necessary to organise the information in such a way that our students will profit from the benefits of new technologies, and learn meaningfully.

Learning theories, such as the Ausubel's meaningful learning and the Spiro's cognitive flexibility, show concern about knowledge organisation in the human mind and also about the best way to organise information, so that it can be grasped.

Assuming some aspects of both theories mentioned above as main theoretical assumptions, and using contents and concepts of the 10 grade Biology and Geology new *curricula*, we have built two hypertextual documents with two distinct structures: hierarchical and web.

The research consisted in student's exploration of the hypertextual documents in a school located in the suburbs of Lisbon. This research main purpose was the formulation of hypotheses that could establish a relationship between the hypertextual organisation and the specific kind of reasoning and learning that result from this exploration, in order that the hypotheses can be applied in future studies.

The results suggest that the hierarchical document made the descriptive/qualifying reasoning easier. On the other hand, the interpretative/explanatory reasoning became easier through the utilization of the web document.

Résumé

Mots-clé: hypertexte, T.I.C. (Technologies de l'Information et de la Communication), apprentissage significatif, flexibilité cognitive, enseignement (de la Géologie), étude exploratoire.

Les Technologies de l'information et de la communication telles que la Télévision, l'Internet, le Service E-Mail, augmentent chaque jour la quantité d'information qui atteint le citoyen de la société européenne. Aujourd'hui, plus que jamais, il faut distinguer entre l'essentiel de l'information et tout ce qu'ont peut apprendre à chaque moment. Et, pour que cette tâche soit facilitée, il est nécessaire organiser l'information de manière à que nos élèves puissent apprendre significativement à travers les nouvelles technologies, en profitant de leur bénéfices.

Les théories d'apprentissage comme celle d' Ausubel, de l'apprentissage significatif, ou celle de de Spiro et de ses collaborateurs, de la flexibilité cognitive, révèlent des préoccupations en ce qui concerne à l'organisation des connaissances dans la pensée humaine et encore de trouver la meilleure forme d'organiser l'information pour être saisie. En assumant comme présupposés théoriques principaux des aspects des deux théories supracitées, et en utilisant des concepts / contenus du nouveau programme de Biologie et Géologie de la dixième année scolaire, proposé en mai 2000, dans le cadre de la révision du programme d'études en cours dans notre pays, on a construit deux documents hypertextuels avec des structures distinctes: hiérarchique et en réseau.

Cette étude a consisté dans l'exploitation des deux documents construits, par des élèves d'une école de la région de Lisbonne et a assumé un caractère exploitable, ayant comme principal finalité la formulation des hypothèses qui établissent un rapport entre le type d'organisation hypertextuelle et le type de raisonnements et apprentissages d'y résultants, susceptible d'une application en postérieures études. Les résultats suggèrent que le document hiérarchique a facilité les raisonnements du type descriptif / classificateur des élèves que l'exploitent, tandis que le document en réseau aura facilité les raisonnements du type interprétatif / explicatif.

ÍNDICE GERAL

Resumo	4
Abstract	5
Résumé.....	6
CAPÍTULO I.....	16
INTRODUÇÃO	16
1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO.....	18
1.1. A Sociedade de Informação na Educação em Portugal.....	19
1.2. As TIC e o Ensino das Ciências.....	28
2. RELEVÂNCIA DO ESTUDO.....	30
3. APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA	33
4. FINALIDADES DO ESTUDO	35
5. LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	36
6. ORGANIZAÇÃO GLOBAL DA DISSERTAÇÃO.....	37
CAPÍTULO II.....	39
REVISÃO DA LITERATURA.....	39
1. O HIPERTEXTO - TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E DA COMUNICAÇÃO	41
1.1. Sistemas hipertextuais - perspectiva histórica e terminologia.....	41
1.1.1. História(s) do hipertexto.....	42
1.1.1.1. Do aparecimento da Imprensa à Enciclopédia Francesa	43
1.1.1.2. Do Memex ao Hypercard.....	46
1.1.1.3. A Internet.....	49
1.1.2. Conceitos de hipertexto	51
1.2. Os hiperdocumentos e a organização do conhecimento.....	56
1.2.1. Modelos de organização do conhecimento.....	56
1.2.1.1. Da oralidade à Imprensa.....	57

1.2.1.2. A Enciclopédia Francesa	59
1.2.1.3. Formas de organização hipertextual	62
1.2.2. O professor como autor de hiperdocumentos	69
1.3. Leitura de hiperdocumentos	73
1.3.1. Problemas na leitura dos hiperdocumentos	77
1.3.2. Vantagens do hipertexto na aprendizagem	82
2. AS TEORIAS DA APRENDIZAGEM E A TECNOLOGIA HIPERTEXTO	87
2.1. Modelos pedagógicos empiristas/behavioristas.....	88
2.1.1. Modelos empiristas.....	89
2.1.2. Modelos behavioristas/Reflexos para o Ensino das Ciências.....	90
2.2. Modelos pedagógicos cognitivistas	93
2.2.1. Cognitivismo/ Reflexos para o Ensino das Ciências.....	94
2.2.2. Construtivismo.....	96
2.2.2.1. Teoria da Aprendizagem Significativa.....	97
2.2.2.2. Teoria da Flexibilidade Cognitiva	104
2.2.2.3. Aprendizagem Significativa <i>versus</i> Flexibilidade Cognitiva .	108
2.3. O hipertexto como ferramenta cognitiva em ambientes de aprendizagem construtivista.....	111
3. RACIOCÍNIOS E APRENDIZAGENS EM GEOLOGIA	116
3.1. Principais características do raciocínio geológico	116
3.2. Descrições e explicações	118
3.3. Categorização dos objectos e fenómenos geológicos.....	122
3.4. Tipos de inferências científicas mais usados em Geologia	127
3.4.1. Procura histórica dos métodos mais adequados à investigação.....	128
3.4.2. Tipos de raciocínios mais utilizados na investigação	132
3.5. Princípios reguladores da investigação.....	134
3.6. Conceitos estruturantes no Ensino da Geologia	142
CAPÍTULO III	144
METODOLOGIA.....	144

1. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	145
1.1. Plano de investigação	150
1.2. População e amostra	153
1.2.1. Caracterização da amostra	154
1.2.1.1. Idade, sexo e turma	154
1.2.1.2. Prática de utilização de sistemas informáticos	156
2. HIPERDOCUMENTOS APLICADOS	161
2.1. Construção dos hiperdocumentos	162
2.1.1. Critérios técnicos e hipertextuais	163
2.1.2. Selecção e organização dos conteúdos	173
3. TÉCNICAS DE RECOLHA DE DADOS	181
3.1. Papel da investigadora na observação	181
3.2. Questionário/ficha de exploração	183
3.2.1. Elaboração do questionário	183
3.3. Mapa de conceitos	187
4. VALIDAÇÃO DE MATERIAIS	190
4.1. Pré-teste	191
4.2. Validação dos hiperdocumentos	194
4.3. Validação do questionário	197
4.4. Alterações introduzidas	199
4.4.1. Alterações aos hiperdocumentos	199
4.4.2. Alterações ao questionário	204
5. DESCRIÇÃO DO ESTUDO	206
6. TÉCNICAS DE ANÁLISE DOS DADOS	209
CAPÍTULO IV	212
ANÁLISE DE DADOS E INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS	212
1. ANÁLISE E TRATAMENTO DAS RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO	213
1.1. Registo e análise das respostas à questão 1 - categorização de materiais, processos e métodos	214

1.1.1. Materiais	215
1.1.1.1. Interpretação dos resultados (respostas à questão 1) - categorização de materiais geológicos.....	220
1.1.2. Processos	223
1.1.2.1. Interpretação de resultados (respostas à questão 1) - categorização de processos geológicos.....	227
1.1.3. Métodos	232
1.1.3.1. Interpretação de resultados (respostas à questão 1) - categorização de métodos geológicos.....	236
1.2. Relações entre conceitos.....	240
1.2.1. Relações entre conceitos de categorias ontológicas distintas	243
1.2.1.1. Interpretação de resultados/conceitos de categorias ontológicas distintas.....	246
1.2.2. Relações entre conceitos pertencentes à mesma categoria ontológica	253
1.2.2.1. Interpretação de resultados/conceitos da mesma categoria ontológica	256
1.3. Construção de raciocínios interpretativos/explicativos	265
1.3.1. Interpretação de resultados/raciocínios explicativos	270
2. ANÁLISE DOS MAPAS DE CONCEITOS.....	273
2.1. Interpretação de resultados/mapas de conceitos.....	277
3. ANÁLISE DAS GRELHAS DE OBSERVAÇÃO	284
CAPÍTULO V	288
CONCLUSÕES.....	288
1. CONSIDERAÇÕES FINAIS	289
2. LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	299
3. SUGESTÕES PARA INVESTIGAÇÕES FUTURAS.....	301
Bibliografia.....	303
ANEXOS.....	320

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico extraído de Portugal na Sociedade da Informação (1999).....	21
Figura 2 - Diversos modos de organização hipertextual.	66
Figura 3 - Distribuição das idades dos elementos da amostra.	155
Figura 4 - Distribuição dos elementos da amostra relativamente ao sexo	156
Figura 5 - Percentagem de alunos com computador em casa.....	157
Figura 6 - Frequência de utilização do computador	158
Figura 7 - Tipo de utilização do computador.....	158
Figura 8 - Prática de utilização de hiperdocumentos.....	159
Figura 9 - Estrutura hipertextual hierárquica e estrutura hipertextual em rede ..	162
Figura 10 - Título situado no topo do diapositivo e botões de navegação, no canto inferior direito.....	165
Figura 11 - Página inicial.....	166
Figura 12 - Página de instruções e objectivos.	166
Figura 13 - Ícones introduzidos nos hiperdocumentos.	168
Figura 14 - Neste diapositivo pede-se ao aluno que “clique”, no caso de se ter esquecido dos nomes das rochas.....	171
Figura 15 - Exemplos dos diálogos, pensamentos e monólogos dos animais representados nos dois hiperdocumentos.....	172
Figura 16 - Estrutura Inicial do Documento A	176
Figura 17 - Estrutura Inicial do Documento B	177
Figura 18 - Estrutura Final do Documento A	201
Figura 19 - Estrutura Final do Documento B	202
Figura 20 - Níveis hierárquicos de um mapa de conceitos.....	274

Figura 21 - Mapa de conceitos da aluna Ab18	278
Figura 22 - Mapa de conceitos da aluna Bb2.	279
Figura 23 - O aluno Ba3 identificou cinco causas principais como responsáveis da extinção dos dinossauros	280
Figura 24 - Mapa de conceitos do aluno Ba9 que apresenta quatro causas para a extinção dos dinossauros e cinco níveis de hierarquização.	281
Figura 25 - O aluno Ab17 ao estabelecer no seu mapa quatro níveis de hierarquização e relações que parecem significativas, denota alguma diferenciação da sua estrutura cognitiva	282

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro I - Principais inferências Geológicas- génese do diamante (adaptado de Engelhardt & Zimmermann, 1988).....	133
Quadro II - Comparação entre abordagens quantitativas e qualitativas (Adaptado e resumido de Carmo & Ferreira, 1998, p. 177).....	147
Quadro III - Esquema dos estudos de caso dos planos pré-experimentais.....	151
Quadro IV - Esquema do plano pré-experimental adoptado.....	152
Quadro V - Objectivos e tipos de questões que constituem a parte II do questionário.....	186
Quadro VI - Tempo despendido por cada aluno no pré-teste.....	194
Quadro VII - Resposta, considerada cientificamente, correcta à questão 1.1. do questionário.....	215
Quadro VIII - Categorização efectuada pelos alunos que exploraram o documento A.....	216
Quadro IX - Categorização efectuada pelos alunos que exploraram o documento B.....	216
Quadro X - Resultados das respostas à questão 1.2. a) dos alunos que exploraram o documento A.....	219
Quadro XI - Resultados das respostas à questão 1.2. a) dos alunos que exploraram o documento B.....	219
Quadro XII - Categorização efectuada pelos alunos que exploraram o documento A.....	223
Quadro XIII - Categorização efectuada pelos alunos que exploraram o documento B.....	224
Quadro XIV - Resultados das respostas à questão 1.2. b) dos alunos que exploraram o documento A.....	226
Quadro XV - Resultados das respostas à questão 1.2. b) dos alunos que exploraram o documento B.....	226

Quadro XVI - Categorização efectuada pelos alunos que exploraram o documento A.	232
Quadro XVII - Categorização efectuada pelos alunos que exploraram o documento B.	233
Quadro XVIII - Resultados das respostas à questão 1.2. c) dos alunos que exploraram o documento A.	235
Quadro XIX - Resultados das respostas à questão 1.2. c) dos alunos que exploraram o documento B.	235
Quadro XX - Categorias ontológicas dos conceitos relacionáveis nas alíneas a), c), e) e g).	243
Quadros XXI e XXII - Análise das respostas dadas à questão 2. a) pelos alunos que exploraram o documento A, e pelos alunos que exploraram o documento B.	244
Quadros XXIII e XXIV - Análise das respostas dadas à questão 2. c) pelos alunos que exploraram o documento A, e pelos alunos que exploraram o documento B.	244
Quadros XXV e XXVI - Análise das respostas dadas à questão 2. e) pelos alunos que exploraram o documento A, e pelos alunos que exploraram o documento B.	245
Quadros XXVII e XXVIII - Análise das respostas dadas à questão 2. g) pelos alunos que exploraram o documento A, e pelos alunos que exploraram o documento B.	245
Quadro XXIX - Categorias ontológicas dos conceitos relacionáveis nas alíneas b), d), f) e h).	253
Quadros XXX e XXXI - Análise das respostas dadas à questão 2. b) pelos alunos que exploraram o documento A, e pelos alunos que exploraram o documento B.	254
Quadros XXXII e XXXIII - Análise das respostas dadas à questão 2. d) pelos alunos que exploraram o documento A, e pelos alunos que exploraram o documento B.	254
Quadros XXXIV e XXXV - Análise das respostas dadas à questão 2. f) pelos alunos que exploraram o documento A, e pelos alunos que exploraram o documento B.	255

Quadros XXXVI e XXXVII - Análise das respostas dadas à questão 2. h) pelos alunos que exploraram o documento A, e pelos alunos que exploraram o documento B.....	255
Quadros XXXVIII e XXXIX - Análise das respostas dadas à questão 3. a) pelos alunos que exploraram o documento A, e pelos alunos que exploraram o documento B.....	268
Quadros XL e XLI - Análise das respostas dadas à questão 3. b) pelos alunos que exploraram o documento A, e pelos alunos que exploraram o documento B.	270
Quadro XLII - Análise dos mapas de conceitos construídos pelos alunos que exploraram o documento A.	276
Quadro XLIII - Análise dos mapas de conceitos construídos pelos alunos que exploraram o documento B.....	276

Paralelo da ideia básica de que a função da linguagem é a comunicação da sociedade, compreendendo a necessidade da interação dos computadores na sala de aula e ligando a função da linguagem com a interação dos computadores quando se pretende formar cidadãos para a sociedade da informação. Segundo a ideia dos autores portugueses, a função da linguagem é a comunicação com o mundo adaptado para a interação humana e não apenas para a comunicação.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

Este trabalho tem como objetivo principal a introdução da linguagem de programação que nos serve de linha condutora e nos leva a investigar a existência de técnicas para a interação da linguagem de programação com a interação humana que podem ser utilizadas para a interação humana. O estudo foi desenvolvido na área da Didática da Língua Portuguesa, no âmbito das técnicas que nos interessam são especialmente utilizadas em situações de aprendizagem e os resultados são apresentados.

Para além das técnicas referidas, foram igualmente apresentados para dois capítulos as técnicas de interação da linguagem de programação com a interação humana e os resultados da interação da linguagem de programação com a interação humana.

Partindo da ideia básica de que a Escola deve acompanhar a evolução da sociedade, compreendemos a necessidade de introdução dos computadores nas salas de aulas e ligados à Internet. No entanto, esta última medida não é suficiente quando se pretende formar cidadãos para a Sociedade de Informação. Escasseiam ainda, nas Escolas portuguesas, materiais didáticos e professores com formação adequada. Mas, para elaborar materiais é necessário saber como fazê-lo e a investigação neste sentido é escassa. Com vontade de dar algum contributo por pequeno que seja, desenvolvemos este estudo.

Neste primeiro capítulo, para além da contextualização e relevância do estudo, expomos o problema que nos serviu de linha condutora, e nos levou a investigar a existência de relação entre formas diferentes de organização do conhecimento (em hipertexto) e raciocínios que podem ser facilitados através delas. O estudo foi desenvolvido na área da Didáctica da Geologia, por isso, os raciocínios que nos interessaram são habitualmente utilizados em Geologia: os raciocínios descritivos e os raciocínios explicativos.

Para além dos aspectos referidos, fazem igualmente parte deste capítulo, referências às limitações do estudo, esperadas à partida, assim como as finalidades do mesmo. Terminamos com a organização global da dissertação que consta de uma breve descrição de cada capítulo.

1. Contextualização do estudo

Esta investigação decorre numa época de importantes transformações da sociedade actual, e em especial, da sociedade ocidental que, lentamente chegam à Educação. A evolução das tecnologias teve um papel marcante na mudança das sociedades ao longo de todo o século XX. No entanto, neste final de século, está a colocar desafios à humanidade nunca antes imaginados. Parafraseando Lévy (1997), pela primeira vez na história do Homem, a maioria das competências adquiridas por qualquer pessoa no início do seu percurso profissional, serão obsoletas no final da sua carreira. O trabalho adquiriu novas características que constituem desafios para os sistemas educativos, pois trabalhar é “cada vez mais aprender, transmitir saberes e produzir conhecimento” (*ibidem*, p. 187).

A era da informação está a criar uma nova sociedade em que se prevê que uma elevada percentagem da população activa mundial desenvolverá as suas tarefas no terreno das TIC (*Tecnologias de Informação e Comunicação*), nomeadamente nas áreas da Internet, do comércio electrónico e do multimédia (Joyanes, 1999). Por outro lado, aprende-se muito mais fora da escola, através de tecnologias como a televisão e a Internet, do que no seio deste tipo de comunidades institucionalizadas.

A designação *Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC)* passou a aplicar-se em substituição do termo “computador” desde, que há poucos anos, este começou a utilizar e a partilhar formas de comunicação e tipos de representação que eram pertença de outros meios como a televisão, o telefone ou a imprensa.

Com o objectivo de contextualizar o nosso estudo faremos uma breve descrição da situação actual da utilização das TIC nas escolas portuguesas, dos vários problemas envolvidos, dos pressupostos políticos que a sustentam e ainda

das suas possibilidades na aprendizagem de conteúdos científicos. Pretendemos ainda enquadrar estes diversos aspectos na situação particular que o Ensino Secundário está a atravessar no nosso país: a revisão curricular.

1.1. A Sociedade de Informação na Educação em Portugal

Com vista ao alargamento das TIC a toda a sociedade, numa perspectiva de aprendizagem ao longo da vida (*lifelong learning*) e como forma de incremento da competitividade empresarial e de combate à exclusão social, o governo português, em 1996, por via do Ministério da Ciência e Tecnologia, e na consequência de reflexão conjunta com os outros parceiros da U.E. (*União Europeia*) constituiu a *Missão para a Sociedade de Informação* que, por sua vez, e a partir de debates públicos, compilou o *Livro Verde para a Sociedade da Informação*. Este documento aponta para a necessidade de uma abrangência da educação a toda a vida do indivíduo, assim como para a necessidade de modificar os métodos e estratégias do ensino formal. Segundo o referido documento, a aprendizagem ao longo da vida passa a assentar em quatro pilares do conhecimento (MCT, 1997):

- **aprender a conhecer,**
- **aprender a fazer,**
- **aprender a viver em comum,**
- **aprender a ser.**

Este último objectivo integra os três precedentes e “permite a cada um desenvolver melhor a sua personalidade, ganhar capacidade de autonomia, discernimento e responsabilidade” (*ibidem*). Como objectivo geral, o *Livro Verde* defende que a educação deve facultar, a todos, a possibilidade de terem ao seu dispor, recolherem, seleccionarem, ordenarem, gerirem e utilizarem a informação a que possam aceder, mas com espírito crítico.

Para a concretização dos objectivos, o *Livro Verde* aponta um conjunto de medidas a desenvolver:

1. instalação em todas as bibliotecas escolares do 5º ao 12º anos de um Computador Multimédia ligado à Internet;
2. criação de conteúdos e serviços de informação na rede para suporte à população escolar;
3. desenvolvimento de projectos escolares em telemática educativa;
4. promoção da formação de professores para a Sociedade de Informação;
5. promoção da revisão dos programas escolares para contemplar a Sociedade de Informação;
6. avaliação do impacto dos programas em tecnologias da informação;
7. promoção da cultura e língua portuguesa no estrangeiro.

Com o objectivo de enquadrar o nosso estudo, destacamos, entre elas, as medidas 1, 2, 4, 5 e 6.

Medida 1

Segundo o relatório do Ministério da Ciência e Tecnologia, *Portugal na Sociedade de Informação* (1999), em Setembro de 1999, cerca de 1700 escolas do 5º ao 12º ano, encontravam-se já ligadas à Internet. No mesmo relatório é apresentado o gráfico da figura 1 que revela um crescimento significativo do

número médio de acessos diários à Internet nas escolas, desde o início do programa *Internet na Escola*.

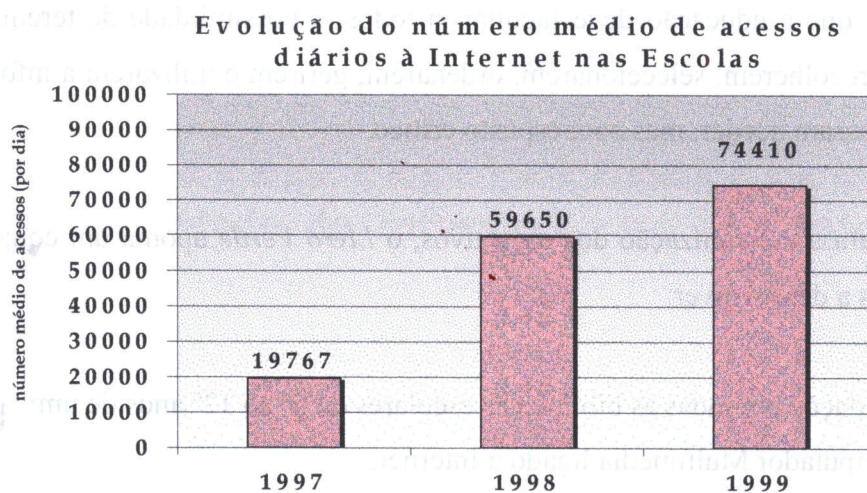


Figura 1 - Gráfico extraído de *Portugal na Sociedade da Informação* (1999).

Contudo, e apesar de Portugal ter sido um dos primeiros países da União Europeia a introduzir a Internet nas escolas, o Conselho Nacional de Educação, em 1998, aconselhava à:

- melhoria do número de computadores por estudante de modo a atingir-se um rácio de um computador por cada três estudantes;
- criação em cada escola de centros de recursos multimédia com cerca de vinte computadores;
- intensificação da ligação à Internet de modo a contemplar todos os estudantes (CNE, 1998).

Estes conselhos do CNE baseiam-se na constatação das condições existentes na maioria das escolas que, segundo Brilha *et al.* (1999), desencorajam a utilização maciça das TIC. Os autores anteriormente citados (*ibidem*) reforçam a sua opinião ao afirmarem que “são poucas as salas preparadas para o efeito

mantendo-se, em muitas delas, apenas um computador ligado à Internet destinado ao conjunto dos alunos e professores”.

Medida 2

Apesar do número crescente de sítios na Internet de interesse pedagógico, a UNESCO (1998) afirmava que “há dificuldades práticas na localização de material que possa ser prontamente integrado nos currículos existentes” (p. 119).

O programa NÓNIO Século XXI, criado pelo Ministério da Educação, tem apoiado a partir de 1996, a produção de software educativo e a publicação de informação sobre Educação na rede. No entanto, Ferreira (2000) caracteriza, deste modo, a situação do sector do software educativo em Portugal:

- relativo desinteresse das editoras;
- pouca resposta a nível dos autores de software;
- quase inexistência de equipas de desenvolvimento de software a nível universitário;
- necessidade crescente, acompanhando, entre outras, a procura em termos de revisão curricular.

Também o Conselho Nacional de Educação (CNE, 1998) adverte que,

apesar de existir uma grande quantidade de materiais avaliados para professores, são raramente utilizados de forma directa, por exigirem actualizações ou adaptações a circunstâncias específicas ou mesmo, obrigarem a produção de novos materiais (p. 51).

No entanto ressaltam (*ibidem*) que o *software educativo* só deve ser utilizado quando “representar valor acrescentado” (p. 52), ou seja, quando representar melhoria para o processo educativo. No debate realizado em Janeiro de 1998, “A

Sociedade de Informação na Escola”, Chagas (1999) afirmou que os professores consideravam que o *software* existente não se adaptava ao currículo, não permitindo muitas modalidades de utilização, sendo pouco motivador e estimulante. Referiu (*ibidem*) ainda que, de um modo geral, os programas educativos existentes na época, “são pouco exigentes em termos conceptuais porque se centram basicamente em factos e se limitam a solicitar as capacidades de memorização dos alunos”.

Medida 4

Para além de algumas qualidades que o *software* educativo deve ter como: a capacidade de surpreender e o ser estimulante, a autora acima citada (Chagas, 1999) aponta como condição para a boa utilização do *software*, a necessidade de existir uma formação adequada dos professores. O professor deverá, para além de conhecer o *software*, conhecer utilizações apropriadas, a fim de permitir a consecução de objectivos curriculares. Para isso é necessária a concretização da medida 4 do *Livro Verde*, ainda não realizada na sua plenitude, de acordo com Legoinha *et al.* (2000), que no Seminário “Utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação em Geologia”, realizado em Fevereiro de 2000, afirmaram que:

- a maioria das licenciaturas em Ensino, das Universidades Portuguesas, não dá formação informática aos futuros docentes do ensino básico e secundário;
- os professores em actividade têm dificuldade em obter formação ou actualização em informática.

As acções de formação em *TIC*, era um dos objectivos do Programa Nónio (Despacho Nº 232/ME/96, de 4/10/1996), no entanto, pensamos que o número de acções já realizadas, não terá sido suficiente de modo a cobrir todo o corpo docente nacional dos ensinos Básico e Secundário.

Medida 5

O relatório da *UNESCO* (1998) afirma que a digitalização e a convergência das tecnologias dos diferentes media, ao permitir armazenar, em CD, muita informação, facilitará o enriquecimento dos currículos. Mas, relativamente à posição actual dos sistemas educativos formais no que respeita às novas tecnologias, é referido no mesmo documento (*ibidem*), que seguem a linha tradicional, ou seja, a utilização do computador para fins educativos encontra-se ainda em fase experimental, enquanto noutros sectores “a sua utilização afectou já processos técnicos essenciais” (*ibidem*, p. 111). Também o nosso país se encontra nesta situação, pois é patente que a “informatização da escola” está atrasada relativamente aos outros sectores da sociedade. Torna-se, por isso, necessária a revisão curricular, aconselhada pela medida 5 do *Livro Verde*.

A revisão do Ensino Secundário já se encontra delineada e os seus pressupostos podem ser consultados. Nos Princípios Orientadores (Ministério da Educação, 2000), existe uma preocupação em que os programas “identifiquem os conceitos estruturantes e as aprendizagens fundamentais em cada área do conhecimento” (*ibidem*) e permitam “uma maior concentração no desenvolvimento do raciocínio (...)”(*ibidem*), porque “mais do que memorizar grandes quantidades de informação (...) importa saber procurá-la, sistematizá-la, avaliar a sua pertinência para o problema a resolver, explorá-la nas suas virtualidades” (*ibidem*).

Regista-se nos textos desta Revisão Curricular, uma preocupação no sentido que o Ensino Secundário possibilite: a formação ao longo da vida do indivíduo, o desenvolvimento do raciocínio e o saber escolher e seleccionar informação. Contudo, a utilização das *TIC* é apenas sugerida na “área de Projecto” como um dos possíveis suportes que os alunos podem utilizar para recolher, analisar e seleccionar informação.

Medida 6

Quanto a esta medida pensamos que, a nível nacional ainda não terá sido feita uma avaliação profunda do impacto das tecnologias de informação e comunicação. A avaliação já realizada diz respeito aos projectos que têm sido premiados pelo Programa NÓNIO Século XXI, do Ministério da Educação e, pelo Projecto Ciência-Viva (neste caso, nem todos os projectos financiados, integram as TIC) do Ministério da Ciência e Tecnologia.

Ao recuarmos um pouco no tempo, reportando-nos à introdução de outras tecnologias de informação e comunicação na Escola, constatamos a existência de uma certa desilusão, ou seja de uma avaliação negativa. Por exemplo, Teodoro (1995) refere que a introdução destas tecnologias na Escola é muitas vezes encarada apenas como uma mudança tecnológica, enquanto Blanco & Silva (1993) dá o exemplo dos aparelhos audiovisuais cuja introdução na Escola, muito se assemelha ao que acontece com os computadores,

os aparelhos audiovisuais, chegados às escolas sob pressão da indústria de instrumentação óptica, são adquiridos precipitadamente, sem se atender às necessidades da produção de documentos pedagogicamente adequados e à formação dos professores para a sua utilização técnica e didáctica (*ibidem*).

Como factores de insucesso da introdução das novas tecnologias na Escola, Teodoro (1995) aponta:

- a falta de identificação clara dos objectivos da sua utilização;
- a colocação da ênfase sobre o meio e não sobre a mensagem;
- a resistência à mudança;
- a falta de sistemas de apoio;
- os custos excessivos;
- a falta de *software* de qualidade;

- a falta de domínio;
- a falta de uma aproximação sistémica à inovação.

A elevadas expectativas criadas, ao discurso da necessidade de inovação, a uma política dirigida, sucede o uso limitado (Cuban, 1989; citado por Teodoro, 1995) das tecnologias de informação e comunicação na Escola.

Apesar de tudo, a nível internacional, *O Relatório Mundial da Educação de 1998* refere que:

ainda que se esteja muito longe de conhecer todas as potencialidades educativas das novas tecnologias, é já claro que o seu impacto no sistema de educação formal será concerteza muito maior que o de outras tecnologias anteriormente aplicadas à educação (...) este impacto observar-se-á a dois níveis: na natureza e no tipo de materiais didácticos ao dispor dos alunos e nos métodos educativos (p. 127);

e ainda que o computador está a

transformar-se num instrumento de facilitação da aprendizagem que parece reunir a maior parte das qualidades das anteriores tecnologias educativas (livro, rádio, filmes, discos, televisão) com a mesma senão maior comodidade de uso, além da capacidade de comunicação (p. 112).

E em relação às tecnologias anteriores, os responsáveis da *UNESCO* (1998), pensam que o computador pode fazer o que elas não fizeram, ou seja, conduzir a educação a “uma efectiva transformação dada a influência que a sua utilização tem exercido no processo essencial” (p. 111).

Ao observarem aulas bem equipadas, quanto a material informático, em escolas onde os currículos tradicionais foram adaptados de modo a permitir

actividades e aprendizagens especificamente centradas na utilização de computadores, os especialistas da *UNESCO (ibidem)* concluíram que há um nível muito mais elevado de convívio e colaboração entre estudantes e entre os estudantes e os professores do que nas aulas tradicionais, em que não é utilizado o trabalho de grupo como estratégia de aprendizagem. Verificaram também que o nível de actividade de aprendizagem individual contínua é bastante superior nestas aulas relativamente às tradicionais. No entanto, é ressalvado que as pesquisas efectuadas não são ainda suficientes para

provar que existe uma vantagem clara nos resultados obtidos se comparados aos da prática pedagógica tradicional, a não ser o facto de ter aprendido a utilizar as novas tecnologias, mas é exactamente esta aquisição que está a tornar-se cada vez mais útil na vida activa fora da escola (p. 132).

Em suma, vivemos numa sociedade em que as tecnologias já ocupam todas as áreas, por isso, são igualmente necessárias na Escola, apesar da existência de opiniões divergentes quanto às suas vantagens no processo de ensino/aprendizagem. A formação do cidadão que vive na nova sociedade passa pela aprendizagem de várias competências que lhe podem ser facilitadas com a utilização dessas novas tecnologias.

No entanto, a chegada dos computadores à sala de aula e a formação da maioria dos professores tardam em acontecer no nosso país. Por outro lado, a informação disponível na Internet e o *software* educativo que se tem produzido nos últimos anos, são escassos, nem sempre se adaptam à situação de aprendizagem e ao currículo, e a sua execução exige equipas multidisciplinares. A produção de *software* também fica cara porque o mercado português é pequeno e, não há muito empenho por parte das editoras.

A par da revisão curricular do Ensino Secundário, que está em curso, seria necessária a constituição de equipas multidisciplinares que se ocupassem da

elaboração de materiais didácticos distintos, entre eles, o software educativo (em CD-Rom) ou a publicação desses materiais na Internet de modo a serem acessíveis a professores e alunos. Mas, para isso, importa também conhecer os resultados da investigação que se está a desenvolver nas Universidades, ou desenvolvê-la nos casos em que não seja significativa.

1.2. As TIC e o Ensino das Ciências

Nas grandes opções do plano 2000, do actual governo, é referido no boletim mensal de Junho de 2000, do Ministério da Ciência e Tecnologia, como uma das linhas de orientação que concretizou no período entre 1995-1999, a promoção da cultura científica e tecnológica. Este objectivo ter-se-á concretizado particularmente através do Programa “Ciência-Viva” (MCT, 2000). Para o período de 2000-2006, o mesmo Ministério pretende “Enraizar a ciência no país”, através de iniciativas diversas que passam pelo estímulo e promoção do ensino experimental e tecnológico, já iniciado pelo referido programa (“Ciência-Viva”).

Em suma, em termos políticos, aponta-se para que todo o ensino e, em particular, o das ciências assuma em Portugal, um carácter mais experimental e tecnológico. A revisão curricular do Ensino Secundário faz igualmente transparecer essa preocupação, ao considerar que (ME, 2000):

- em Portugal, o nível de qualificações da população é ainda muito inferior ao dos restantes países da União Europeia;
- nos próximos anos, todos os jovens na faixa etária dos 15-18 anos deverão frequentar qualquer percurso de educação/formação de nível secundário.

Mas quais serão as vantagens das novas tecnologias no Ensino das Ciências, para além das económicas que a política persegue? E como devem ser utilizadas as novas tecnologias no Ensino das Ciências? E qual o papel do Ensino das Ciências na Sociedade de Informação?

Na edição de 1998 do *International Handbook of Science Education*, Linn refere que para se entender a Ciência é necessário desenvolver ideias sobre os fenómenos científicos numa perspectiva integrada. Isto porque os novos cidadãos da Sociedade de Informação, os “*lifelong learners*”, ou seja, os que têm que aprender ao longo da vida, precisam de frequentemente, em casa, na rua, numa emergência, aplicar os seus conhecimentos científicos a novos problemas, revendo e reformulando as suas ideias (Linn, 1998).

Por isso, o Ensino das Ciências deve encarar os estudantes como pessoas que têm que aprender os conceitos fundamentais de Ciência para resolver problemas do quotidiano e, não como tradicionalmente, encarando-os como futuros cientistas. A tecnologia pode deste modo assumir um papel fundamental, como por exemplo, enriquecendo a motivação dos alunos na aprendizagem das Ciências e revelando aspectos da Ciência de um modo muito mais aliciante que os métodos tradicionais (Linn, 1998). Há mesmo quem afirme (Prothero, 2000) que a qualidade do Ensino das Ciências pode melhorar pela utilização das tecnologias como, por exemplo, a Internet que é um sistema hipertextual.

Mas, é indispensável saber que papel pode ter a tecnologia no Ensino das Ciências e como vamos utilizá-la. Como justificaremos no capítulo II, o quadro teórico em que se desenvolve actualmente a Didáctica das Ciências é o construtivismo, corrente epistemológica que defende que a aprendizagem é um processo intrínseco, que resulta da própria construção do conhecimento pelo indivíduo. É também no contexto desta corrente que desenvolveremos o nosso estudo.

2. Relevância do estudo

Os estudos realizados sobre a problemática da utilização das *TIC* em contexto de sala de aula, por professores, com o objectivo de conduzirem os alunos à construção do seu próprio conhecimento, ou seja, numa perspectiva construtivista, são na opinião de Oliveira (1999) ainda escassos, nomeadamente no âmbito do Ensino das Ciências. Diversas razões, para isso, são apontadas por esta autora (*ibidem*) como:

- A investigação científica, sobre as *TIC* em educação, ser recente;
- A natureza ainda tradicional e conservadora do ensino;
- As concepções dos professores sobre a natureza da Ciência;
- O hermetismo que ainda rodeia as *TIC*;
- As dificuldades de investigação em contexto de sala de aula.

A investigação nesta área permitirá dar a conhecer aos professores as potencialidades e limitações da utilização das *TIC* na construção do conhecimento. Num mundo em que a informação é cada vez mais e mais variada, é necessário que a Escola ensine os alunos a procurar e a organizar a informação, abandonando o seu papel tradicional de transmissora da informação (Praia, 1999).

Do mesmo modo e, assumindo que a aprendizagem é uma construção do saber, as *TIC* não devem assumir um papel de fenómeno informativo ou comunicativo orientado para o processo de informação, mas o de instrumento de desenvolvimento cognitivo, que permite transformar a informação em conhecimento (Oliveira, 1999). As *TIC* devem assim encontrar-se ligadas aos

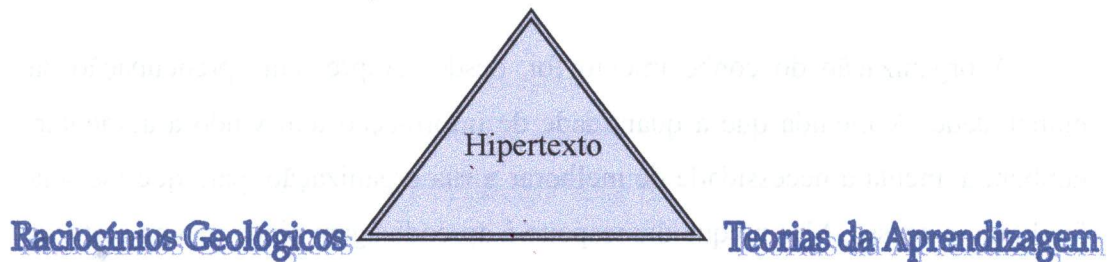
processos e funções cognitivas ao nível da percepção, da memória, da motivação e da resolução de problemas (*ibidem*).

A última actividade que mencionámos, a resolução de problemas, pode permitir o desenvolvimento de atitudes científicas como o pensamento crítico, desde que se aproxime minimamente da que os cientistas desenvolvem, ao contrário do que se passa tradicionalmente na sala de aula em que o professor resolve os problemas e os alunos memorizam as soluções (Pérez, 1993). É, em geral, aceite que o conhecimento científico é mais significativo quando os estudantes utilizam vários processos cognitivos durante a aprendizagem (Prothero, 2000).

As TIC, utilizadas como uma das estratégias possíveis de aprendizagem, podem fornecer uma imagem da Ciência mais de acordo com a realidade, permitindo apresentar as suas várias vertentes e interrelações com outros campos do conhecimento. Para além disso, podem revelar o processo de construção do conhecimento científico no contexto, assim como os conflitos de interesse a que esteve sujeito ao longo da História da Humanidade (*ibidem*).

Tomando consciência da enorme quantidade de informação que se encontra hoje disponível, da dificuldade em organizá-la de modo a constituir uma fonte de conhecimento e, ainda da forma como esse mesmo conhecimento vai interagir com o que já sabemos, apoiámos este estudo em três domínios distintos: a **Organização do Conhecimento**, as **Teorias da Aprendizagem** e os **Raciocínios Geológicos** que, contudo, se podem intersectar nalguns pontos. A tecnologia que utilizámos para permitir essa intersecção é uma das novas Tecnologias da Informação e da Comunicação: o **hipertexto**.

Organização do Conhecimento



Escolhemos a Geologia por ser a área científica em que nos situamos e que melhor conhecemos. O hipertexto, base da Internet, surge actualmente como uma forma simples e acessível de organizar o conhecimento e, que se perfila, segundo vários autores como uma “tecnologia da inteligência” (Lévy, 1994), possibilitando a aquisição de competências do foro cognitivo.

3. Apresentação do problema

A organização do conhecimento foi, desde sempre, uma preocupação da humanidade. À medida que a quantidade de informação tem vindo a aumentar, também aumenta a necessidade de melhorar a sua organização, para que lhe seja facilitado o acesso. Mas no que diz respeito à aprendizagem ainda não há certezas quanto à melhor forma de o fazer, nem se alguns tipos de organização favorecem ou não determinadas aprendizagens ou raciocínios.

O hipertexto apresenta-se na actualidade como uma tecnologia capaz de suportar de um modo motivador e aliciante, variadas formas de organização (linear, em grelha, hierárquica, em rede,...) e diversos tipos de representação da informação (texto, som, imagem,...). Para além disso, fará parte, num futuro muito próximo das competências básicas do cidadão da Sociedade da Informação, saber como funciona a tecnologia hipertexto (base das “auto-estradas da informação”) para poder navegar na Internet e noutras redes locais.

Perante a escassa investigação que, numa perspectiva construtivista, existe na área da aplicação das *TIC* ao Ensino das Ciências, e a necessidade urgente de elaboração de material didáctico em suporte informático (CD-Rom) adequado aos currículos e/ou a sua publicação nas redes de informação (Internet), consideramos importante investigar sobre a possibilidade de existência de relação entre o tipo de organização do conhecimento (em “suporte” hipertextual) e o tipo de aprendizagens/raciocínios daí decorrentes.

Para sustentarmos teoricamente o estudo, recorreremos a algumas teorias da aprendizagem que abordam a organização do conhecimento, quer no que diz respeito à forma como ela é apresentada aos alunos, quer em relação ao modo

como se organiza na mente humana. Por outro lado, e como este estudo se desenvolve na área da Didáctica da Geologia, preocupámo-nos com o tipo de raciocínios que são mais vulgares na construção do conhecimento geológico. Por último, como está a decorrer a Revisão Curricular do Ensino Secundário, em que um dos objectivos é a introdução nos programas disciplinares de uma unidade que reveja os conhecimentos prévios dos alunos, utilizámos, na nossa investigação, conceitos/conteúdos do tema I da disciplina de Biologia e Geologia do 10.º ano.

A partir deste enquadramento teórico, estabelecemos o seguinte problema:

Existirá alguma relação entre o modo como a informação se encontra organizada num documento hipertextual e o tipo de aprendizagem/raciocínio resultante da sua exploração?

Da decomposição do problema, construímos as seguintes questões de investigação:

A- Os hiperdocumentos cuja informação se encontra hierarquicamente organizada favorecem as aprendizagens significativas subordinadas e superordenadas?

B- Os hiperdocumentos cuja informação se encontra hierarquicamente organizada favorecem os raciocínios geológicos de tipo descritivo/classificativo?

C- Os hiperdocumentos cuja informação se encontra organizada em rede favorecem as aprendizagens significativas combinatórias?

D- Os hiperdocumentos cuja informação está organizada em rede favorecem os raciocínios geológicos de tipo explicativo/interpretativo?

4. Finalidades do estudo

Como finalidades do estudo, *a priori*, pretendemos:

- demonstrar que de forma simples e apenas com alguns conhecimentos de informática na óptica do utilizador, os professores podem elaborar documentos informatizados utilizando programas informáticos vulgares.
- averiguar a existência ou não de relação entre o tipo de organização hipertextual do conhecimento e o tipo de aprendizagem e/ou raciocínio daí decorrente.
- demonstrar que a utilização das TIC na sala de aula pode trazer alguma inovação ao ensino/aprendizagem das Ciências e, particularmente das Geociências.

5. Limitações do estudo

As limitações com que nos debatemos foram variadas e em diferentes campos.

Para averiguar a existência ou não de relação entre a organização hipertextual e o tipo de aprendizagens daí decorrentes, foi necessário construir um quadro teórico que teve por base áreas distintas do conhecimento, pois não encontramos uma só teoria que pudesse enquadrar o nosso problema.

Por outro lado, não nos foi possível encontrar documentos informatizados que se adaptassem à situação que queríamos investigar, pelo que tivemos que construí-los de acordo com as nossas capacidades técnicas, científicas e pedagógicas.

Quanto à implementação do estudo no terreno, debatemo-nos com outras dificuldades. Por um lado, fomos confrontados com as condições materiais e físicas da escola onde realizámos o estudo e, por outro com as dificuldades dos alunos que participaram no estudo.

Por fim, consideramos que o tempo limitou-nos de alguma maneira, principalmente, no desenvolvimento dos documentos informatizados, que poderia ter sido efectuado noutra programa informático, assim como na interpretação dos resultados, que teria beneficiado da aplicação de outras técnicas de recolha de dados, para além das utilizadas, com vista ao esclarecimento de algumas dúvidas.

Consideramos, contudo que existem aspectos positivos nas limitações referidas, uma vez que, podem demonstrar as dificuldades reais de realizar uma investigação educacional no nosso país.

6. Organização global da dissertação

Esta dissertação encontra-se organizada em cinco capítulos:

- **Capítulo I - Introdução** - onde se expõem as motivações que nos levaram a desenvolver este trabalho, a sua relevância na sociedade e no contexto social e político actuais. Também se apresenta o problema e as questões de investigação que serviram de linha condutora, assim como as finalidades e as limitações que à partida prevíamos serem condicionantes do estudo;
- **Capítulo II - Revisão da literatura** - fundamenta o estudo e descreve as três áreas teóricas em que assenta, dividida em três pontos principais - os sistemas hipertextuais e a organização do conhecimento, as teorias da aprendizagem e os raciocínios e aprendizagens em Geologia;
- **Capítulo III - Metodologia** - descreve e fundamenta as metodologias, as técnicas e os materiais utilizados, assim como a validação destes e alterações introduzidas;
- **Capítulo IV - Análise de dados e interpretação dos resultados** - onde se apresenta, interpreta e discute os resultados obtidos por aplicação de três técnicas de recolha de dados;

- Capítulo V - **Conclusões** - onde se fazem as considerações finais sobre os resultados obtidos de acordo com o problema formulado à partida e as questões de investigação e se apresentam as limitações sentidas durante o estudo e algumas sugestões para futuras investigações.

CAPÍTULO II

REVISÃO DA LITERATURA

- Capítulo V - Conclusões - onde se fazem as considerações finais sobre os resultados obtidos de acordo com a problemática formulada e se fazem as sugestões de investigação a ser desenvolvida em futuras pesquisas, bem como algumas sugestões para futuras pesquisas.

CAPÍTULO II

REVISÃO DA LITERATURA

A pesquisa bibliográfica que efectuámos permitiu-nos construir a fundamentação teórica desta dissertação que assenta essencialmente em três áreas do conhecimento.

Ao longo da história, o homem tem procurado desenvolver diferentes modos de organizar o conhecimento. Na actualidade, as novas tecnologias, em especial o hipertexto, fornecem uma outra forma, rápida e vantajosa, de organizar os saberes.

A outra área que nos interessa é a das teorias da aprendizagem. Vamos neste capítulo, fazer um enquadramento da situação actual do ensino das Ciências nas últimas décadas e referenciar algumas das teorias de aprendizagem que se preocupam com a organização do conhecimento.

Como este trabalho se desenvolve na área mais restrita da Didáctica da Geologia, a terceira área de fundamentação teórica aborda os problemas dos raciocínios e das aprendizagens em Geologia, destacando as suas peculiaridades.

1. O hipertexto - tecnologia da informação e da comunicação

A caracterização do hipertexto como tecnologia da informação e da comunicação deve iniciar-se por uma resenha histórica que retrate a sua origem e evolução, assim como por uma discussão de aspectos etimológicos relativos ao termo hipertexto.

Se por um lado, como técnica de organização do conhecimento, o hipertexto não é único e os princípios que lhe estão subjacentes não são actuais como veremos, por outro, também pode constituir-se como técnica que o professor utilizará para organizar informação para os seus alunos, sem contudo, se dever esquecer dos problemas que lhe são intrínsecos. Todos estes assuntos serão desenvolvidos ao longo deste ponto.

1.1. Sistemas hipertextuais - perspectiva histórica e terminologia

Os sistemas hipertextuais surgiram, no final do século XX, como resultado da procura de uma forma inovadora de organizar o conhecimento. No entanto, existiram tentativas anteriores cujo objectivo era facilitar a consulta de informação. O aparecimento da imprensa e, mais tarde, já no século XVIII, a publicação da Enciclopédia Francesa, são testemunhos de uma evolução na procura e na construção de redes de conhecimento, que culminou na nossa época, com o advento da Internet, o melhor e o maior representante dos sistemas hipertextuais.

1.1.1. História(s) do hipertexto

Nesta secção vamos descrever a evolução do hipertexto realçando os aspectos filosóficos e pedagógicos que a sustentam, evitando contudo considerações do foro tecnológico que não fazem parte dos objectivos deste trabalho. Analisaremos também alguns aspectos da evolução da Internet, teia mundial de fluxo de informação, baseada na tecnologia hipertexto e factor de mudança da sociedade actual.

As diversas definições de hipertexto, que referiremos num dos pontos seguintes (1.2.), estão intrinsecamente relacionadas com o prisma através do qual, os seus autores observam o desenrolar da sua evolução. Essa visão pode ser bastante abrangente e coincidir com a história do próprio texto escrito, ou reduzir-se ao período de tempo que vai do fim da Segunda Guerra Mundial até à actualidade.

O primeiro ponto de vista considera que um texto clássico não é mais do que uma rede de ligações entre palavras e frases “cujas significações se correspondem e ecoam mutuamente para além da linearidade do discurso” (Lévy, 1994, p. 93). Um outro defensor desta ideia, Perrault (1997b), recorre igualmente à etimologia da palavra hipertexto para ressaltar a origem comum dos termos: texto e tecido. Enquanto Lévy (1994) considera que o texto não é mais que um “tricô” de substantivos e verbos que podem conduzir o leitor à construção do seu próprio hipertexto, Perrault (1997b) defende que no texto são tecidas ideias cuja finalidade é a comunicação.

A outra concepção, pensada inicialmente por Vannevar Bush em 1945 mas, só definida nos anos sessenta por Ted Nelson, localiza a origem do hipertexto em meados deste século, referindo-o como tratando-se de um texto informatizado, lido de maneira não sequencial. Embora em termos mais restritos, a evolução do hipertexto se inicie a partir do final da Segunda Grande Guerra, pelas características deste trabalho, consideramos que a primeira perspectiva, realçadora de alguns aspectos da história do texto como meio de representação e organização do conhecimento, pode fornecer um contributo importante na medida em que permite entender melhor a forma como essa organização pode influenciar o processo de aprendizagem.

1.1.1.1. Do aparecimento da Imprensa à Enciclopédia Francesa

Nesta fase do nosso trabalho, começaremos por realçar alguns aspectos da história do texto escrito, em particular, o seu ponto fulcral por altura do aparecimento da imprensa, de que resultaram alterações nos processos de escrita e leitura. Invenção de Gutenberg, a imprensa, foi responsável pelo surgimento de um novo estilo cognitivo. Por sua vez, a introdução de imagens nos textos impressos também contribuiu para que a leitura de mapas, esquemas, gráficos e quadros, se encontrasse, desde então, no centro da actividade científica. Da disputa verbal, tão característica dos costumes intelectuais da Antiguidade Clássica e da Idade Média, passou-se à demonstração visual (Lévy, 1994).

A imprensa transformou o modo de transmissão dos textos e permitiu a sua associação e recombinação. Também foi responsável pela sua multiplicação e distribuição, assim como pelas características contemporâneas do livro, como, por exemplo, a divisão do conteúdo em capítulos ou secções, os índices, os rodapés,

as recensões, a bibliografia. Algumas destas características permitem também as leituras não lineares, próprias do hipertexto.

Mais tarde, no século XVIII, com o aparecimento da Enciclopédia Francesa (da responsabilidade de Diderot e D'Alembert) surgiu um estilo de leitura mais arbitrário e livre. Esse grande empreendimento começou a germinar quando, em 1745, o editor britânico Le Breton, decidiu publicar a tradução francesa da *Cyclopaedia* de Ephraim Chambers (1728), um *Dicionário das artes e das ciências*. O êxito foi tal que da simples tradução, se passou a uma edição revista e aumentada, seguida de um projecto autónomo, enquanto as ambições do editor iam crescendo cada vez mais.

Em 1747, Diderot e D'Alembert foram nomeados directores da publicação. Diderot pretendia que o resultado do seu trabalho fosse “uma grande obra colectiva reunindo os melhores espíritos, os maiores sábios, e os melhores artesãos de cada especialidade” (Orvas, 1998). Para isso, convidou os especialistas que conhecia, enquanto D'Alembert que era membro da Academia Francesa das Ciências convocava os matemáticos e outros sábios. Foram, por isso, numerosos os colaboradores, que se ocuparam, cada um, da sua área de interesse, embora tendo em consideração, o objectivo comum da obra. As suas contribuições foram desiguais, muitos escreveram um só artigo enquanto outros, foram responsáveis por uma parte mais significativa da obra.

Em Novembro de 1750, o *Prospectus*, redigido por Diderot, divulgava a publicação da obra *A Enciclopédia ou Dicionário (“raisoné”) das Ciências, Artes e Ofícios* e apelava à sua subscrição, anunciando que a mesma abrangia “os esforços do espírito humano em todos os géneros e em todos os séculos” (Diderot citado por Orvas, 1998). Seria segundo os seus editores, um bom dicionário, que permitiria a consulta sobre todas as matérias das artes e das ciências, organizadas pela tradicional ordem alfabética dos dicionários, justificada por D'Alembert (1981) como sendo a mais cómoda e fácil para os leitores.

O *Discurso Preliminar*, escrito por D'Alembert para introduzir a obra, pretendia fundamentá-la num contexto histórico e filosófico e ajudar os leitores na sua consulta, que por sua vez, também teria o apoio do *Sistema Figurado dos Conhecimentos Humanos* (Anexo I).

Ao contrário dos primeiros dicionários, não temáticos, coexistem na Enciclopédia dois tipos de ordens: a alfabética e a enciclopédica. Para conciliarem a ordem alfabética com a ordem enciclopédica, empregaram três meios distintos:

O *Sistema Figurado* que vai à cabeça da obra, a ciência a que se refere cada artigo e a maneira como este a trata. Geralmente colocámos, depois da palavra que constitui o tema do artigo, o número da ciência de que este artigo trata; basta ver que lugar ocupa esta ciência no sistema figurado para conhecer o que lhe corresponde na enciclopédia (D'Alembert, 1981, p. 68).

A relação do artigo com outros da mesma ciência ou de uma ciência diferente, é indicada pelas remissões ou pelos termos técnicos que se explicam seguindo a ordem alfabética.

A sistemática da árvore dos conhecimentos presente no Sistema Figurado dos Conhecimentos Humanos reflecte o pensamento filosófico que põe em evidência as proximidades, as comparações e as dependências, permitindo que a obra possa ser consultada em todos os sentidos, para que por comparação das diferentes leituras, se forme o julgamento do leitor. É, por isso, natural vermos na Enciclopédia um antepassado do hipertexto, em que apesar de o suporte ser o papel, permite também, uma leitura não sequencial, podendo o próprio leitor escolher o rumo e as bifurcações da sua pesquisa, consoante os seus interesses ou a disposição do momento (Brian, 1998). A Enciclopédia não é mais do que uma base de dados, que está indexada de duas maneiras, e que facilita os processos cognitivos por associação de ideias. Voltaremos a este assunto posteriormente.

1.1.1.2. Do Memex ao Hypercard

Em 1945, Vannevar Bush, apercebeu-se que existia alguma artificialidade no modo como era indexada e organizada a informação na maioria dos sistemas utilizados pela comunidade científica. Nesses sistemas, cada texto era apenas classificado por uma única rubrica e o ordenamento era puramente hierárquico. Este engenheiro, conselheiro do presidente Roosevelt, dos Estados Unidos, pensava que a mente humana não funcionava deste modo, mas sim através de associações.

Apesar de Vannevar Bush reconhecer que era difícil criar uma réplica do processo reticular que suporta o exercício da inteligência, imaginou um dispositivo, a que deu o nome de *MEMEX* (Memória + Index), que tinha por objectivo a mecanização do ordenamento e a selecção por associação. Para isso, teria de constituir um banco de documentos que incluísse imagens, sons e textos. O sistema teria também dispositivos periféricos para permitir a integração rápida de novas informações.

O inventor do *MEMEX* propôs a existência de blocos de texto unidos por ligações e, introduziu termos actuais como percurso e rede para descrever a sua concepção de textualidade. A nova reconfiguração do texto incluía três elementos novos: os índices por associação (ou ligações), os percursos entre essas ligações e as redes de percursos. Estes novos elementos tornam o texto flexível, feito à medida, aberto aos desejos do leitor e, possivelmente, mais vulnerável a estes (Landow, 1995).

O utilizador do *MEMEX* é descrito por Vannevar Bush como alguém que traça “pistas transversais e pessoais no imenso continente do saber” (Lévy, 1994,

p. 38). Este autor ainda não utilizava a palavra hipertexto mas, imaginava uma nova profissão cuja missão seria organizar redes de comunicação na imensidão crescente dos sons, imagens e textos registados.

Para além do desejo de tornar a informação mais acessível, parece existir na mente de Vannevar Bush uma vontade de mudança da sociedade, pois segundo Landow (1995), ele desejava

substituir os métodos essencialmente lineares que tinham contribuído para o triunfo do capitalismo e do industrialismo por algo que, em essência, são máquinas poéticas, máquinas que trabalhariam por analogia e associação, máquinas que capturariam o brilhantismo anárquico da imaginação humana (p. 31).

Certamente que este “visionário” já saberia por experiências históricas anteriores que as máquinas podem modificar as sociedades.

Como acabámos de referir, nem todas as ideias de Vannevar Bush eram originais, era sim única a sua vontade de construir um dispositivo informático que permitisse a recolha da informação desejada. Acabando por nunca construir o seu dispositivo por dificuldades técnicas da época, não deixou no entanto, de servir de inspiração às “mentes sábias” que lhe seguiram os pensamentos.

No começo dos anos sessenta, Ted Nelson, que ao contrário dos outros pioneiros do hipertexto, possuía uma formação literária e humanística, inventou o termo hipertexto para exprimir a ideia de escrita/leitura não linear num sistema informático. Nelson esteve na origem do projecto *XANADU*, que visava a criação de uma estrutura que permitisse ligar toda a literatura mundial numa rede de publicações, hipertextual, universal e instantânea. A rede devia conter todos os tesouros literários e científicos do mundo. Para além disso, qualquer pessoa podia

utilizar o *XANADU* para escrever, comunicar, comentar textos, filmes e registos sonoros disponíveis na rede. Podemos dizer que Nelson “sonhou” com a Internet.

Mas foi no *Augmentation Research Center* do *Stanford Research Institute*, que o engenheiro Douglas Engelbart, desenvolveu o primeiro sistema informático hipertextual, o *NLS (On Line System)* integrado no seu projecto *Augment*, iniciado em 1962 que devia permitir ao utilizador desenvolver as suas capacidades cognitivas e intelectuais. Para navegar neste sistema, Douglas Engelbart teve a ideia de inventar o “rato” que veio facilitar a sua manipulação e o acesso mais rápido à informação.

A ideia básica comum a estes pioneiros do hipertexto é, para Dias (1994), a “formação do conceito duma rede não linear, para ligar, pesquisar e transmitir informação em projectos individuais ou colaborativos de desenvolvimento”. Esta rede devia permitir um modo de leitura não linear, mais de acordo com o modo de funcionamento do cérebro, ou seja, com a associação de ideias.

No entanto, foram necessários quinze anos para que surgissem os primeiros dispositivos informáticos correspondentes às ideias de Ted Nelson. E só a partir de meados dos anos 80 se verificou uma verdadeira explosão que transformou o hipertexto no centro de uma nova corrente de investigação e desenvolvimento. Uma particularidade desta revolução é, para Rouet (1998) a pluridisciplinaridade, fenómeno que este autor associa não só aos informáticos mas também a especialistas de outras áreas como a linguística, a psicologia e a didáctica, entre outras.

O último degrau da vulgarização do hipertexto é, segundo Nielsen (1990), atingido quando a *Apple* lança no mercado o programa informático *HyperCard*, idealizado por Bill Atkinson em 1987 (Rhéaume, 1994). O programa era fornecido gratuitamente aos compradores de computadores *Macintosh*. Aos ficheiros construídos com este programa foi atribuída a designação de *pilha (de cartas)*, pois este tipo de “base de dados” utilizava uma metáfora que evocava os

baralhos de cartas (Perrault, 1997c). No mesmo ano, 1987, realizou-se a primeira conferência sobre hipertexto, *Hypertext'87*, na Universidade da Carolina do Norte, nos Estados Unidos da América.

1.1.1.3. A Internet

A Internet e as suas precursoras incorporaram muitas das ideias defendidas por Bush, Nelson e Engelbart, nos projectos que traçaram. A ideia de ligar vários computadores surgiu da necessidade de diferentes pessoas trabalharem, ao mesmo tempo, com o mesmo computador, permitindo a comunicação entre vários terminais e uma unidade central.

Por volta de 1965 compreendeu-se que o computador era também uma máquina através da qual se podia comunicar (Guédon, 2000). A constante sabotagem das antenas militares no Estado do Utah (Estados Unidos da América) levou a que fosse idealizado outro modo de transmitir informações. A solução adoptada seria enviar um documento segmentado em vários pedaços, em que cada segmento era transmitido o mais rapidamente possível. Para isso seria necessário também a não existência de incompatibilidades entre os vários computadores.

O projecto *Arpanet* (*Advanced Research Project Agency Network*) surgiu com vista a eliminar esse contratempo, ultrapassando as heterogeneidades entre os diferentes computadores que se ligavam em rede. Não tinha os objectivos culturais de Nelson e, os computadores dessa rede estavam longe de ser as máquinas poéticas que Vannevar Bush desejaria, mas tal como muitas descobertas na história da ciência, esta primeira rede informática também teve origem num período conturbado da história da Humanidade, neste caso, a Guerra Fria. A *Arpanet* foi criada pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos nessa época

e financiada pelo Pentágono. Era constituída por cinco computadores instalados em locais estratégicos do território dos Estados Unidos da América. A rede não possuía nenhum centro e cada um dos *sites* era um espelho do outro permitindo em caso de ataque nuclear, a reconstituição dos dados (Perrault, 1997c). Também foi desenvolvido no âmbito deste projecto, uma tentativa de comunicação por satélite, com o objectivo de rapidamente ser feita uma análise dos dados sísmicos provenientes de diversas estações próximas da União Soviética, permitindo detectar explosões nucleares (Guédon, 2000). No entanto, o objectivo inicial da Arpanet foi, segundo Malheiros (2000), permitir a comunicação entre as várias equipas e os vários projectos financiados pela *ARPA (Advanced Research Project Agency)*.

A necessidade de enviar mensagens entre computadores fez nascer o *e-mail* que transformou a rede num canal de comunicação. No entanto, a rede *Arpanet*, viu acabar o seu protocolo e foi substituída em 1983 (*ibidem*).

Pode-se afirmar, sem grande margem de erro, que a Internet terá nascido pouco depois do desaparecimento da *Arpanet*, mas só a partir de 1989 teve um aumento explosivo no seu número de aplicações. Foi também por essa altura (1989) que surgiu o protótipo da *World Wide Web*, projecto levado a cabo pelo *CERN (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire)*. Mas seria necessário ainda outra invenção, a de um navegador gráfico. Em 1993, surge o navegador *Mosaico*, ancestral do *Netscape*, criando-se assim, um espaço de navegação virtual através de texto, imagens e som, com um simples clique do rato.

Deve-se a Tim Berners-Lee o protocolo *HyperTextTransferProtocol (HTTP)* que serve de alicerce ao *World Wide Web (WWW)* e que torna possível a utilização de interfaces gráficos em rede. O formato de base, que é lido pelos navegadores são os ficheiros de tipo *HTML (Hyper Text Markup Language)* que têm as suas raízes no conceito de hipertexto, ao qual se adicionou um prolongamento de extensão: o *URL (Uniform Resource Locator)* que pode tornar-se numa ligação.

O hipertexto abandonou assim a plataforma local para se propagar na imensa teia da *WWW*, em que no dizer de Perrault (1997c), o espaço é abolido, pois uma ligação hipertexto pode atingir facilmente um nó situado dois parágrafos mais abaixo na mesma página ou um outro situado do outro lado do mundo.

1.1.2. Conceitos de hipertexto

O termo hipertexto pode ser alvo de dois tipos de análise: um a nível etimológico e outro a nível da sua significação. Embora os dois domínios referidos se interrelacionem, a polissemia de significados associada ao termo hipertexto justifica uma atenção especial aos dois níveis.

Do ponto de vista etimológico, o termo hipertexto é constituído pelo prefixo hiper que designa excessivo, muitíssimo grande e, pelo substantivo texto, o que nos leva a concluir que, ao inventar esta palavra, Ted Nelson nos anos sessenta, quis designar um texto muito maior que o vulgar, num suporte também diferente do habitual. Este novo texto informatizado transportava a ideia de um tipo de escrita/leitura não sequencial, não linear, ao contrário da maior parte dos textos. Segundo Pfaffenberger (1997), Nelson ter-se-á inspirado na geometria hiperbólica, inventada no século XIX pelo matemático alemão Felix Christian Klein. Com efeito, o espaço hiperbólico, por possuir um número de dimensões superior a quatro, não pode ser representado virtualmente, apesar de matematicamente ser possível criar mais do que quatro dimensões. Esta ideia terá sido transposta por Nelson para o hipertexto que permite produzir um número ilimitado de ligações entre conceitos de um conjunto de documentos interrelacionáveis.

Na sequência da definição de hipertexto de Ted Nelson, alguns autores (Chen, 1994, citado por Gomes, 1995; Bidarra, 1999) integram nas suas definições, o conceito de hipertexto como uma forma de escrita/leitura não-linear. No entanto, nem todos restringem esta forma de escrita/leitura ao suporte informático. Ao alargarem a história do hipertexto a toda a história do texto escrito, alguns autores não põem restrições ao tipo de suporte, considerando que o hipertexto, não é mais do que uma forma não sequencial de armazenar a informação (Dias & Menezes, 1993). Deste modo, Chen (1994, citado por Gomes, 1995) defende que o que torna um texto “hiper” é o facto de poder ser utilizado de uma forma não sequencial, realçando o caso dos dicionários como exemplo de um documento hipertexto impresso. Esta ideia inerente ao conceito de hipertexto já não é recente. Podemos pensar que as enciclopédias, os dicionários e os livros que têm notas de rodapé, bibliografia, resenhas e figuras, também nos permitem fazer uma leitura não sequencial, navegando de texto em texto, de figura em figura. Justificam-se assim os autores (Chen, 1994, citado por Gomes, 1995) que, como exemplo de hipertexto referem esse tipo de obras cuja leitura não é realizada “de enfiada”, permitindo-nos fazer pesquisas sucessivas de modo a cruzar, em várias direcções, informação sobre um assunto que nos interessa. Todavia, o encontro com a informação desejada não é, nem nunca poderá ser, tão rápido e abrangente como nos documentos informatizados que, simultaneamente, nos permitem uma leitura não sequencial. Por conseguinte e, para que não haja confusão, na continuação do nosso trabalho, sempre que referirmos o termo hipertexto, estaremos a pensar num documento em suporte informático (em CD-ROM, DVD-ROM, Disquete, na Internet), para distinguir dos outros (dicionários, enciclopédias, outro tipo de livros) que possam permitir o mesmo tipo de leitura/escrita mas que não são informatizados.

Na pesquisa bibliográfica a que procedemos sobre esta área do conhecimento, fomos confrontados com uma variedade enorme de definições do termo hipertexto. Na nossa opinião, isso deve-se a vários factores, entre os quais

se realçam: a juventude do termo, a evolução acelerada dos *softwares* e dos suportes tecnológicos que se verificou nos últimos anos e, a sua recente introdução no ensino. A par da constatação dos possíveis benefícios que o hipertexto pode trazer para a educação, tornou-se premente a necessidade, que se acentuou nos últimos anos, de o definir. Como se trata de algo muito recente, há autores que recorrem a metáforas e analogias para o descrever, o que justifica as definições de hipertexto que o comparam a redes semânticas, a bases de dados, ou ao conjunto de ambas. Por exemplo, Dias & Menezes (1993) comparam a rede hipertexto a uma rede semântica, ao descrevê-la como sendo “formada também por nós e arcos, constituindo um sistema de representação e armazenamento de informação de acordo com a concepção das redes semânticas”, enquanto Burbules & Callister (1996), ao referirem que “o hipertexto realça um tipo de ambiente informacional em que as ideias estão ligadas entre si de múltiplas maneiras. É um sistema para organizar informação, tal como um conjunto de cartões de uma biblioteca (...)”, estão a compará-lo com as tradicionais bases de dados. Outros autores (Conklin, 1987, citado por Lima & Maenza, 1994; Pereira *et al.*, 1991; Rouet, 1998) atribuem ao hipertexto uma natureza híbrida devido à existência simultânea de três componentes (Conklin, 1987, citado por Lima & Maenza, 1994): uma base de dados, em que as unidades de informação são passagens de texto (Rouet, 1998), uma rede semântica que liga as componentes da base de dados do texto (Pereira *et al.*, 1991) e as “ferramentas” ou a interface que permitem explorar esta combinação de texto e rede semântica (Pereira *et al.*, 1991).

Vimos no capítulo anterior que o hipertexto pode ser considerado como uma técnica de armazenamento e organização da informação, ideia que é também corroborada por vários autores (Dias & Menezes, 1993; Burbules & Callister, 1996; Bidarra, 1999), resultante da evolução das bases de dados, pois, para além das características que estas possuíam, o hipertexto também permite as ligações entre campos de assuntos diferentes. Quanto a serem comparados com redes semânticas ou, a um sistema que resulta da conjugação entre elas e as bases de

dados, veremos adiante que para alguns autores (Harland, 1990, citado por Gomes, 1995; Nielsen, 1990; Dias & Menezes, 1993), os hipertextos podem conter tipos de representação variados, para além dos textos e, nesse caso, deixam de ser simples redes semânticas.

Outras definições consideram o hipertexto como se de um programa informático se tratasse (Lévy, 1994), ideia que se deve ao facto de um dos primeiros programas informáticos que permitiram a construção de hipertextos se chamar *HyperCard*, o que terá provocado alguma confusão entre os dois termos (Rhéaume, 1994).

Outra concepção que identificámos nas definições encontradas na bibliografia consultada, relaciona-se com os sistemas de representação que o hipertexto pode conter. Inicialmente definido por Ted Nelson como um texto informatizado que permitisse uma sequência de leitura não sequencial, não é de estranhar que esta ideia esteja subjacente a algumas definições (Ibañez, 1993; Harland, 1990, citado por Gomes, 1995; Rouet, 1998), em que se considera como único tipo de representação no hipertexto, o texto. No entanto, à medida que os sistemas informáticos foram evoluindo, tornou-se possível armazenar maior quantidade de informação nos sistemas informáticos, não só sob a forma de texto, utilizando também outros tipos de representação como os gráficos, a imagem e o som. Esta evolução dos sistemas informáticos permitiu assim, a introdução nos sistemas hipertextuais de outros géneros de representação da informação, para além do texto escrito, possibilitando seguir percursos não só de textos mas de tipos de representação variados.

Nestes “novos hipertextos” que não contêm apenas texto, o tipo de leitura continua a ser não sequencial e, por isso, para alguns autores a definição de hipertexto mantém-se quase inalterável (Pereira *et al.*, 1991; Nielsen, 1990; Dias & Menezes, 1993). Contudo, outros autores consideram que, tratando-se de um

sistema que, para além de texto também contém outros tipos de representação da informação, a designação deverá ser diferente. Foi por isso que Nielsen, em 1990, propôs o termo hipermédia, que resulta da contracção entre os termos hipertexto e multimédia, que por sua vez, é definido pelo *Dicionário Multimédia Universal* (1996), como sinónimo da utilização combinada de diferentes meios de comunicação. No entanto, Nielsen (1990) realça que, pessoalmente, continuará a utilizar o termo tradicional “hipertexto” para qualquer sistema organizado de forma não-sequencial, seja apenas constituído por texto ou também por outras formas de representação.

De acordo com Lévy (1997), a designação de hipermédia aplicada a documentos informatizados organizados de forma não sequencial que contenham para além do texto, imagens, sons ou gráficos, pode levantar dúvidas. No livro *Cyberculture*, Lévy (1997) alerta para a frequente confusão entre o termo média e a expressão tipo de representação, esclarecendo que média é “o suporte ou o veículo da mensagem” (p. 73) referindo como exemplos, a imprensa, a rádio, a televisão, o cinema ou a Internet. Cada um destes média pode transmitir um só ou diferentes tipos de representação, por exemplo, “a imprensa suporta o texto e a imagem” (p. 74), enquanto que, o disco-audi transmite apenas, som. Nesta linha de opinião consideramos que um documento informatizado, cuja organização da informação permita vários percursos de leitura, e que para além disso, contenha diversos tipos de representação (texto, som, imagens, etc.) deverá ser designado por hiperdocumento em lugar da designação de hipermédia, para que se dissipe a confusão.

Este tipo de escrita/leitura não sequencial em suporte informatizado, permite a concepção de redes multidimensionais constituídas por sistemas de representação de imagem, som e texto, que podem ligar-se entre si (Dias & Menezes, 1993), e em que a informação se organiza de múltiplas maneiras. O termo rede também não deixa de ser uma metáfora para designar um conjunto de pedaços de informação, os “nós” da rede, materializados por textos, imagens e

sons, que têm ligações para outras imagens, textos ou sons, que seriam as linhas da rede. Os “nós” podem conter apenas um termo ou um longo hiperdocumento. As ligações, vulgarmente designadas por “links”, são materializadas no hiperdocumento por palavras, frases ou imagens, que através de um “click” do “rato” nos permitem passar para outro “nó” de informação.

1.2. Os hiperdocumentos e a organização do conhecimento

Considerando que os hiperdocumentos constituem uma técnica inovadora de organizar, estruturar e aceder à informação desejada, parece-nos importante fazer uma breve retrospectiva histórica sobre alguns dos modelos de organização do conhecimento que a humanidade desenvolveu para que, em cada momento, lhe fossem facilitados a comunicação e o acesso à informação.

É importante realçar que cada nova forma de comunicar e de organizar o conhecimento não veio substituir as anteriores, mas constituir uma nova alternativa, diversificando e enriquecendo as anteriores.

1.2.1. Modelos de organização do conhecimento

Antes da invenção da escrita, a humanidade desenvolveu processos mentais de organização do conhecimento, que ainda hoje são eficazes. No entanto, com o advento da escrita e com a invenção da imprensa, os modos como os indivíduos

organizavam o conhecimento e aprendiam novas ideias foram-se modificando. No século XVIII surge a Enciclopédia Francesa que pela primeira vez, organiza os conhecimentos de uma forma diferente, considerando as relações entre assuntos de áreas distintas. Este modelo foi retomado pelos pioneiros do hipertexto.

1.2.1.1. Da oralidade à Imprensa

Nas sociedades sem escrita, onde a oralidade dos discursos possuía um valor essencial, o conhecimento era produzido com base na memória humana associada à linguagem. Aprendia-se ouvindo e observando os outros, pois como refere Lévy (1994), a memória era construída através dos cantos, das danças, dos gestos. A “Arte da Memória” ou tradição mnemónica, que foi dominante na Grécia Antiga e que persistiu durante vários séculos, dá-nos hoje uma ideia de como as pessoas adquirem e organizam os seus pensamentos, sem livros nem escrita. Este processo era essencialmente metafórico e analógico e, muito mais visual do que textual (Wong & Storkerson, 1997). Mesmo na actualidade, grande parte dos conhecimentos que adquirimos foi-nos transmitida oralmente e “quase sempre sob a forma de narrativa” (Lévy, 1994, p. 109).

As experiências no domínio da psicologia cognitiva revelaram que “as *performances* mnemónicas eram tanto melhores quanto as associações eram complexas e numerosas” (*ibidem*, p. 104). A activação de um conjunto inter-relacionado de ideias (esquema), pode levar à conexão entre uma ideia nova e as preexistentes. Como é referido por Lévy (*ibidem*), “a associação de um item de informação a um esquema preestabelecido é uma forma de «compreensão» da representação em causa” (p. 104). Para este autor, o facto de existirem processos de causa-efeito na associação de ideias aumenta a sua compreensão.

É nesta milenar “Arte da Memória” que, como sabemos, Vannevar Bush vai basear o funcionamento do seu MEMEX, argumentando que a mente não funciona “alfabeticamente”. Sugere que o cérebro funciona por associação de ideias, através de uma intrincada teia de atalhos, não permanente, desenvolvida pelas suas células. A memória é transitória (Wong & Storkerson, 1997).

Ao surgir, a escrita permitiu um tipo de comunicação radicalmente nova, a possibilidade de uma mensagem ser recebida sem a presença do seu emissor ou de alguém que não sendo o autor permitia a transmissão da mensagem (Lévy, 1994). Com a escrita é possível representar a informação sob outras formas para além do canto ou da narrativa. É possível inscrever algarismos e letras em tabelas, e constituir bases de dados de todas as ideias que queremos organizadas de modo permanente. A memória deixa de assentar exclusivamente nas recordações humanas e, deste modo, as ideias associadas por processos de causa-efeito perdem alguma da sua importância (*ibidem*). Há a tendência para dispor os conhecimentos de forma sistemática, obedecendo a regras pré-estabelecidas.

É deste modo que Aristóteles divide os objectos naturais em duas classes: os imortais que segundo ele não têm princípio e são perduráveis, e os submetidos à geração e à decadência. E define uma escala natural dos seres vivos, permitindo um método de classificação de todos os animais, que perdurou durante vários séculos. Baseava-se em dois princípios fundamentais: na correlação dos órgãos, pela qual a modificação de um órgão num tipo de animal dado repercutia-se na estrutura de todo o corpo, e no princípio de que se passava das espécies mais perfeitas às menos perfeitas através de uma série contínua (Geymonat, 1998).

Por sua vez, o aparecimento da imprensa vai proporcionar maiores possibilidades para associar e recombinaer conhecimentos, “numa rede de textos incomparavelmente mais vasta e mais disponível do que no tempo do manuscrito” (Lévy, 1994, p. 122). Ao mesmo tempo, criam-se nos livros sistemas para compartilhar os conhecimentos: os índices e os quadros, por exemplo. E a partir do século XVI, “generalizam-se as apresentações sistemáticas de uma matéria

especializada” (*ibidem*, p. 123), baseadas no que Lévy (*ibidem*) designa como os “interfaces” específicos da imprensa, ou seja, a paginação regular, o índice, os cabeçalhos, os quadros, os esquemas e os diagramas.

Os dicionários permitiram a conciliação entre esta ordem introduzida pela imprensa e a ordem alfabética que, por sua vez, se associou à enciclopédica quando surgiram dicionários especializados sobre determinados assuntos, ou aqueles que abarcavam temas variados e que passaram a designar-se por Enciclopédias.

1.2.1.2. A Enciclopédia Francesa

Os principais objectivos da Enciclopédia Francesa foram, segundo D’Alembert (1981), um dos seus autores, a difusão do saber e a sua sistematização ordenada. Para este autor, a Enciclopédia seria como

uma espécie de mapa-mundi que deve mostrar os principais países, a sua posição e a sua dependência mútua, o caminho em linha recta que vai de um a outro, caminho (...) que só podem conhecer em cada país os habitantes e os viajantes e só podem ser mostrados em mapas particulares muito detalhados. Estes mapas particulares serão os diferentes artigos da Enciclopédia, e o mapa mundi será a Árvore ou Sistema Figurado (p.60).

A maior ou menor proximidade a que observamos os objectos faz aumentar a distância entre eles assim como a sua dependência mútua, permitindo-nos deste modo a observação de aspectos diferentes segundo o ponto de vista. De acordo com esta perspectiva, D’Alembert relativiza a escolha de um ou de outro sistema do conhecimento humano. Para ele o melhor sistema ou árvore do conhecimento humano será a que ofereça maior número de ligações e de relações entre os diversos assuntos. E justifica que o sistema escolhido foi o que lhes pareceu, a ele

e a Diderot, satisfazer “a ordem enciclopédica dos nossos conhecimentos e a sua ordem genealógica” (*ibidem*). Para Brian (1998), uma das características importantes da Enciclopédia reside exactamente neste aspecto, ou seja, no convite que é feito aos leitores a interrogarem-se sobre a importância dos sistemas que os seus editores consideram primitivos na génese das classificações lógicas (*ibidem*).

Parece-nos existir algum paralelismo entre estas ideias dos editores da Enciclopédia, no século XVIII, quanto a uma subvalorização da escolha de um sistema de classificação dos conhecimentos humanos, e a vontade de Vannevar Bush, no século XX de querer encontrar um sistema de compilação do conhecimento que funcionasse por associação de ideias. Tanto para D’Alembert como para Bush, o importante era encontrar um sistema que permitisse ligar e relacionar os diversos assuntos e artigos.

Ao utilizar um sistema de classificação dos conhecimentos humanos, D’Alembert pretendeu também, reunir os conhecimentos “espalhados pela superfície terrestre” (D’Alembert, 1981, p. 115), para que fossem transmitidos não só aos seus contemporâneos mas também às gerações vindouras (Geymonat, 1998).

Mas o modelo de D’Alembert e Diderot não foi totalmente original, já anteriormente, o filósofo inglês Francis Bacon, se tinha preocupado com o problema da organização do conhecimento. Com o objectivo de estruturar o conhecimento científico, Bacon projectou uma enciclopédia que abandonasse o saber teórico e o substituísse por outro essencialmente prático-operativo, que pela sua natureza, evidenciaria as artes e os ofícios (Geymonat, 1998). Na sua projectada enciclopédia, Bacon distinguiu três tipos de conhecimento: o conhecimento histórico, baseado na memória, ou seja, na recolha de “materiais de observação” (*ibidem*); o conhecimento poético baseado na fantasia, ou seja na construção de “agradáveis sonhos” (*ibidem*), sem nenhum contacto com os dados; e o conhecimento filosófico, baseado na razão, ou seja, na elaboração racional dos

dados. O conhecimento filosófico, segundo Bacon, compreendia a teologia natural, a física, a medicina, e culminava na *filosofia activa*, ou seja, no estudo da construção de instrumentos úteis para a Humanidade. No entanto, o projecto da enciclopédia de Bacon nunca chegou a concretizar-se.

Segundo Brian (1998) a opção, de Diderot e D'Alembert, por um sistema semelhante ao de Francis Bacon, pode encontrar-se relacionada com o facto deste filósofo ter sido, na época, uma figura emblemática da nova ciência e de estar afastado das questões teológicas associadas aos sábios continentais como Galileu, Pascal, Descartes ou Leibniz. Os editores da Enciclopédia adoptaram as três principais divisões do sistema de Bacon, apesar de alterarem a sua ordem, as suas categorias e a articulação entre elas. O filósofo inglês tinha dividido os conhecimentos humanos em três categorias, pela seguinte ordem: Memória, Fantasia e Razão. Contudo, para os editores da Enciclopédia, o entendimento humano provém da memória, que permite registar os feitos, depois da razão, que os compara, e por fim da imaginação (*ibidem*) (vide Anexo I- Sistema Figurado dos Conhecimentos Humanos). A secção da filosofia e da ciência, que se insere na razão encontra-se ordenada por graus sucessivos de abstracção. De baixo para cima, da árvore dos conhecimentos, as matérias dispõem-se a partir das ciências mais próximas dos dados físicos até às mais abstractas.

A este propósito cabe aqui referir que a Enciclopédia precede a autonomia das ciências que ocorreu nos séculos XVIII e XIX. Ao mesmo tempo que lhes dá alguma individualização, ainda com muitas zonas duvidosas, realça os ramos do conhecimento que se tocam entre si. É o caso da Geologia, definida como “ciência dos continentes” (D'Alembert, 1981) e quase ignorada se a pesquisarmos pela sua designação, apesar de serem realçadas as suas vertentes prática e técnica (não sendo ainda referido o termo Geologia). Para o Barão d'Holbach, o enciclopedista que escreveu, anónimo, grande parte dos artigos sobre Geologia, “as minas eram o observatório de uma ciência em gestação” (Bret, 1998) e, por outro lado, seriam a face de uma ciência utilitária. Ainda existia uma certa confusão na classificação

dos assuntos científicos, pois no que respeita à Geologia, o conceito moderno só surgiu depois da conclusão desta obra.

Os sistemas hipertextuais terão herdado algumas características da organização do conhecimento da ordem enciclopédica, nomeadamente a possibilidade de cruzar assuntos de áreas diferentes que possuem alguns aspectos em comum.

1.2.1.3. Formas de organização hipertextual

Na presente secção do nosso trabalho pretendemos analisar as várias formas de organizar a informação/conhecimento num sistema hipertextual, que se aplicadas ao ensino poderão, como supomos, influenciar a aprendizagem. Relembrando que a ideia de hipertexto surgiu primeiro na mente de Vannevar Bush, exactamente, na tentativa de resolver a dificuldade que existia na comunidade científica para organizar e aceder a grandes quantidades de informação, pensamos que se trata de um tema ainda mais relevante quando, como professores, tentamos organizar alguma informação, para fornecer aos nossos alunos, de modo que a mesma possa ser por eles aprendida de modo significativo e se transforme em conhecimento.

Para alcançar o seu objectivo, Vannevar Bush pretendia utilizar um tipo de organização do conhecimento, que se assemelhava à forma como ele supunha que a informação é organizada na mente humana, para substituir o método utilizado na altura para ordenar e procurar documentos, que ele criticava deste modo (citado por Landow, 1995):

Quando se armazenam dados de qualquer tipo, ordenam-se alfabeticamente ou numericamente, e a informação só pode ser recuperada numa procura de

subclasse em subclasse. Senão forem utilizados sistemas duplos, só pode ser encontrada num local. E são necessárias normas acerca do trajecto que se deve seguir para localizá-la, mas as normas incomodam. E ainda, depois de encontrar um dado, há que sair do sistema para voltar a entrar e seguir outro trajecto (p. 26).

Este pioneiro do hipertexto queixa-se ainda, segundo Lévy (1994), que cada item era apenas classificado sob uma única rubrica e que o ordenamento era puramente hierárquico.

Os ficheiros, constituídos por fichas em cartão, que ainda persistem em algumas bibliotecas, não possuíam, vulgarmente, mais do que dois índices, um por assunto e outro por autor. Após a sua informatização, a procura e o acesso à informação desejada tornou-se mais rápida e fácil, no entanto, a possibilidade de estabelecer ligações entre campos de informação não aparentados era diminuta (Perrault, 1997a), não possibilitando a consulta por associação de ideias, como era preconizada por Bush.

Os textos clássicos, como já foi anteriormente referido, só permitem a pesquisa por associação de ideias, se tiverem “links” como as notas de pé de página, as citações e as notas bibliográficas, que remetem o leitor para outras partes do mesmo texto ou para outros textos. Mesmo assim, a possibilidade de se manter por muito tempo uma leitura não-sequencial é escassa, para além do seu processo ser pouco cómodo e muito lento.

Relativamente ao texto clássico, o hipertexto, para além de um tipo de suporte diferente, trouxe outras inovações tais como: a escrita não linear que permite uma leitura diferente de leitor para leitor (Allal & Crahay, 1997), relacionar assuntos dificilmente relacionáveis no texto clássico, e o acesso rápido a uma maior quantidade de informação (apesar das “auto-estradas da informação” se encontrarem cada vez mais congestionadas). Por outro lado, num hipertexto, é possível modificar ou acrescentar informação, enquanto que o texto clássico, por

ser escrito em papel, é permanente e inalterável. Os leitores encontram no texto clássico, a informação estruturada pela sequência, estilo e organização elaborada pelo autor (Burbules & Callister, 1996). Quando se trata de um livro, por exemplo, o texto só pode ser modificado na edição seguinte, se esta se justificar, senão o mesmo corre o risco de ficar desactualizado. Pelo contrário, o hipertexto, pode ter um número de edições infinito, com todas as alterações que se pretender fazer, embora seja necessário marcar a sua edição no tempo, porque constatamos frequentemente, que os autores se esquecem de assinalar a data de edição, o que perturba qualquer procura séria de informação.

Ao contrário do texto clássico, a informação nos hiperdocumentos encontra-se fragmentada, mas interligada. Chama-se vulgarmente a esses fragmentos de informação, os nós, cujas interligações se pretendem significantes e unindo dados organizados de modo orgânico e não sequencial. Os nós que podem ser conjuntos de informação textual ou gráfica independente, sem que a relação entre o nó e o conceito tenha que ser exclusiva (Dias, 1994). A dimensão dos nós pode variar, pois pode tratar-se apenas de uma palavra ou ser tão extenso como um conto. Também os tipos de representação que contém podem ser variados, pois o hiperdocumento pode conter apenas texto ou, por exemplo, texto, imagem e som.

As ligações podem aparecer em diferentes níveis e não se sujeitam a uma organização hierárquica da informação (Perrault, 1997a). Um hipertexto pode ser constituído por uma narrativa central, cuja leitura pode ser realizada de forma sequencial, mas que também possibilite oportunidades de consulta de outros fragmentos de informação (Burbules & Callister, 1996) que se relacionem com essa narrativa como, por exemplo, as críticas literárias que lhe têm sido feitas.

É importante realçar que a estrutura do hiperdocumento tem que apresentar uma certa coerência entre os conteúdos, pois deve resultar de um processo de construção cognitiva efectuada pelo autor. Os autores (VanDijk & Kintsch, 1983; citados por Hannemann & Thüning, 1995) que defendem esta concepção,

consideram que “um documento é coerente se o leitor consegue construir, a partir dele, um modelo mental que faça corresponder as relações aos factos de um mundo possível”.

Entre os aspectos que se devem contemplar aquando da elaboração de um hiperdocumento, realçam-se: o modo de estruturar a informação, a utilização de utensílios de navegação ergonómicos, a tomada em consideração dos conhecimentos prévios dos estudantes e os objectivos do próprio hiperdocumento (Allal & Crahay, 1997).

Consoante o modo como se organizam e se ligam os nós no hiperdocumento, a sua estrutura adquire uma designação específica. Contudo, a terminologia adoptada varia ligeiramente. Por exemplo, alguns autores (Bencomo, 1992; Almeida d'Eça, 1998; Perrault, 1997a) consideram que o hipertexto pode ter uma organização linear, para além das outras que mencionaremos mais adiante, definindo-a como “aquela que força o utilizador a mover-se em linha recta” (Bencomo, 1992), ou a “passagem obrigatória de uma ligação a outra de forma sequencial” (Perrault, 1997) ou ainda aquela “em que as ligações se sucedem de acordo com a sequência da paginação” (Almeida d'Eça, 1998). Não nos parece que este tipo de organização esteja de acordo com o conceito de hipertexto, que considera a organização da informação não-sequencial como a característica que distingue os documentos hipertextuais de outro tipo de documentos informatizados, pois não nos podemos esquecer que, como é referido por Dias (1994):

O ponto focal da abordagem iniciada pelos pioneiros da tecnologia hipertexto consistiu na formação do conceito duma rede não linear, para ligar, pesquisar e transmitir informação em projectos individuais ou colaborativos de desenvolvimento.

Excluindo assim a estrutura linear, encontrámos na literatura, várias outras formas de organização hipertextual (figura 2), que a seguir descrevemos.

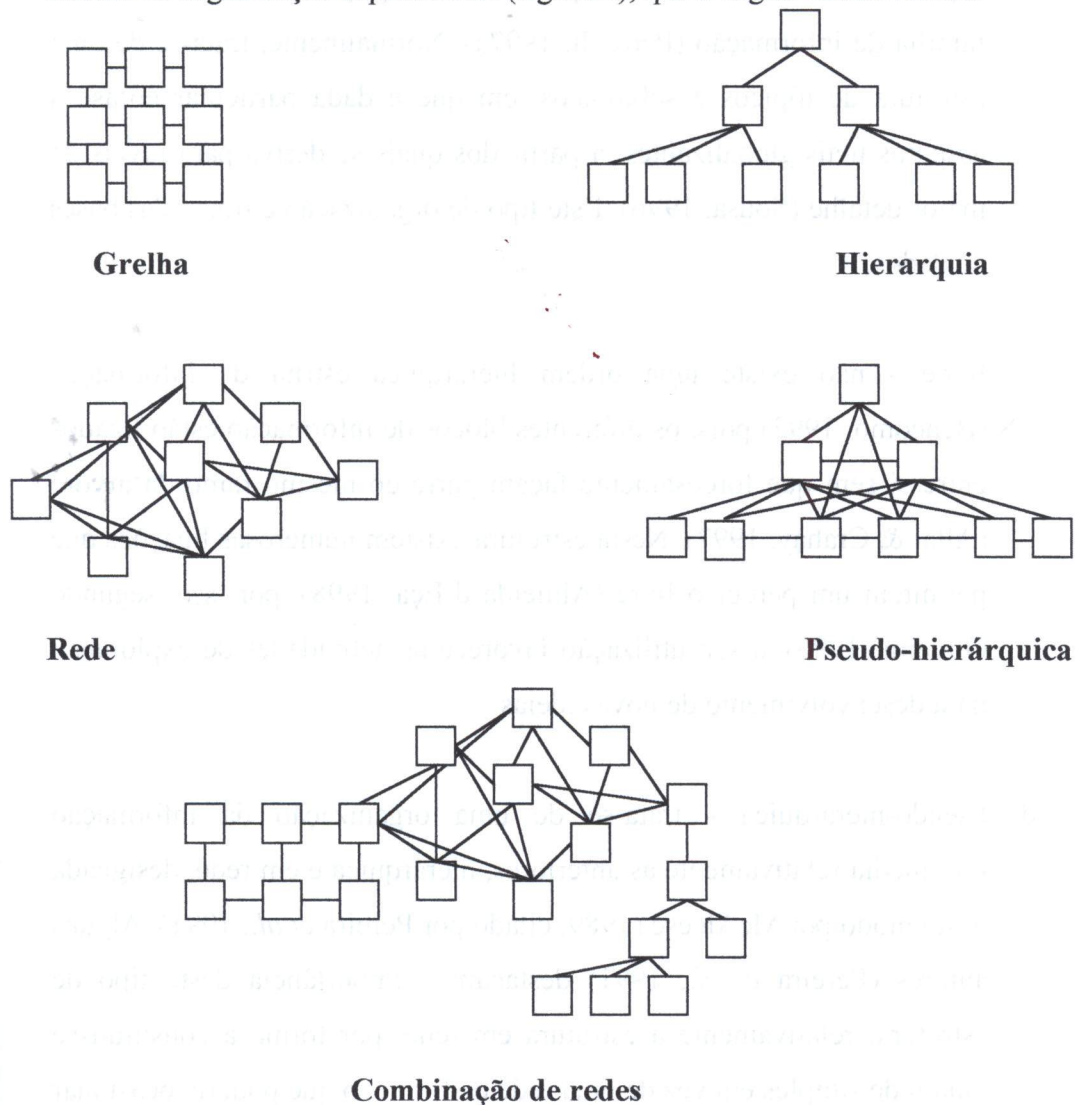


Figura 2 - Diversos modos de organização hipertextual (os quadrados representam nós de informação e as linhas representam as ligações)- adaptado de Davalos (1997) e Sousa (1996).

- a) Grelha - a informação é consultada, segundo o eixo vertical ou o eixo horizontal. Trata-se do sistema utilizado nas tabelas e nas folhas de cálculo.

- b) Hierarquia - cada bloco de informação (nó) está ligado a um bloco superior e a um bloco inferior, permitindo a ligação entre nós da mesma família de informação (Perrault, 1997a). Normalmente, trata-se de uma estrutura de tópicos e subtópicos, em que é dada particular ênfase a assuntos mais globalizantes, a partir dos quais se deriva para níveis de maior detalhe (Sousa, 1996). Este tipo de organização é típico das bases de dados.
- c) Rede - não existe uma ordem hierárquica estrita da informação (Bencomo, 1992) pois, os diferentes blocos de informação estão ligados entre si sem que forçosamente façam parte do mesmo ramo da árvore (Allal & Crahay, 1997). Nesta estrutura existem numerosas ligações que permitem um percurso livre (Almeida d'Eça, 1998), por isso, segundo Oliveira (1996), a sua utilização favorece as actividades de exploração para desenvolvimento de novas ideias.
- d) Pseudo-hierárquica - trata-se de uma organização da informação intermédia relativamente às anteriores, hierárquica e em rede, designada deste modo por McAleese (1989, citado por Pereira *et al.*, 1991). Alguns autores (Pereira *et al.*, 1991) destacam a importância deste tipo de estrutura, relativamente à estrutura em rede, por forma a constituir-se uma rede simples em vez de uma rede disforme, o que poderia ocasionar algumas desvantagens para a aprendizagem.
- e) Combinação de redes - tipo de estrutura mencionada por Davalos (1997) que não é mais do que a estrutura da própria Internet, resultado da ligação de múltiplos hiperdocumentos organizados de diversas maneiras. Encontra-se patente neste tipo de organização a característica "fractal" do hipertexto mencionada por Lévy (1994), ao afirmar que "qualquer nó ou qualquer ligação pode revelar-se composto por uma rede completa, e

assim por diante, indefinidamente, ao longo da escala dos graus de precisão” (p. 33).

Em jeito de conclusão podemos referir que embora todas as ligações, num sistema hipertextual sejam teoricamente possíveis (Pereira *et al.*, 1991), é necessário ter em conta mecanismos baseados na utilização previsível para se produzirem as ligações que optimizem a sua utilização. Torna-se necessário não perder de vista as finalidades a que se destina o hiperdocumento assim como o público que o vai utilizar.

1.2.2. O professor como autor de hiperdocumentos

Para elaborar hiperdocumentos, o professor deve estar consciente das diversas formas possíveis de organizar o conhecimento e, deve estar capacitado a seleccionar a forma de organização mais adequada.

O hipertexto poderá vir a fazer parte, num futuro próximo, da ampla gama de meios pedagógicos, facilitadores da aprendizagem, que os professores utilizam regularmente. Consideramos ser possível dividir estes meios em dois subgrupos: os meios pedagógicos que, habitualmente, não são elaborados pelo próprio professor como os manuais escolares, e os meios pedagógicos que podem ser ou não elaborados por ele, como sejam, os esquemas no quadro, os acetatos (ou transparências), os vídeos, as fichas de trabalho, os diapositivos. O subgrupo que não é elaborado pelo professor, é constituído por meios que a escola pode adquirir, produzidos por editoras ou particulares, com carácter definitivo, como os manuais escolares, apenas impressos em papel e que, por essa razão, não podem ser facilmente alterados. Permanecem estáticos, são iguais para qualquer situação, com a agravante de, no caso dos manuais escolares, serem adoptados por cada escola, por um período de dois ou três anos, sem a possibilidade de substituição durante esse espaço de tempo.

Os restantes meios pedagógicos elaborados pelo professor, podem ser modificados ou substituídos de acordo com a turma, a situação de aprendizagem, as características e concepções de cada um dos alunos.

Inserimos o hipertexto neste último grupo, pois o professor pode elaborar hiperdocumentos adaptados a cada uma das situações de aprendizagem consoante os alunos que os vão explorar, possibilitando igualmente a inclusão de vários níveis conceptuais, ou dos pré-requisitos exigidos para cada matéria disciplinar.

Através da tecnologia hipertexto, Dias e Menezes (1993) consideram que:

os documentos deixam de ser uma sequência rígida de pequenas unidades (compostas por frases, parágrafos e imagens), que por sua vez formam grandes esquemas caracterizadores da estrutura global e passam a ser tratados como uma complexa rede de módulos autónomos mas interligados embora estas ligações não se processem só, como tradicionalmente, do texto para a imagem, mas também no sentido inverso.

Os manuais escolares, tal como os programas escolares em que se baseiam seguem habitualmente uma estrutura hierárquica, em que os conteúdos mais abrangentes se diferenciam em sub-conteúdos cada vez mais específicos, não se verificando frequentemente o estabelecimento de ligações entre conteúdos que pertencem a ramos diferentes do conhecimento. Este tipo de organização do conhecimento não apresenta grande flexibilidade que permita leituras não-sequenciais. Pelo contrário, uma estrutura menos hierarquizada, tem a vantagem de apresentar alternativas diferentes ao leitor e apontar diferentes opções de escolha preparadas pelo autor (Bencomo, 1992).

Mas para que sejam rentabilizadas todas as potencialidades do hipertexto, este deve ser, segundo Burbules & Callister (1996), complexo, aberto e flexível, no entanto, estas propriedades têm o efeito de limitar a sua utilização aos alunos mais avançados. Logo, para possibilitar a utilização a um número elevado de alunos é necessário que o hiperdocumento seja, ainda na opinião dos mesmos autores, simples e intuitivo.

Ainda segundo estes mesmos autores (Burbules & Callister, 1996), é importante que o produtor do hiperdocumento tenha em consideração o facto de existirem vários tipos de utilizadores com características e experiências vivenciais diferentes. Não há um hiperdocumento que seja aplicável a todos, é pois necessário, adaptá-lo a cada indivíduo. A tecnologia hipertexto tem a vantagem de permitir a integração de vários níveis de conhecimento em diferentes "nós" (Park, 1991), e de apresentar exemplos adaptados à vivência dos alunos.

Um dos aspectos mais positivos do hipertexto é a possibilidade, devido à sua estrutura não-linear, de integrar vários aspectos de uma matéria disciplinar ou dos seus sub-conteúdos, ou ainda, conhecimentos de diversas disciplinas necessários à compreensão de um mesmo conteúdo, sejam ou não tomados como pré-requisitos do mesmo. Landow (1995), no seu livro *Hypermedia*, enfatiza este aspecto ao considerar que uma recompilação hipertextual de conteúdos multidisciplinares é a maneira mais eficiente para desenvolver, preservar e aceder a uma matéria de estudo. Deste modo seria possível, em qualquer altura e para uma melhor compreensão de cada conteúdo ou conceito, visitar rapidamente outras matérias comuns ou não à mesma disciplina.

É, igualmente, reconhecido por Landow (*ibidem*) que os professores dedicam grande quantidade de tempo à produção de materiais didácticos que no ano seguinte deixam de poder ser aplicados por não se adaptarem aos alunos em questão. Estes problemas remontam ao tempo de Vannevar Bush e vão de encontro às preocupações deste pioneiro do hipertexto:

Uma recompilação em hipertexto, acima de tudo, descendente do Memex, supõe um modo mais eficiente de preservar os produtos de trabalhos anteriores porque requer muito pouco esforço para seleccionar e organizar a matéria (*ibidem*, p. 157).

Tendo em vista a qualidade científica deste tipo de documentos, seria importante que a concepção dos hiperdocumentos que abrangem várias áreas disciplinares fosse da autoria de equipas multidisciplinares. Não só beneficiariam os professores devido à troca de conhecimentos que se estabeleceria entre os elementos da equipa e à complementaridade de formações, mas também os alunos gozariam da possibilidade de entenderem que cada vez mais as áreas disciplinares se entrecruzam e interceptam.

Para os seus entusiastas, a estrutura do hipertexto assemelha-se ao modo como o nosso cérebro organiza e acede à informação (Nielsen, 1990). Como tal,

para conceber um hipertexto eficaz, há que estruturá-lo de maneira “a reproduzir os modelos mentais e os esquemas que os hipernautas utilizarão para aceder à informação” (Bonneau, 1997b; citando Shneiderman & Kearsley, 1989), ou “reproduzir a rede semântica do especialista se assumirmos que a aprendizagem é o processo de replicação da estrutura de conhecimento do especialista na estrutura de conhecimento do aluno” (Jonassen, 1989; citado por Bonneau, 1997b).

O professor é, pelo contacto com os alunos e pelos seus conhecimentos pedagógicos, quem melhor poderá conhecer os modelos mentais destes, capacitando-o a reproduzir a sua rede semântica num hiperdocumento. Só o professor poderá prever todos os trajectos de leitura que poderão ser realizados pelo utilizador de modo que todos esses percursos façam sentido, assim como guiar e acompanhar o aluno no seu processo de aprendizagem (Bonneau, 1997b). Não esquecendo que ao criar novos ambientes de aprendizagem, o professor deve torná-los estimulantes, de modo que, os alunos se envolvam na compreensão do mundo que os rodeia (Chagas, 1996).

Por outro lado, como refere Mendes & Pereira (1996), estes novos ambientes podem representar, para o professor, instrumentos capazes de implementar estratégias de formação permitindo que cada pessoa se construa como agente educativo, confrontando-se com pensamentos, juízos, decisões e sentimentos, ou acções de um profissional mais experiente.

Tal como outros meios de aprendizagem, também o hipertexto pode ser elaborado pelo professor sem que lhe sejam exigidas grandes competências a nível tecnológico. Assim como para manipular câmaras de vídeo, leitores de cassetes-vídeo, retroprojectores, projectores de diapositivos, máquinas fotográficas, o professor deve estar na posse de algumas competências, ou seja, saber como ligar e funcionar com esses aparelhos. No caso do hipertexto, o professor não terá de conhecer linguagens de programação, tem apenas que saber utilizar programas informáticos na óptica do utilizador.

1.3. Leitura de hiperdocumentos

Para ler não basta unir letras e formar palavras. O acto da leitura é muito mais complexo do que inicialmente se possa pensar, pois consiste na compreensão do que se lê. Exige o domínio do vocabulário, a compreensão da sintaxe das frases, assim como do conteúdo do texto. Ler é o mesmo que elaborar uma interpretação que seja compatível com os dados da situação, com a tarefa a realizar e com os conhecimentos que se encontram em memória (Richard *et al.*, 1990; citados por Allal & Crahay, 1997). Este conceito de leitura é não só aplicável ao texto como a outros tipos de representação, como o som e a imagem, independentemente do tipo de suporte.

Ao inventar a palavra hipertexto, Nelson (citado por Rouet, 1998) imaginava um conjunto de documentos, escritos e/ou figurativos, interligados de uma maneira tão complexa que não pudesse ser representada no papel. Pensava que um sistema deste tipo teria um potencial importante para a educação, de modo a aumentar a variedade de opções do aluno, a possibilitar-lhe um sentimento de liberdade, aumentando a sua motivação e até as suas capacidades intelectuais.

O hipertexto, ao permitir novas formas de organização da informação modifica o significado tradicional da leitura. Nesta linha de pensamento Burbules & Callister (1996) defendem que,

uma mudança quantitativa - mudança na quantidade da informação textual a que se pode aceder, a velocidade a que se pode aceder, e o número de ligações que se pode estabelecer entre os componentes textuais discretos - pode promover uma mudança qualitativa nos processos de construção do conhecimento e aprendizagem.

No entanto, a utilização do hipertexto em ambientes de aprendizagem ainda hoje, passados treze anos, é polémica. Nem sempre o tipo de leitura não-sequencial é considerado adequado aos objetivos de aprendizagem, apesar de em algumas situações como no caso da descrição topográfica ou informacional de um museu (Nielsen, 1990; Rouet, 1998), possa ser considerada a mais adequada. Nielsen (1990) refere ser quase impossível apresentar a informação de um museu, relativamente ao que se encontra exposto nas suas diversas salas e galerias, num papel impresso, e Rouet (1998), realça que a representação hipertextual é ideal para situar escadas, salas, pisos, elevadores, na planta geral de um edifício; enquanto que a mesma representação no papel, implica uma certa ordem na escolha, provocando alguma deformação ao “linearizar” uma estrutura que é tridimensional. Quem fala da topografia de um museu, como exemplo, de uma boa aplicação hipertextual, também pode referir o planeta Terra, com toda a sua diversidade de paisagens e ambientes, cujas descrições e explicações seriam, talvez, mais facilmente expostas através deste meio de aprendizagem.

Hoje é possível, através da ligação entre todos os computadores mundiais, consultar qualquer hiperdocumento, produzido pelos utilizadores desses computadores, desde que disponibilizem a sua consulta. Este espaço hipotético onde circula a informação foi, pela primeira vez, designado por Gibson, no seu romance de ficção científica, publicado em 1984, *Neuromancien*, por ciberespaço (Lévy, 1997). Alguns heróis conseguiam entrar fisicamente nesse espaço de dados, onde era possível encontrar informações secretas. Como já muitas vezes aconteceu, principalmente, durante o século XX, a ficção científica tornou-se realidade muito mais depressa do que julgávamos. Não se pode entrar fisicamente nesse espaço, mas a informação como Gibson imaginou, tornou-se muito célere e capaz de dar a volta ao mundo em alguns segundos.

Em breve, o termo ciberespaço seria adoptado pelos inventores e utilizadores das redes de informação. O filósofo Pierre Lévy (1997) define-o como o “espaço de comunicação aberto à interligação mundial dos computadores

e das memórias informáticas” (p. 107). No ciberespaço é, hoje possível, colocar ou consultar informação, que se encontra organizada em sistemas hipertextuais, assim como comunicar, individual ou colectivamente.

Para “viajar” no ciberespaço, não basta “comprar o bilhete”, que pode custar bastante caro. Pois, para além do equipamento que é necessário ter à disposição (agora há já a possibilidade de se aceder ao ciberespaço nos chamados “cibercafés” e “ciberquiosques”), são exigidas determinadas competências que requerem aprendizagem e, cuja aquisição pode também depender da idade do indivíduo. Entende-se facilmente porque é que isto acontece. A leitura hipertextual é um tipo de leitura especial, diferente da leitura de qualquer texto clássico, em que o leitor tem necessariamente que adaptar a sua mente a um novo tipo de construção do significado. E sendo obrigado regularmente a tomar decisões, o leitor pode não achar a leitura de um hipertexto tão cómoda como a de um romance, mas por outro lado pode tornar-se muito mais aliciante.

A leitura do hipertexto, vulgarizada pelo termo “navegação”, pode ser realizada de diversos modos de acordo com os objectivos do leitor. Segundo o mesmo critério, são também atribuídas designações diferentes aos leitores. Slatin (1990), referido por Burbules & Callister (1996) e por Bonneau (1997b) distingue três tipos de leitores diferentes: os *browsers*, os *users* e os *co-authors*, que em português, poderíamos traduzir respectivamente, por: os “vagantes”, os “utilizadores” e os “co-autores”. Os “vagantes”, palavra que designa quem vagueia, são os indivíduos que exploram o hipertexto ou os hiperdocumentos de modo ocasional, levados essencialmente pela curiosidade. Este tipo de exploração, designado por Lévy (1997), pelo termo *butinage*, é típico de quem está vagamente interessado num assunto, mas que, facilmente, se inclina por outro no caso de encontrar informações mais aliciantes. Pelo contrário, os utilizadores têm uma ideia precisa sobre aquilo que procuram, ou seja, têm um objectivo que querem ver concretizado o mais rápido possível, pelo que Lévy (1997) designa o tipo de

exploração que realizam pelo termo *chasse*. Nem sempre o tipo de leitura pode ser classificado simplesmente como um ou outro dos dois atrás referidos, como é compreensível, podendo situar-se entre os dois.

O terceiro tipo de leitores do hipertexto compreende, segundo Slatin (1990), citado por Bonneau (1997b) e Burbules & Callister (1996), os *co-autores*. Trata-se de leitores mais exigentes que são, permanentemente, reconstrutores do seu saber. Quando lêem um texto clássico (por oposição ao hipertexto) sublinham, escrevem notas na margem do texto, acrescentam notas de rodapé. Num sistema hipertextual todas estas alterações podem fazer parte integrante do hiperdocumento, dando um cunho pessoal ao mesmo, desde que a sua estrutura permita este grau de interactividade.

O hiperdocumento ideal deve, segundo os autores acima citados, poder satisfazer todas as necessidades, do “vagante” ao co-autor. No entanto, isto exige um ambiente flexível em que o leitor possa adaptar o hiperdocumento ao seu nível de saber e de exigência, tornando-se difícil a produção de um documento que convenha a todos. Se, por outro lado, o professor como autor do hiperdocumento deixar todas as decisões de aprendizagem ao utilizador, pode ver gorados os objectivos da mesma.

1.3.1. Problemas na leitura dos hiperdocumentos

Os principais problemas da leitura dos hiperdocumentos, decorrem das características que os distinguem dos documentos cujo suporte é o papel. Mas o principal problema que se coloca à partida é o de saber se o utilizador sabe já como funcionar com as interfaces informáticas, ou seja, os utensílios que permitem explorar e orientar-se no hiperdocumento.

Para comunicar com o computador ou com outras pessoas através de uma rede informática, é necessária uma interface homem/máquina, isto é, o “conjunto de aplicações e equipamentos que permitem a comunicação entre o sistema informático e os seus utilizadores humanos” (Lévy, 1994, p. 224). Existem dois tipos de interfaces, as que constituem a superfície de contacto entre o computador e o utilizador, como é o caso do rato e do teclado, e as interfaces gráficas, como por exemplo, as setas de orientação, os mapas e os menus, cujo objectivo é o de facilitar a consulta dos hiperdocumentos. Estas interfaces são, segundo Dias (1994), formas de representação do modelo organizacional da informação que permitem a visualização do conteúdo e o acesso a ele. Evitam outro problema do hipertexto que é a desorientação, do qual trataremos mais adiante.

Os dois grupos de interfaces permitem fazer a ponte entre o utilizador e o sistema, compensando os inconvenientes da leitura no ecrã (Lévy, 1994) e permitindo que o sistema satisfaça e facilite os objectivos do utilizador. Por conseguinte, o utilizador terá que possuir alguma destreza sensório-motora para conseguir manipular as interfaces, principalmente, as materiais (rato e teclado). Quanto às gráficas, ou ferramentas de pesquisa (Pereira *et al.*, 1991) a sua utilização é facilitada pelo desempenho do rato. É de salvaguardar que estamos a falar dos computadores vulgares e não daqueles que já têm monitor “táctil”; porque nesse caso, as interfaces reduzem-se ao monitor e às interfaces gráficas.

A leitura destes documentos torna-se mais difícil, que a dos documentos impressos em papel, porque é feita no ecrã, o que exige mais tempo. É, por isso, necessário, tomar algumas precauções relativamente à quantidade de informação que é colocada em cada “nó”. As investigações apontam para a dificuldade que a memória humana tem em reter um certo número de elementos, igual ou superior a sete, para além do qual, “é fácil perder o Norte” (Perrault, 1997a). Acontece que os seres humanos da actualidade, não são capazes de absorver muito mais informação que os gregos de há dois mil anos, apesar de possuírem meios e objectos muito mais sofisticados (Rhéaume, 1995). As suas capacidades intelectuais submetem-se à lentidão da evolução biológica e não à velocidade do progresso tecnológico. Com as “auto-estradas da informação”, aumenta a distância entre o conjunto de informações disponíveis e a soma de informações que cada indivíduo pode absorver, tratar e utilizar para resolver os problemas da vida corrente (Chen, 1992; citada por Rhéaume, 1995). Este problema é designado por sobrecarga cognitiva e, resulta não só do excesso de informação no ecrã como da necessidade da escolha de uma sequência de leitura no hiperdocumento.

O problema da sobrecarga cognitiva não é, para Conklin (citado por Mayes *et al.*, s/d), exclusivo do hipertexto e, dá como exemplo os indivíduos que fazem da “caneta” o seu modo de vida, que têm de contar com o facto de o cérebro frequentemente, criar ideias muito mais rapidamente do que, alguma vez, as mãos podem processar, obrigando a um contínuo voltar atrás para reprocessar as ideias e reescrevê-las, porque a sobrecarga cognitiva assim o obriga. É provável que este processo seja facilitado ao substituir-se o texto clássico por um hipertexto, onde é possível colocar e mudar, em qualquer altura, todas as ideias que nos vêm à mente. Mas se estamos por um lado, a facilitar o nosso processo de escrita, estamos, por outro, a dificultar a sua leitura.

Como vimos, estes documentos podem ser mais ou menos estruturados. Sabemos que quanto menos estruturada for a informação e mais extenso for o hiperdocumento, mais dificuldades terá o leitor para se situar. Se o documento

tiver a informação organizada em rede, o leitor será frequentemente confrontado com a necessidade de escolha da sequência de leitura. E, se não tiver um objectivo definido, poderá desorientar-se, ou como é muitas vezes citado, sentir-se “perdido no espaço”.

A desorientação é um dos problemas do hipertexto mais referidos. Autores como Mayes, Kibby e Anderson (s/d) distinguem no hipertexto, dois tipos de desorientação. A primeira, designada por geográfica, é definida como o “ficar perdido no espaço”, ou seja, o não se saber em que local nos encontramos relativamente ao “resto” do hipertexto. Outros autores (Perrault, 1997a) designam este problema como a visão em túnel, ou seja, não se conhecer todo o hiperdocumento relativamente ao ponto em que nos situamos.

O outro tipo de desorientação é a conceptual. Como refere Rossignol (1998), a investigação do utilizador do hipertexto não será eficaz se ele não compreender a sua organização, a sua lógica intelectual. O leitor tem que dominar o mínimo de conhecimentos e entender a relação entre os conteúdos, para se inteirar do(s) assunto(s) de que trata o hiperdocumento, senão corre o risco de se desorientar.

Segundo Allal & Crahay (1997), para alguns autores a desorientação pode ser favorável à aprendizagem, porque obriga o utilizador a relacionar vários elementos do texto. Também para Morgado (1998) a desorientação no espaço conceptual pode considerar-se um pré-requisito necessário para aprofundar a aprendizagem, constituindo até, no caso de alunos mais experimentados, um desafio, retirando-se dela alguma vantagem.

Se por um lado, a leitura não-sequencial é conduzida através de associação de ideias, encontrando-se em maior concordância com o que possivelmente se passa nos nossos cérebros, por outro lado, exige do leitor tomadas de decisão a cada passo, daí resultando a desorientação e a sobrecarga cognitiva, problemas que se encontram muito interligados. A progressão num documento não-linear é uma actividade complexa do ponto de vista psicológico (Rossignol, 1998). É,

pois, importante que os autores dos hiperdocumentos tenham disso consciência para que sejam minimizadas as suas consequências. Anular por completo os problemas é impossível, visto que decorrem de características intrínsecas dos sistemas hipertextuais, ou seja, do facto de a leitura ser não-sequencial, de ser realizada num ecrã e de, para isso, ser necessário saber manipular as interfaces do computador.

Para minorar estes problemas, na altura da elaboração do hiperdocumento, é importante estruturar a informação de modo a satisfazer os objectivos da aprendizagem. Se for objectivo desta, uma menor estruturação da informação, é importante recorrer a vários interfaces gráficos para evitar a desorientação.

Interfaces gráficos como os menus, os mapas dos hiperdocumentos com o nome dos assuntos principais de modo que o utilizador se localize mais facilmente, os botões ou setas bidireccionais que permitem progredir ou voltar atrás de modo a percorrer o mesmo caminho, as visitas guiadas para que o leitor faça uma ideia da rede, os atalhos que são adaptações às necessidades do indivíduo, permitem evitar a desorientação e a sobrecarga cognitiva. Como refere Rouet (1998) é importante que os sistemas estejam bem adaptados às características dos seus utilizadores, em particular no que diz respeito às interfaces.

Se o documento tiver uma estrutura muito hierarquizada, não são necessárias tantas interfaces gráficas porque a consulta torna-se mais simples. De acordo com Almeida d'Eça (1998), com uma planificação muito bem estruturada, directrizes bem definidas e opções de "links" bem delineadas, é possível impedir que os alunos se dispersem prejudicando os objectivos de aprendizagem.

No entanto, há também que ter em conta a quantidade de informação que se coloca em cada "nó". E quanto às ligações entre os nós, deve-se tentar que sejam visíveis e associativas, utilizando-se a técnica de associação de ideias em que se

baseia a memória humana (Bonneau, 1997b). É importante “a identificação do tema de cada passagem, assim como de relações entre os temas, representadas por ligações do hipertexto” (Rouet, 1998). Também há a possibilidade, como vulgarmente acontece, de as ligações ficarem assinaladas com outra cor depois de terem sido activadas.

1.3.2. Vantagens do hipertexto na aprendizagem

Numa época em que uma das maiores preocupações dos agentes de ensino é a desmotivação dos alunos face à escola actual, principalmente no que diz respeito à aprendizagem e aos conteúdos disciplinares, os sistemas hipertextuais apresentam-se como meios que podem contribuir para evitar esse desinteresse que parece crescer a cada momento. Igualmente, surgem como meios capazes de permitir uma aprendizagem activa, de acordo com as mais modernas correntes da psicologia educacional e da didáctica das ciências.

Os sistemas hipertextuais incluem características de três meios de comunicação (Bencomo, 1992), anteriormente utilizados, separadamente, no ensino: a imprensa, a informática e as imagens em movimento (televisão e cinema). Como tal, transportam consigo algumas inovações que podem constituir vantagens sobre cada um desses meios por si só.

Assim, relativamente à imprensa, os sistemas hipertextuais permitem mostrar imagens em movimento, apresentam uma maior facilidade de actualização, podem ser transmitidos por redes telemáticas, facilitam a elaboração de cópias individuais, exigem menos espaço físico e podem ser compartilhados por mais que um utilizador. Através deles, é possível publicar informação para o público em geral, na tradição dos livros e dos jornais, com a diferença de que, neste caso, qualquer pessoa pode fazê-lo desde que tenha o equipamento informático necessário.

Comparativamente aos outros sistemas computacionais, os sistemas hipertextuais têm a vantagem de a sua estrutura estar mais vocacionada para o utilizador, na medida em que não são necessários conhecimentos especiais de programação para construir estruturas complexas, sendo a sua utilização relativamente simples (Pereira *et al.*, 1991). Com a progressiva evolução

tecnológica, que se tem registado nos últimos anos, a facilidade de elaborar e explorar hiperdocumentos tende a aumentar.

Ao contrário da Televisão e do Cinema e, em conformidade com os outros sistemas computacionais, os sistemas hipertextuais, introduzem na aprendizagem uma dimensão operatória, que é consequência da manipulação, que os jovens pensam, frequentemente, estar separada dos saberes conceptuais. Na manipulação das interfaces do computador (rato, teclado, ecrã) que permite a exploração de um hiperdocumento, é concretizada a união entre o saber prático e o saber teórico, ou seja, e parafraseando Charlier (1997), entre actividades de primeira ordem (saberes operatórios) e actividades de segunda ordem (saberes conceptuais). Este autor realça a capacidade que estes sistemas apresentam para introduzir uma forma de aprendizagem pela acção e pela intervenção sobre o mundo, contrariando o que habitualmente se restringe à leitura, à análise ou à compreensão de uma representação do mundo.

Tendo sido criado como uma tentativa de reprodução do raciocínio humano, como “uma analogia entre os modelos de representação do conhecimento ao nível da memória humana e o modelo de estruturação e representação da informação” (Gomes, 1996), o hipertexto é considerado por Lima & Maenza (1994) como um recurso que possibilita uma melhoria no processo de ensino pois focaliza a atenção nas relações entre ideias, facilitando a memorização e a formação de conceitos. Com efeito, os hiperdocumentos são constituídos por unidades de informação que se ligam por afinidade de conteúdos e ideias, permitindo uma exploração livre de acordo com as opções e conhecimentos do leitor. É possibilitado ao explorador, um maior controlo sobre o seu processo e ritmo de aprendizagem, à medida que vai construindo o seu próprio percurso (Gomes, 1996).

Os nós são a essência do hipertexto e, como tal, representam um modo muito adequado de habituar os alunos a estabelecer relações entre os conteúdos. A capacidade de relacionar muitas coisas entre si contribui para o desenvolvimento

do pensamento crítico, o que pode ser uma das grandes vantagens do hipertexto, já que este permite a apresentação e consulta de aspectos diferentes de um mesmo assunto ou de ideias opostas de escolas rivais sobre um determinado assunto. Uma das componentes do pensamento crítico, que pode ser posta em prática através de hiperdocumentos, consiste no hábito de procurar as diversas causas responsáveis por um único fenómeno ou acontecimento e, avaliar o seu peso relativo (Landow, 1995).

Para que o leitor adquira facilidade de leitura não-sequencial que lhe permita saber investigar e elaborar monografias, pode iniciar-se na leitura hipertextual, particularmente aplicável segundo Landow (1995), a textos científicos e humanísticos, proporcionando-lhe a capacidade de relacionar diversos assuntos. Também para Beeman *et al.* (1987, citado por Wei, 1991) o hipertexto é mais vantajoso na promoção de raciocínios não-lineares.

Segundo Landow (1995), a leitura deste tipo de textos exige que o leitor abandone frequentemente, o texto principal e investigue as notas de rodapé, as referências bibliográficas ou tipo de dados como tabelas e gráficos. Ainda segundo este autor, os sistemas hipertextuais proporcionam uma maneira rápida de aprender diferentes aspectos da “cultura” de uma disciplina, como as suas estratégias e o seu vocabulário. Mas também podem facilitar a visão das relações entre uma determinada disciplina e outras. Esta ideia é igualmente corroborada por Wei (1991) quando afirma que os utilizadores do hipertexto são obrigados a pensar de forma holística.

Outra das características do hipertexto que pode representar um contributo para a aprendizagem, relativamente a outros meios, é a interactividade. Apesar deste conceito variar de autor para autor acreditamos que se trata da participação activa do utilizador numa troca de informação (Lévy, 1997), em que este, em vez de se reduzir à figura de simples receptor, passa a ter um papel interveniente. No entanto, há vários graus de interactividade nos diversos meios de comunicação,

dependentes das suas características. Assim, segundo Lévy (1997), a interactividade depende da linearidade da mensagem e da possibilidade desta ser modificada em tempo real, da interrupção e reorientação do fluxo informacional em tempo real e, da intervenção do participante na mensagem. Como o hipertexto é sempre não linear, consideramo-lo um meio interactivo que, pode ter graus distintos de interactividade. Quanto menos hierarquizado for mais interactivo se torna, porque deixa mais liberdade ao leitor de escolher o seu percurso. A sua interactividade também poderá aumentar se se tratar de um hiperdocumento aberto ou seja, passível de ser modificado pelo utilizador, em que este se assume como co-autor.

A interactividade do hiperdocumento poderá ser responsável por um incremento da motivação para a aprendizagem. O aluno passa a deter maior controlo sobre o seu próprio processo de aprendizagem, aumentando a sua autoconfiança ao mesmo tempo que, assume um papel mais activo na construção dos seus conhecimentos (Gomes, 1996). Há, no entanto, que pesar as vantagens e desvantagens de um documento aberto e passível de ser modificado pelo utilizador, na concepção do hiperdocumento, porque quanto mais aberto for, mais problemas poderá provocar no decorrer da aprendizagem.

A estrutura não-sequencial do hipertexto permite criar diferentes níveis de aprendizagem (Park, 1991), que podem ser escolhidos pelo aluno de acordo com os seus conhecimentos prévios ou indicados pelo professor com base num possível diagnóstico dos conhecimentos do aluno. Permite igualmente a inclusão de sub-tarefas como parte de tarefas globais, assim como adaptar a informação aos estilos individuais de aprendizagem de acordo com as conclusões do estudo de Stanton & Stammers, descrito por Morgado (1998). Aqueles que quiserem aprofundar os seus conhecimentos em determinados assuntos terão oportunidade de deixar-se levar pela curiosidade e opções pessoais. Simultaneamente, os estudantes mais avançados poderão, quando necessitarem, rever os conceitos mais básicos para cimentar os seus conhecimentos.

Os sistemas hipertextuais também podem ser utilizados como ferramenta para facilitar a produção e organização de ideias (Halasz, 1988; citado por Park, 1991). Ao modificarem ou ao produzirem o seu hiperdocumento, os alunos têm que analisar e organizar os seus conhecimentos, do que pode resultar uma maior compreensão do tema em estudo (Jonassen, 1999a).

Como já anteriormente referimos, o hipertexto, ao permitir estabelecer um número ilimitado de ligações (Pfaffenberger, 1997), possibilita a representação de conteúdos, em que seja necessário e proveitoso à aprendizagem, manter as relações entre os conceitos tal como se apresentam no mundo real. É o caso de uma planta topográfica (Rouet, 1998) ou de uma estrutura cristalina, ou ainda da disposição e limites das placas tectónicas da Terra. As relações entre os elementos mantêm-se possibilitando, ao leitor, a escolha do percurso de acordo com as suas opções pessoais.

Os hiperdocumentos podem conter exemplos concretos da vida “real” que assumem uma manifesta importância para aumentar a motivação e a concentração dos alunos por períodos mais longos (Almeida d’Eça, 1998). Também deste modo, a aprendizagem é integrada no mundo que existe para além da sala de aula e da escola. Como é referido por Mendes & Pereira (1996), a aprendizagem no mundo real não acontece de forma pré-organizada e linear e, desta forma, os sistemas hipertextuais fornecem ambientes similares próximos dos que existem na realidade, ou seja, ambientes complexos e com vários tipos de representações que permitem uma exploração livre, sem caminhos pré-determinados para atingir objectivos prévios.

2. As teorias da aprendizagem e a tecnologia hipertexto

Apesar de o conceito de hipertexto ter sido definido, pela primeira vez, nos anos sessenta, só vinte anos mais tarde entrou nas escolas. Inicialmente, apenas nas escolas dos Estados Unidos da América, onde se verifica uma das mais elevadas taxas de ocupação de computadores por sala de aula. Foi por esta altura que se iniciaram as investigações sobre as consequências do hipertexto no processo de ensino/aprendizagem, e que este passou a ter o estatuto de tecnologia educativa.

O conceito de *tecnologia educativa* é posterior ao de meio audiovisual e é considerado mais abrangente do que este, pois pressupõe já a sua aplicação ou utilização em ambientes de aprendizagem. Na opinião de Silva (1998), estão associadas à expressão tecnologia educativa, duas ideias, a de design pedagógico e a de processo de comunicação, em que são valorizadas as contribuições provenientes de diversas correntes disciplinares, passando pelas ciências, a psicologia e a comunicação. Como as teorias associadas a estas disciplinas e à sua aplicação ao ensino, foram, ao longo do século XX, sofrendo modificações, o mesmo se passou quanto aos pressupostos da utilização destas tecnologias na sala de aula.

Quando apareciam novas tecnologias, como a televisão, os diapositivos, os computadores, estas eram vistas apenas, como ajudas à aprendizagem, para após algum tempo ganharem algum relevo, transformando-se em autênticos meios pedagógico-didáticos, utilizados numa primeira fase apenas para motivar os alunos, à qual sucedia uma outra de maior preocupação, mais enquadrada por teorias de aprendizagem e tendo por finalidade a concretização de objectivos educacionais mais vastos.

A introdução dos hiperdocumentos na sala de aula, constitui provavelmente,

o mais recente capítulo, de um longo processo de introdução de tecnologias educativas nas escolas, constituído por várias etapas sustentadas por distintas teorias de aprendizagem. A evolução conjunta das tecnologias e das teorias da aprendizagem, permitiu que nos anos oitenta, os hiperdocumentos fossem valorizados como uma nova e diferente tecnologia educativa. São as teorias cognitivistas/construtivistas que, como iremos explicar, melhor fundamentam a sua utilização em novos ambientes de ensino/aprendizagem. No entanto, não nos limitaremos a descrever estas teorias mas também as que as precederam e, que tiveram um papel importante neste processo evolutivo.

2.1. Modelos pedagógicos empiristas/behavioristas

Face ao acumular de anomalias e críticas ao ensino transmissivo, baseado essencialmente na exposição oral do professor, e de algumas sugestões de mudança, no final dos anos cinquenta, nos Estados Unidos da América, surgiram, particularmente na Didáctica das Ciências, “modelos pedagógicos intuitivos de índole sensorial” (Santos & Praia, 1992). As áreas disciplinares que mais contribuíram para o aparecimento deste novo tipo de modelos de aprendizagem foram a Epistemologia e a Psicologia. Por um lado, o empirismo e por outro a corrente psicológica dominante, ou seja, o behaviorismo, constituíram-se como alternativas ao tipo de ensino ministrado na época.

2.1.1. Modelos empiristas

O surgimento destes modelos decorreu devido ao desfasamento entre os conteúdos e métodos de ensino vulgarmente utilizados na época e os rápidos avanços da sociedade tecnológica/industrial, cujo principal exemplo é o lançamento da cápsula espacial soviética Sputnik, em 1957 (Santos, 1991). As críticas ao modelo de ensino predominante na época, o ensino transmissivo, levaram às reformas curriculares que tiveram lugar em vários países, com início nos Estados Unidos da América, durante os anos sessenta e setenta (*ibidem*).

Embora se tenham desenvolvido vários projectos curriculares, dentro das várias disciplinas científicas, podem-se identificar algumas características comuns aos diversos projectos. Estes caracterizavam-se, principalmente, por disporem os factos à disposição dos alunos e pretenderem que da impressão sensorial dos mesmos, os alunos adquirissem os dados necessários à obtenção das ideias desejadas (Santos & Praia, 1992). No âmbito destes modelos, a sala de aula seria um local onde se produzia ciência, em que o aluno era o produtor, enquanto o professor desempenhava o papel de mediador do processo (Santos, 1991). Pretendia-se que os alunos aprendessem por descoberta, ou seja, por “conta própria, qualquer conteúdo científico a partir da observação” (*ibidem*, p. 48). Os trabalhos experimentais baseavam-se essencialmente na percepção sensorial, e inseriam-se num contexto metodológico que considerava o processo do ensino das ciências como sendo similar ao processo da produção do conhecimento científico.

De acordo com Santos & Praia (1992), estes modelos supunham que a inteligência era uma tábua rasa onde progressivamente se inseriam os dados obtidos sensorialmente, numa perspectiva empírica do ensino das ciências. O empirismo defende que todo o conhecimento tem como fundamento a experiência, ou seja, a observação de factos que por sua vez, conduz às ideias.

2.1.2. Modelos behavioristas/Reflexos para o Ensino das Ciências

A ideia de uma aprendizagem como resultado de uma acumulação de associações estímulo-resposta, encontra-se na base do ensino programado e das antigas “máquinas de ensinar” de Skinner. Foi em meados da década de 50 que surgiu este tipo de aprendizagem, como resposta, por um lado às contestações crescentes ao ensino transmissivo, e também face ao optimismo que se fazia sentir em relação aos meios audiovisuais e técnicas comunicativas implícitas que “modificavam substancialmente o processo de ensino/aprendizagem” (Silva, 1998, p. 36), do que resultou um pretexto para a introdução dos computadores na sala de aula.

As reflexões e os estudos de Skinner sobre o comportamento dos animais, levaram-no a admitir que os problemas com que nos confrontamos no quotidiano só podem ser resolvidos mediante intervenções sobre o comportamento humano. Seria o caso da aprendizagem que, para ser melhorada necessitava do controlo cuidadoso do reforço dos comportamentos desejados. Estabelece então o ensino programado, cujo instrumento principal, o programa, “é um exemplo de material didáctico que inclui um método preciso e implica (...) um sistema de ensino apoiado num modelo tecnológico de aprendizagem” (Silva, 1998, p. 36). Especifica Skinner [citado por Silva, 1998], que

a estruturação do ensino programado deve ter em atenção que cada aluno: a) deve trabalhar individualmente; b) trabalhar com o seu próprio ritmo; c) por pequenos passos; d) cada passo deve estar integrado numa sequência cuidadosamente estabelecida; e) que o aluno deve responder activamente a cada um dos passos; f) que o aluno deve ser imediatamente informado da pertinência da sua resposta (p. 37).

Para além de se apresentarem como infalíveis, os computadores tinham a vantagem de nunca se perturbarem nem “de perderem a paciência” e, segundo os seus autores, de permitirem uma resposta rápida ao desempenho do aluno, provocando um incremento na sua motivação.

Durante as décadas de sessenta e setenta, começou-se a registar alguma insatisfação face à falta de concretização das expectativas criadas em relação aos resultados da implementação dos novos currículos das disciplinas de ciências que aplicavam modelos empiristas (Santos, 1991). Foram então apontadas algumas críticas, como por exemplo:

- A imagem empirista/indutivista da construção do conhecimento científico em que é exacerbado o método científico, defendido por Francis Bacon, séculos antes. Através deste método, o aluno acreditava que estava a trabalhar como um cientista.
- O aluno ficava com a ideia de que qualquer um podia chegar ao conhecimento científico desde que aplicasse este “método científico”, que partia da observação para os factos - método indutivo.
- Havia um impedimento do desenvolvimento de estratégias dirigidas para “aprendizagens de competências do pensar” (*ibidem*).
- A ciência era vista como um conjunto de factos que não se relacionam, em que os estudantes não se sentiam estimulados a escolher a informação pela sua relevância ou consistência, nem sentiam que existia uma relação entre o que já sabiam e o que iriam aprender (Burbules & Linn, 1991).

Apesar de todas estas críticas, Santos (1991) realça alguns aspectos positivos no modelo empírico, considerando-o como uma etapa importante do processo evolutivo do ensino das ciências. Esta autora (*ibidem*) não deixa por isso de referir como positiva a “deslocação de um corpo de conhecimentos para os processos de os adquirir” (p. 50) assim como a deslocação das competências da

memorização para as competências do pensar, embora restringindo-se à simples interpretação de factos. Também Campanario & Moya (1999) dão destaque à atenção prestada neste modelo a um aspecto do trabalho científico que tinha sido esquecido no modelo de ensino tradicional: o aprender a descobrir. A importância deste aspecto é colocada em foco quando Burbules & Linn (1991) referem que os estudantes devem pôr em prática os processos científicos para que os entendam, porque compreendem melhor os métodos utilizados na investigação científica quando participam directamente nas actividades como elementos de um grupo de discussão.

Também ao behaviorismo foram apontadas algumas limitações como por exemplo, a importância dada aos comportamentos externos e aos resultados finais em detrimento dos processos intrínsecos da aprendizagem, a divisão desta em subtarefas que impede a visão global da aprendizagem, o relegar para segundo plano, do contexto e da situação de aprendizagem. Há no behaviorismo, na opinião de Santos & Praia (1992), uma deslocação do centro da aprendizagem do professor para o aluno e de conteúdos para comportamentos observáveis e mensuráveis. O professor passa a preocupar-se com o alcance de comportamentos apropriados nos alunos. Esta perspectiva originou a *pedagogia por objectivos*, em que estes são definidos muito especificamente e em termos de comportamentos desejados. Através desta linha de pensamento é dada muito mais importância ao conhecimento a aprender, que “deve ser construído peça por peça, através da fragmentação dos seus componentes” (Jacobs, 1992), do que ao contexto em que ocorre a aprendizagem. Este tipo de pedagogia considera os alunos como fazendo parte de uma população homogénea, sem se preocupar com as suas eventuais diferenças cognitivas e psicológicas nem com o contexto de aprendizagem.

Pese embora todas as críticas que têm sido dirigidas a este modelo, as ideias de Skinner também tiveram a sua relevância na medida em que este investigador foi pioneiro na aplicação das teorias da psicologia da aprendizagem à utilização dos computadores. Inclusivamente, ainda há, por isso, quem, fundamentado nas suas teorias, elabore programas informáticos que nelas se baseiam, como é o caso,

segundo Bartolomé (1999) dos programas tutoriais, de exercícios, e dos livros multimédia. São programas em que o utilizador pode aprender conceitos e praticar actividades que confirmam ou reforçam a aprendizagem.

2.2. Modelos pedagógicos cognitivistas

Das críticas ao ensino baseado em modelos empiristas/behavioristas, emergiram modelos pedagógicos orientados por uma perspectiva epistemológica racionalista, pondo em causa qualquer tipo de observação neutra e espontânea. Os modelos pedagógicos cognitivistas de raiz construtivista, defendem que para observar, não basta a percepção, realçando a necessidade de um enquadramento teórico que oriente a observação (Santos & Praia, 1992). Numa perspectiva racionalista, não são os factos que dão significado às teorias mas, pelo contrário, são as teorias que conferem significado aos factos (Santos, 1991).

Os psicólogos cognitivistas tentaram preencher as lacunas que poderiam ser provocadas por um ensino tipicamente behaviorista. Ao contrário de Skinner e seus seguidores, estes psicólogos não relevam o comportamento, mas os processos mentais e estruturas do conhecimento, que consideram como os únicos responsáveis pelos diversos comportamentos humanos. Interessam-se pela mente e pelo seu funcionamento, o processamento e organização da informação, a interacção do novo conhecimento com o que já existe. Em resumo, interessam-se pela compreensão do processo de aprendizagem, preocupando-se com o modo como os indivíduos aprendem e como melhorar a aprendizagem, tendo em conta o seu contexto e as características do próprio indivíduo.

2.2.1. Cognitivismo/ Reflexos para o Ensino das Ciências

Um dos principais objectivos da psicologia cognitiva é a compreensão dos processos envolvidos no decurso dos processos mentais. Muitos dos psicólogos cognitivistas defendem o modelo do processamento de informação, referindo que os variados processos cognitivos ocorrem entre a apresentação de um estímulo e a consequente resposta, durante os quais a informação sofre variadas transformações para que seja executada a tarefa exigida (Eysenck, 1995). Este modelo baseia-se na analogia entre o funcionamento do cérebro humano e a de um computador embora tendo em conta que a do primeiro é muito mais complexa que a do segundo. Como refere Dias (1993), a mente humana “não se limita a transmitir a informação, codifica-a, transforma-a, isto é, constitui o próprio sistema de processamento de informação”. Neste sentido, diversas teorias “reflectem a presença implícita ou explícita das características do hardware” como é o caso dos modelos de memória a curto prazo e longo prazo e da memória semântica (Dias, 1993).

Alguns dos modelos cognitivistas de aprendizagem, são orientados para a organização do conhecimento na memória humana, como é o caso da teoria dos modelos mentais de Johnson- Laird, a teoria dos esquemas de Bartlett, a teoria das redes semânticas e a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel.

No contexto de modelos de aprendizagem cognitivistas, o método científico como era entendido numa perspectiva empirista, deixa de fazer sentido. O método científico deixa de ser único e linear e o seu principal objectivo também se modifica. Numa perspectiva cognitivista e racionalista, o cientista, como o aluno,

não é um mero observador da Natureza (Santos & Praia, 1992), é alguém que poderá já ter concepções prévias do assunto em estudo.

Não se trata nestes modelos de erradicar o trabalho experimental, no entanto, este deverá ser abordado tendo em conta a teoria que o suporta, tanto mais que os estudantes devem entender os processos necessários à construção da ciência (Burbules & Linn, 1991). Também a discussão em grupo é apontada pelos psicólogos cognitivistas como uma forma dos alunos entenderem os processos de construção da ciência e de construírem os seus conhecimentos (*ibidem*). É a partir da concepção de que a aprendizagem é um processo intrínseco a cada indivíduo que, em meados dos anos oitenta, se desenvolveu o movimento construtivista.

Um dos aspectos que se revela de particular importância no ensino das ciências e que foi posto em destaque por alguns dos psicólogos cognitivistas (Ausubel, Bruner, Gagné) foi a aquisição de conceitos. Citando os trabalhos de Bruner sobre a aquisição de conceitos, Otero (1985) destaca a importância da categorização ao reduzir a complexidade do assunto em estudo evitando que o aluno tenha que abordar objectos ou acontecimentos individuais, ao organizá-los em classes. Ainda segundo a opinião deste autor, a aquisição de conceitos científicos só pode ocorrer a partir das interrelações entre os diversos conceitos e nunca apenas a partir da definição do conceito. Em suma, e contrariamente ao que era defendido nos modelos anteriores, os psicólogos acima citados, de índole cognitivista, realçam a importância no ensino das ciências, da inter-relação e da organização na aprendizagem de conceitos.

2.2.2. Construtivismo

O construtivismo não engloba apenas uma mas várias teorias, principalmente no campo da Psicologia da Aprendizagem e do Desenvolvimento Cognitivo. Mas, o construtivismo é também uma forma de interpretar a construção do conhecimento que se preocupa com o modo como o conhecimento é adquirido, construído e modificado, abarcando assim, todas as áreas do saber.

Numa perspectiva construtivista, o conhecimento deixa de ser o resultado de um simples processamento de informação, em que o cérebro é comparado a uma máquina, para se transformar em algo mais complicado, cuja construção não depende só da percepção do indivíduo mas também das suas emoções, das suas crenças, dos seus conhecimentos anteriores, do contexto em que é adquirido; em suma, é um processo idiossincrático.

Partindo então da ideia do conhecimento como uma construção individual e intrínseca a cada indivíduo, é necessário que o papel do professor seja fundamentalmente o de orientador do processo de ensino/aprendizagem. Caber-lhe-á o papel de seleccionar ou produzir os materiais pedagógicos que permitam que cada aluno, com as suas representações e toda a sua experiência prévia, com a sua ajuda, construa o seu conhecimento, por conflito interno, auto-reflexão e reestruturação de ideias.

Foram vários os psicólogos cognitivistas/construtivistas como Piaget, Kelly, Ausubel, Bruner, Vygotsky, que manifestaram preocupação e desenvolveram teorias da aprendizagem, no entanto, a teoria que, segundo Moreira (1998, p. 35) apresenta “explicitamente, directrizes instrucionais, princípios e estratégias que se podem vislumbrar mais facilmente como pôr em

prática” é a teoria original de Ausubel, mais tarde desenvolvida por Novak. O psicólogo cognitivista Ausubel, preocupou-se com a forma como os conhecimentos novos vão interagir com os conhecimentos que o aluno já possui, afirmando (Ausubel, 1980) ser necessário, no início do processo de aprendizagem investigar o que aluno já sabe. Para além disso, a teoria de Ausubel também destaca a importância do modo como os conhecimentos se organizam na mente humana - estrutura cognitiva-, para que ocorra a aprendizagem significativa. A propósito da organização do conhecimento na memória, Eysenck (1995) refere que quanto maior for essa organização, mais fácil será o acesso, posterior, ao conhecimento.

2.2.2.1. Teoria da Aprendizagem Significativa

Entenda-se por aprendizagem significativa, o tipo de aprendizagem que é realizado quando o novo conhecimento é incorporado na estrutura cognitiva através de uma relação não arbitrária e substantiva (Ausubel *et al.*, 1980). O que o aluno já sabe constitui a sua estrutura cognitiva, que é formada por um conjunto de proposições e conceitos interrelacionados. A não-arbitrariedade implica que o material potencialmente significativo se relaciona de maneira não-aleatória com os conhecimentos prévios, especificamente relevantes, denominados subsunçores, que fazem parte da estrutura cognitiva do aluno. Novas ideias, conceitos, proposições, podem ser aprendidos significativamente se outras ideias, conceitos e proposições, especificamente relevantes e inclusivos estiverem claros e disponíveis na estrutura cognitiva do aluno e, possam servir como pontos de “ancoragem” aos primeiros (Moreira, 1998). A substantividade indica que, o que é incorporado na estrutura cognitiva é a substância, o significado, do novo

conhecimento, das novas ideias, e não as palavras precisas aplicadas para expressá-lo.

No caso da não existência de subsunçores, ou seja, de conceitos na estrutura cognitiva do aluno que sirvam de pontes cognitivas para o novo conhecimento, é necessário apresentar, ao aluno, materiais introdutórios, denominados organizadores prévios, que permitam estabelecer relações entre o novo conhecimento e alguns conhecimentos específicos e relevantes que existam na sua estrutura cognitiva (Novak, 1997). Os organizadores prévios podem também servir para encontrar na estrutura cognitiva do aluno, significados que existem mas que não são utilizados há muito tempo e que, por isso, o aluno tem dificuldade em relacionar com o novo conhecimento. Nas disciplinas de ciências, ao não se efectuar uma ligação adequada entre as novas ideias e os seus conhecimentos prévios, estes passam a coexistir com os primeiros, impedindo a sua adequada aprendizagem (Otero, 1985).

Ao contrário das outras teorias construtivistas, que defendem que a aprendizagem de novos conhecimentos implica o desenvolvimento de novas estruturas cognitivas, Ausubel afirma que a estrutura cognitiva ou seja, os conhecimentos prévios já existem. Sofrem apenas uma reorganização, que conduz à assimilação dos significados novos e velhos, resultante da interacção ocorrida entre o novo material e a estrutura cognitiva existente (Ausubel *et al.*, 1980). Para que o aluno assimile o novo conhecimento é necessária uma negociação de representações ou de significados da experiência, que o professor deve realizar com cada aluno (Valadares & Graça, 1998).

O conceito de aprendizagem significativa, segundo Ausubel *et al.* (1980) pressupõe que o aluno manifeste disposição para relacionar, de forma não-arbitrária e substantiva, o novo material com a sua estrutura cognitiva, e que o material aprendido seja potencialmente significativo. Isto quer dizer que mesmo que uma proposição ou conceito seja potencialmente significativo, se a intenção,

do aluno for memorizá-los de forma arbitrária e literal, tanto o processo como o produto da aprendizagem serão mecânicos. O material de aprendizagem é significativo, quando se relaciona, de modo não arbitrário, com as ideias especificamente relevantes como são, os exemplos, os casos especiais e as generalizações.

A segunda condição para que o material seja potencialmente significativo, é apresentar com a proposição ou com o conceito, uma relação substantiva. É o mesmo que dizer que a aprendizagem significativa não está condicionada ao uso exclusivo de determinadas representações, proposições ou conceitos particulares. Um mesmo conceito ou proposição pode ser designado por termos sinónimos, o que interessa é a compreensão do seu significado.

Ao tipo de aprendizagem significativa, Ausubel opôs a aprendizagem memorística ou mecânica, em que os significados adquiridos podem ser também incorporados na estrutura cognitiva, mas de modo arbitrário e não substantivo. Desta forma, os novos conhecimentos são simplesmente memorizados sem interagirem com as ideias já existentes na estrutura cognitiva.

Para que um aluno aprenda significativamente um conteúdo é necessário, que o mesmo tenha significado lógico, ou seja, que esteja organizado de modo não-arbitrário, que o aluno disponha dos subsunçores adequados para transformar o significado lógico em psicológico e que se predisponha psicologicamente a relacionar de modo substantivo e não- arbitrário o novo material, potencialmente significativo, com a sua estrutura cognitiva (Valadares & Graça, 1998).

O caso mais simples de aprendizagem significativa é a aprendizagem representacional que não é mais do que aprender símbolos individuais ou o que eles representam. A aprendizagem de conceitos é um caso especial da aprendizagem representacional (Moreira, 1998), pois os conceitos também podem ser representados por símbolos individuais que, neste caso, são representações

genéricas ou de categorias. A aprendizagem proposicional diz respeito à aprendizagem dos significados de ideias expressos por grupos de palavras combinadas em proposições ou sentenças.

Em ambos os tipos de aprendizagem, representacional e proposicional, a informação nova liga-se a aspectos relevantes da estrutura cognitiva, de forma que conceitos e proposições potencialmente significativos ficam “subsumidos” ou subordinados a ideias mais abstractas, gerais e inclusivas (os subsunçores) (Moreira, 1998). A este tipo de aprendizagem significativa é aplicado o adjetivo *subordinada*, e revela que a estrutura cognitiva tende a organizar-se de forma hierárquica em relação ao nível de abstracção, generalização e abrangência das ideias. Mas o aluno pode aprender um conceito ou proposição que seja mais abrangente que os que já existem na sua estrutura cognitiva e que, por isso, passe a subordinar ou a “subsumir” esses conceitos e proposições. Este tipo de aprendizagem, que é menos comum que a subordinada designa-se por aprendizagem significativa *superordenada*.

Há, no entanto, conceitos novos que não podem ser subordinados nem superordenados em relação a outros já existentes na estrutura cognitiva do aluno, “não são relacionáveis a ideias relevantes particulares da estrutura cognitiva” (*ibidem*, p. 50), contudo, a sua compreensão resulta da combinação entre conceitos ou proposições que já fazem parte da estrutura cognitiva do aluno. Este tipo de aprendizagem, foi designado por Ausubel *et al.* (1980), por aprendizagem significativa *combinatória*. Referindo-se a este tipo de aprendizagem, Moreira (1998) menciona que:

segundo ele [Ausubel], generalizações inclusivas e amplamente explanatórias tais como as relações entre massa e energia, calor e volume, estrutura genética e variabilidade, oferta e procura requerem este tipo de aprendizagem (p. 22).

A aprendizagem de conceitos ou proposições por este processo é

reconhecida, por Ausubel *et al.* (1980), como sendo mais difícil do que por aprendizagens subordinadas ou superordenadas, no entanto manifestam a “mesma estabilidade interna”(p. 50) na estrutura cognitiva. A sua importância também é reconhecida pelo mesmo autor, na aprendizagem de muitas generalizações novas em diversas áreas disciplinares, e especialmente, na aprendizagem de conceitos científicos.

Durante a aprendizagem significativa, ocorrem dois processos que se encontram intrinsecamente relacionados: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Dá-se a diferenciação progressiva quando um novo conhecimento é submetido a um conceito ou proposição que já faça parte da estrutura cognitiva, após o que o novo conhecimento é aprendido, provocando modificações no conceito ou proposição inclusiva. O processo de inclusão pode ocorrer uma ou mais vezes, provocando a diferenciação progressiva do conceito ou proposição que inclui novos conhecimentos. Quando isto acontece no decurso da aprendizagem superordenada ou da combinatória, a nova informação que é adquirida, faz identificar e relacionar as ideias da estrutura cognitiva, que por sua vez sofrem uma reorganização adquirindo um novo significado (Ausubel *et al.*, 1980). É a esta recombinação dos elementos existentes na estrutura cognitiva que se chama reconciliação integradora. Este processo é particularmente importante dada a existência de termos com significados diferentes em diversas áreas disciplinares, que podem provocar alguma confusão na mente dos alunos. É frequente os professores confrontarem-se com dificuldades apresentadas pelos alunos, causadas por diferentes abordagens em áreas disciplinares distintas, quanto ao significado de um conceito. Isto porque em cada disciplina não é, em geral, feito o levantamento das concepções prévias dos alunos nem a reconciliação integradora relativamente ao significado que a área disciplinar exige. De acordo com esta perspectiva teórica, o aluno deverá fazer a diferenciação progressiva da sua estrutura cognitiva de modo a reorganizar os seus conhecimentos.

Para além do exemplo dado, em que o aluno não compreende que um termo pode ter significados diferentes conforme o domínio disciplinar em causa, há também outro aspecto importante que ocorre frequentemente nos currículos actuais das disciplinas de ciências. Estes currículos encontram-se organizados de acordo com o pressuposto de Bruner (1998), de que “qualquer tema pode ser ensinado de uma forma intelectualmente honesta a qualquer criança, em qualquer estágio de desenvolvimento” (p. 51), possuindo a denominada “estrutura em espiral” que implica que, ao longo dos currículos dos ensino básico e secundário alguns assuntos sejam abordados com um grau de complexidade sucessivamente superior. Seria pois, importante que cada vez que se voltasse a um conceito já aprendido, se averiguasse o que o aluno já sabe (Ausubel *et al.*, 1980) sobre o mesmo, para que só depois fosse introduzida nova informação, que por sua vez, irá provocar a reorganização da estrutura cognitiva e a reconciliação integradora a que se deverá seguir uma nova diferenciação progressiva. Todos estes processos cognitivos devem ser acompanhados pelo professor. Como todo este processo, não é levado até ao fim, na maioria das vezes, por contrariedades várias, como a extensão das turmas por exemplo, o aluno acaba por ficar com a ideia que tinha inicialmente sobre o conceito, ou com outra mais ou menos distorcida, porque não houve uma alteração no significado atribuído ao conceito.

Parece-nos existir nos processos de reconciliação integradora e diferenciação progressiva de Ausubel, algumas ideias comuns às do célebre psicólogo russo, esquecido pelo Ocidente durante cerca de trinta anos, Vygotsky. Como é referido por Moreira (1998):

a atribuição de significados às novas informações por interacção com significados claros, estáveis e diferenciados já existentes na estrutura cognitiva, que caracteriza a aprendizagem significativa subordinada, ou emergência de novos significados pela unificação e reconciliação integradora de significados já existentes, típica da aprendizagem superordenada, em geral não acontecem de imediato. Ao contrário, são

processos que requerem uma troca de significados, uma “negociação” de significados, tipicamente vygotskyana (p. 27).

A negociação de significados, presente na teoria de Ausubel, é um processo de interacção social que permite, com a “ajuda” de outros (professores e materiais didácticos) que possuem um nível de conhecimento mais avançado, a facilitação da aprendizagem significativa por parte do aluno. Vygotsky recomenda que “a boa aprendizagem (ou bom ensino) deve operar sobre os níveis superiores da ZDP (Zona de Desenvolvimento Potencial), quèr dizer, sobre aquelas conquistas de desenvolvimento ainda em aquisição e somente conseguidas em colaboração com outro” (Baquero, 1998, p.99). Por Zona de Desenvolvimento Potencial, Vygotsky (1998) entende

a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (p.112).

Como facilmente se depreende, a teoria de Vygotsky é uma teoria de desenvolvimento cognitivo em que a aprendizagem é o principal motor desse desenvolvimento. Mas os processos de desenvolvimento para Vygotsky (1998) não coincidem com os processos de aprendizagem, pois progridem de forma mais lenta que estes, daí resultando as zonas de desenvolvimento potencial.

Em jeito de resumo, e relacionando as principais ideias destes dois psicólogos cognitivistas, Ausubel e Vygotsky, sobre aprendizagem significativa, interessa-nos destacar as seguintes concepções:

- A aprendizagem é o motor do desenvolvimento, por isso será benéfico para o aluno que o nível de aprendizagem exigido esteja sempre um pouco acima do seu desenvolvimento cognitivo;
- A par disto, a aprendizagem deve ser organizada, e ser sucessivamente mais complexa (ideia também defendida por Bruner);
- Ideias novas devem ser integradas no conhecimento anteriormente adquirido pelo aluno (a sua estrutura cognitiva);
- Quando ideias novas são integradas na estrutura cognitiva, é necessário reorganizar os conhecimentos já adquiridos – reconciliação integradora e com algum tempo, fazer a sua diferenciação progressiva, para consolidar todo o conhecimento.
- Para aprender a realizar este novo processo de reconciliação integradora, o aluno necessita da ajuda de outros elementos que estejam num nível de desenvolvimento cognitivo acima do seu, daí a importância da Zona de Desenvolvimento Potencial, que podem ser protagonizados pelo professor ou por materiais didáticos bem adaptados à situação e contexto de aprendizagem.

Este conjunto de concepções constituiu um dos referenciais teóricos para o desenvolvimento do nosso trabalho.

2.2.2.2. Teoria da Flexibilidade Cognitiva

Para tentar superar algumas dificuldades manifestadas pelos alunos na compreensão e aplicação de conceitos complexos a novas situações, Spiro e os seus colaboradores desenvolveram a Teoria da Flexibilidade Cognitiva, cujo principal instrumento de aplicação é, segundo os seus autores, o hipertexto. Os

seus autores (Spiro & Jehng, 1990; citados por Gomes, 1996) entendem por flexibilidade cognitiva, “a capacidade de reestruturarmos de forma espontânea o nosso conhecimento, sob muitas formas, numa resposta adaptada a exigências situacionais radicalmente diferentes (...)”.

A teoria tem como metáfora central, o atravessar cruzado de uma paisagem, que é inspirada na obra *Investigações Filosóficas* de Wittgenstein. Neste caso, trata-se de atravessar paisagens conceptuais através de leituras de um conteúdo em diversas direcções, permitindo a construção de redes de conhecimento que proporcionam uma maior flexibilidade na forma como o conhecimento pode ser estruturado para ser utilizado na compreensão ou resolução de problemas (Carvalho & Dias, 1995).

Os autores da Teoria da Flexibilidade Cognitiva observaram que os objectivos de aprendizagem diferem consoante o nível de aprendizagem. Referem que quando um tema é introduzido, “os professores ficam muitas vezes satisfeitos se os seus alunos demonstram um conhecimento superficial da explicação de conceitos e factos” (Spiro *et al.*, 1991). Perante isto, na aprendizagem introdutória, a pouca estruturação dos conteúdos não é, para estes autores, um problema sério. Não é exigido aos alunos a aprendizagem de conceitos complexos nem a transferência de conhecimentos em novas situações. Nesta etapa da aprendizagem, “os alunos possuem muito poucos conhecimentos prévios que possam transferir acerca de uma competência ou área de conteúdos” (Jonassen & McAleese, 1994). A aquisição de conhecimentos complexos e a sua transferência tornam-se, no entanto, objectivos importantes mais tarde. A segunda fase de construção do conhecimento é de aquisição avançada (Spiro, Coulson, Feltovich & Anderson, 1988; citados por Jonassen & McAleese, 1994) durante a qual os alunos adquirem mais conhecimentos de modo a resolver domínios ou contextos-problema mais complexos. É neste estágio de construção do conhecimento que a complexidade e a diversidade característica de conteúdos abordados de domínios pouco estruturados se transforma num problema sério para o ensino/aprendizagem

(Spiro *et al.*, 1991). Os autores da teoria da flexibilidade cognitiva, apontam como causas relevantes para esta dificuldade sentida pelos alunos:

- Deficiências na aprendizagem como a simplificação excessiva e a compartimentação de conceitos; elementos conceptuais altamente interdependentes, são tratados isoladamente, omitindo-se importantes aspectos que os interrelacionam.
- Abordagens simples na aprendizagem introdutória que produzem sucesso, podem mais tarde impedir que se atinjam objectivos de aprendizagem mais ambiciosos.
- A simplificação excessiva e a compartimentação dos tópicos de aprendizagem cria nos alunos concepções alternativas difíceis de modificar ou substituir.
- Domínios já de si pouco estruturados, ao contrário dos que são bem estruturados requerem “altos graus de interligação de conhecimento”.

Em resumo, a aprendizagem de conceitos complexos de domínios pouco estruturados, não pode ser feita de forma compartimentada, linear, sob uma única perspectiva, organizada de forma hierárquica, através da utilização de analogias ou, seguindo uma rígida programação prévia (Spiro & Jehng, 1990; citados por Gomes, 1996).

Para ultrapassar estes obstáculos, apresentam a teoria da flexibilidade cognitiva cuja exigência central será o revisitar do mesmo material, em diferentes alturas, em contextos adequados a cada situação, para diferentes objectivos, e a partir de diferentes perspectivas conceptuais (Spiro *et al.*, 1991), só assim é possível atingir os objectivos de uma aprendizagem avançada do conhecimento. “Uma simples explicação de um conceito complexo (...) omitirá facetas que serão

mais expostas em diferentes contextos ou desde diferentes e intencionais pontos de vista” (*Ibidem*). Para Landow (1995), a teoria da flexibilidade cognitiva permite entrecruzar “a complexa paisagem de tópicos, alcançar o duplo objectivo de destacar o polifacetado e de estabelecer relações múltiplas” (p. 156), ilustrar

(...) vias alternativas para atravessar as complexidades do tópico, abrir múltiplas rotas de entrada para uma posterior recuperação da informação e desenvolver as aptidões gerais para trabalhar nesta paisagem em particular (*ibidem*).

Através da aplicação desta teoria, Spiro (1991) e os seus colaboradores esperam que os alunos:

- Construam o seu próprio conhecimento (é uma teoria construtivista);
- Aprendam a representar o conhecimento a partir de perspectivas conceptuais diferentes;
- Aprendam a construir, a partir dessas diferentes perspectivas, um conjunto de conhecimentos necessários à compreensão e à resolução de um problema;
- Desenvolvam competências de processamento cognitivo flexível e adquiram estruturas cognitivas que o possam suportar.

Para a concretização destes objectivos, Spiro *et al.* (1991) aconselham a utilização de ambientes de aprendizagem flexível que permitam que os mesmos conteúdos sejam apresentados e aprendidos de diferentes maneiras e para uma variedade de objectivos diferentes.

2.2.2.3. Aprendizagem Significativa *versus* Flexibilidade Cognitiva

Tratando-se a teoria da aprendizagem significativa e a teoria da flexibilidade cognitiva de teorias que se preocupam com a aprendizagem e a organização do conhecimento, pensamos não ser abusivo fazer uma análise comparativa de ambas, a partir da qual tentaremos tecer algumas considerações sobre a proximidade entre estas duas perspectivas, esquecendo no entanto, o seu espaçamento no tempo e o facto de a teoria da flexibilidade cognitiva se basear nas ideias de vários autores construtivistas (Piaget, Bruner, Vygotsky...), entre os quais se encontra o autor da teoria da aprendizagem significativa (Ausubel). Esta comparação poderá proporcionar-nos uma base teórica mais consistente para tentarmos identificar a existência de uma possível relação entre o tipo de organização hipertextual e a ocorrência de aprendizagens significativas superordenadas (subordinadas) e combinatórias, tendo em conta que as aprendizagens significativas combinatórias são adquiridas em áreas de conhecimento pouco estruturadas.

Tanto na opinião de Vygotsky (Baquero, 1998), assim como na de Ausubel (já referido anteriormente), a aquisição e compreensão de conceitos não é uma tarefa simples. Vygotsky engloba o domínio dos conceitos científicos nos processos psicológicos superiores “avançados”, que se distinguem dos processos psicológicos “rudimentares”, pelo “carácter crescentemente descontextualizado dos instrumentos de mediação envolvidos na sua formação e, por outro lado, o domínio com maior grau de consciência e vontade das próprias operações intelectuais” (Baquero, 1998, p. 90). Se por um lado, Vygotsky assume que o domínio dos conceitos científicos exige um certo desenvolvimento psicológico, por outro, Ausubel considera que parte dos conceitos científicos só podem ser

adquiridos por aprendizagem significativa combinatória visto tratar-se de conceitos complexos. E reforça a ideia afirmando mesmo que:

Grande parte das disciplinas ensinadas na escola encontra-se na forma de proposições que compreendem conceitos que na combinação têm algum novo significado composto (...) a aprendizagem de novos conceitos requer a aprendizagem de novos conceitos que são partes componentes da proposição, como também do significado genérico especial da proposição propriamente dita” (Ausubel, 1980, p. 106).

A partir destes dados podemos concluir que, em muitas áreas disciplinares, a aprendizagem de novos conceitos é encarada por Ausubel como sendo complexa e por isso, mais comparável a um tipo de aprendizagem significativa combinatória do que superordenada. Nesta mesma linha, a teoria da flexibilidade cognitiva realça a problemática da aprendizagem de conceitos/conteúdos complexos em domínios pouco estruturados, ou seja, em matérias cujos conteúdos não podem ser aprendidos de modo linear e hierárquico, devido à sua complexidade. Pensamos que ambas as teorias pretendem ultrapassar o mesmo problema por processos paralelos. Ambas constataam que a aprendizagem de conteúdos/conceitos complexos não pode ser feita apenas a partir de informação organizada de modo hierárquico, apesar da teoria da aprendizagem significativa assumir que é de modo hierárquico que a informação se organiza na mente humana. Na teoria da aprendizagem significativa, esses conceitos podem ser apreendidos por combinação entre outros conceitos, enquanto que a da flexibilidade cognitiva, apresenta o conteúdo/conceito sob vários aspectos e perspectivas ou em variados contextos e exemplos. Em ambos os casos, na apresentação de nova informação devem ser realçados os cruzamentos e relações entre vários conhecimentos.

Também as razões da génese de uma e de outra das teorias têm algo em comum: a da aprendizagem significativa opõe-se à aprendizagem mecânica (ensino transmissivo) enquanto que a da flexibilidade cognitiva tenta reparar os

“estragos” provocados por um tipo de ensino behaviorista que compartimenta os conteúdos em vez de os interligar. Ambas tentam melhorar a aprendizagem opondo-se a tipos de ensino/aprendizagem que não resolveram muitos dos problemas que criaram.

As duas teorias consideram que o aluno tem concepções próprias que podem não coincidir com o conhecimento científico (concepções alternativas ou conhecimento prévio) mas que é importante ter em conta antes de se iniciar o processo de aprendizagem propriamente dito. Sendo a teoria da flexibilidade cognitiva uma teoria declaradamente construtivista, parte do pressuposto de que o aluno modela as suas estruturas cognitivas, falando Ausubel numa modificação por interacção com o novo conhecimento. Ambas as teorias defendem que o conhecimento é uma construção da mente humana.

Na teoria da aprendizagem significativa, a introdução de novos significados combinatórios ou superordenados pode eliminar confusões (Ausubel, 1980) por meio de uma nova reconciliação integradora das ideias na sua estrutura cognitiva. Esta organização não definitiva da estrutura cognitiva devido à possibilidade de de qualquer momento, por introdução de novos significados, ser reorganizada, tem a nosso ver uma correspondente na teoria da flexibilidade cognitiva, que Dias (1999) designa por “representações do conhecimento em formatos cognitivos temporariamente estáveis”, que não são mais do que o motor da flexibilidade cognitiva. Ou seja, a introdução de novos significados, ou exemplos, contextos, perspectivas do mesmo significado pode reorganizar a estrutura cognitiva do aluno e, ao mesmo tempo, aumenta-lhe a sua possibilidade de ver o mesmo conceito/conteúdo de perspectivas diferentes, o que é o mesmo que dizer que lhe está a aumentar a sua flexibilidade cognitiva. A importância da flexibilidade cognitiva e da reconciliação integradora reflecte-se na capacidade de o aluno conseguir transferir e aplicar os seus conhecimentos a novas situações.

2.3. O hipertexto como ferramenta cognitiva em ambientes de aprendizagem construtivista

A tecnologia hipertexto “tece” um conjunto de ligações, entre conhecimentos, que se entrecruzam, permitindo que o estudante se mova de uma maneira não-sequencial através de um espaço de informação conceptual e, deste modo aprenda casualmente o que explora. O que resulta muito diferente de um tipo de ensino behaviorista, em que o aluno é obrigado a desempenhar um conjunto ordenado de tarefas. O hipertexto não será a tecnologia indicada para pôr em prática as psicologias comportamentalistas.

Parece-nos ser nas teorias cognitivistas que a tecnologia hipertexto melhor se enquadra, visto ter sido inventada com o propósito de melhorar o acesso e a organização da informação e de constituir-se, desde o princípio, como uma espécie de “decalque” do modo de funcionamento da mente humana. Está-lhe subjacente uma preocupação de melhoria da aprendizagem e de acesso à informação de acordo com os processos mentais. Deste modo, encontramos pontos de contacto entre algumas das teorias cognitivistas e os pressupostos dos pioneiros do hipertexto, já descritas por vários especialistas na matéria.

A tecnologia hipertexto é apresentada por muitos autores como uma das opções que o professor pode utilizar num ambiente de aprendizagem construtivista. Como já vimos, relaciona-se frequentemente as ligações do hipertexto com as associações na memória humana. Apesar de ainda, não se falar em construtivismo, parece que os pioneiros do hipertexto já conheciam esta forma

da filosofia da aprendizagem. Por exemplo, Allal & Crahay (1997) referem que “a construção da compreensão apoia-se no estabelecimento de novas relações entre nós de conhecimento”. Os “nós” do hipertexto também se encontram ligados e, o leitor à medida que vai pesquisando, é obrigado a relacionar a informação contida nesses nós, assim como a relacionar toda a informação que vai encontrando com o conhecimento que retém em memória e, que vai activando. Em qualquer altura, o utilizador do hipertexto pode voltar atrás para repensar o seu próprio processo cognitivo - **metacognição** - ou para reorganizar as ideias na sua estrutura cognitiva.

Numa perspectiva ausubeliana, ainda antes de se iniciar o evento da aprendizagem do novo conteúdo, é necessário verificar se o aluno possui os subsunçores necessários. Caso isso não se verifique, recorre-se aos “organizadores prévios” (ou avançados), não mais do que um conjunto de conceitos, referências ou definições de carácter mais geral e inclusivo, que orientem e estruturam a aprendizagem (Morgado, 1998). Estes organizadores podem ser apresentados no hiperdocumento como condição para que os alunos iniciem a sua exploração. Segundo Lima & Maenza (1994), os princípios de subsunção, diferenciação progressiva e reconciliação integradora, de Ausubel, foram pontos chaves na criação computacional dos sistemas de hipertextos.

A organização do hipertexto permite criar estruturas direccionadas para um tipo de aprendizagem mais hierarquizada, em que os conceitos e conteúdos são organizados do mais geral para o mais específico, ou para um tipo de aprendizagem, porventura, mais complexa em que a organização dos conteúdos não seja muito evidente. A teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, defende que os conceitos são organizados na mente humana de forma hierárquica e, como tal, a apresentação ao aluno, de conceitos mais gerais, que são gradualmente diferenciados durante o processo de aprendizagem, permitiria um processo de aprendizagem mais rápido e significativo. No entanto, como vimos,

Ausubel também considera que existem conceitos que não permitem essa diferenciação pois são de tal complexidade, que a sua aprendizagem só é possível à custa da “combinação” entre os significados de outros conceitos.

Deste modo acreditamos que possa existir alguma relação entre o tipo de organização do conhecimento num hiperdocumento e o tipo de aprendizagem significativa que esse documento pode proporcionar. Um tipo de aprendizagem significativa superordenada em que conceitos mais gerais se vão diferenciando noutros cada vez mais específicos, poderia ser proporcionada através de um hiperdocumento cuja informação estivesse organizada de forma hierárquica, bem estruturado, recorrendo mesmo a interfaces gráficas que facilitem a orientação ao utilizador. No caso da aprendizagem significativa combinatória, em que se exige a relação entre vários conceitos/conteúdos talvez fosse mais adequado um hiperdocumento, pouco hierarquizado ou, com estrutura em rede.

O aluno pode explorar e aprender através de hiperdocumentos em situações de aprendizagem formal ou informal, ou seja, em ambiente de sala de aula com orientação do professor, ou noutro local, seja na escola ou fora dela, com a sua própria orientação. Em qualquer dos casos, é o aluno que explora o documento fazendo interagir, o novo conhecimento com o que já sabe. Pode ter é mais ou menos liberdade, mais ou menos possibilidades de ser guiado pela sua curiosidade.

Como através da aplicação de outro meio, o hipertexto pode proporcionar aprendizagens receptivas, por descoberta guiada ou por descoberta autónoma, tudo depende do grau de orientação do professor e da estrutura do hipertexto. Parece-nos, no entanto, que a tecnologia hipertexto se encontra mais vocacionada para um tipo de aprendizagem por descoberta (guiada ou autónoma) pois permite concretizar algumas das suas capacidades, como o desenvolvimento da criatividade, da curiosidade e da autonomia dos alunos. Se o processo de aprendizagem for demasiado dirigido, a utilização de hiperdocumentos, poderá

não ser, a nosso ver, muito vantajosa.

Os materiais de aprendizagem, são mencionados por Dias (1999) como sendo habitualmente, apresentados sem relação com o seu contexto autêntico, impossibilitando a aplicação do conhecimento a novas situações, nomeadamente a “transferência para novos caso-problema” (*ibidem*). Para este autor, a flexibilidade desenvolve-se através das “representações do conhecimento em formatos cognitivos temporariamente estáveis” (*ibidem*), que podem ser materializadas através de tecnologias interactivas que, para além de proporcionarem um ambiente dinâmico, favorecem a “contextualização das aprendizagens bem como o desenvolvimento das capacidades metacognitivas para o controlo desse processo” (*ibidem*).

Neste sentido, os hipertextos permitem uma visão não linear e multidimensional na exploração de conceitos complexos, podendo abarcar um amplo leque de casos do mundo real (Gomes, 1996) e evidenciar a relação entre o conteúdo e cada contexto. Permitem também fornecer uma visão abrangente do conteúdo e múltiplas perspectivas das suas relações com outros conteúdos. Deste modo o aluno tem possibilidades de melhor entender o conteúdo porque pode aprendê-lo através de diversas perspectivas e de aplicar o seu conhecimento a novas situações. Para além de adquirir conhecimentos adquire competências a nível psicológico e comportamental.

A criatividade e o pensamento crítico são qualidades que numa perspectiva construtivista, poderão ser desenvolvidos pela tecnologia hipertexto. Tanto mais, se os materiais apresentados aos alunos contiverem perspectivas e opiniões diferentes sobre cada conceito ou conteúdo. Se os alunos entenderem as diversas perspectivas de um mesmo conceito, podem reorganizar, em qualquer altura, a sua estrutura cognitiva no domínio que a situação de aprendizagem o exigir. Isto é tanto mais importante quanto maior for a complexidade dos conceitos em causa.

Tomemos o exemplo do termo solo, cujo significado varia consoante o

domínio de conhecimento em causa. Para um engenheiro agrícola, solo tem um significado, para um geólogo tem outro, e para um engenheiro civil ainda tem outro significado. Para entender o conceito de solo, destes três especialistas, exige-se que uma pessoa tenha o que se chama habitualmente de flexibilidade cognitiva, ou seja, segundo Ausubel, que consiga reorganizar os seus conhecimentos com o fim de lhes dar significado de acordo com a área em causa. O hipertexto pode facilitar este processo.

A tecnologia hipertexto assim como outros média interactivos é destacada por Jonassen (1994) devido à sua importância como ambiente construtivista que pode permitir o desenvolvimento cognitivo do aluno. Designa os hiperdocumentos como ferramentas cognitivas que activam estratégias de aprendizagem cognitiva e o pensamento crítico. São ferramentas que ajudam os estudantes a organizar e a representar o que sabem (*ibidem*), assim como a ultrapassar as limitações das suas mentes, como por exemplo, o acesso aos conhecimentos que têm em memória, ou as dificuldades sentidas na resolução de problemas (Pea, 1985; citado por Jonassen, 1994). Em suma, tudo aquilo que os pioneiros do hipertexto desejaram.

3. Raciocínios e aprendizagens em Geologia

Ao longo da sua história, a Geologia adquiriu métodos e princípios reguladores de investigação, maneiras de fazer ciência que lhe dão uma individualidade própria. Para se compreender um campo de conhecimento como a Geologia, Novak (1997) considera que é necessário conhecer os seus conceitos e adquirir o correspondente conhecimento dos métodos através dos quais esses conceitos evoluíram. Pretendemos, assim, neste capítulo, dar a entender quais as principais entidades de estudo deste campo científico e descrever os principais métodos e princípios reguladores utilizados para a sua compreensão. Por último, centrar-nos-emos nos principais conceitos que constituem a estrutura da disciplina e que são primordiais ao entendimento da sua lógica interna.

3.1. Principais características do raciocínio geológico

A fundação conceptual da Geologia terá ocorrido, na opinião de Rachel Laudan (1987) entre 1780 e 1830. Desse período para cá, a Geologia teve um desenvolvimento significativo, que continuou neste século, principalmente com o advento da teoria unificadora da Tectónica de Placas. A importância desta teoria na evolução da Geologia é também referida por Allègre (1999) quando afirma que “poucas disciplinas sofreram durante o mesmo período (vinte anos) uma transformação tão radical nos seus modos de pensar, nos seus conceitos, nos seus

métodos de aproximação às realidades naturais” (p. 14). No entanto, Laudan (*ibidem*) considera que muitos dos problemas básicos que foram debatidos no período clássico, continuam a sê-lo na actualidade, e, muitos dos acordos, que foram feitos entre os geólogos das várias áreas do saber, acerca dos objectivos e métodos da disciplina continuam a ser aceites.

Com a teoria da Tectónica de Placas, Allègre (1999) considera que a Terra surge como uma entidade viva, que se modifica e cujo funcionamento só pode ser estudado numa perspectiva global. Dentro desta perspectiva, a Terra é considerada como um sistema cuja dinâmica é regulada por causas múltiplas, que se relacionam e interregulam. Mas, esta visão nova da Terra apenas tem, na opinião de Allègre (1999), implicações na “lógica geral do planeta Terra” (p. 16), pois continua a fornecer “respostas concretas a toda uma série de questões que o homem põe a si próprio desde que observa o planeta” (p. 17).

As reflexões sobre a Terra tiveram início ainda nas culturas mitológicas quando raciocínios nesse campo eram interpretados como actos de fé, reforçados através de mitos e lendas. Paul Feyerabend, filósofo do século XX, citado por Oldroyd (1996) contrapõe dizendo que ainda hoje os mitos estão presentes na ciência através da sua linguagem metafórica. Oldroyd (1996) dá o exemplo do termo placa, utilizado em Geologia no contexto da teoria da Tectónica de Placas. É uma identidade física impossível de ser observada, não é palpável, é abstracta. Acontece o mesmo com outros conceitos em Geologia que exigem um elevado grau de abstracção para que sejam entendidos, daí a necessidade da utilização de metáforas e de termos de comparação quer por parte de quem investiga, assim como de quem ensina.

Para este autor (Oldroyd, 1996), não importa que um raciocínio ou uma teoria seja apresentada através de linguagem metafórica, o que é relevante é a consistência e a coerência das teorias científicas, afirmando: “quando as peças de uma teoria encaixam, pode-se confiar que as várias peças falam a verdade” (*ibidem*, p. 308).

A maior parte dos raciocínios acerca da Terra, foram construídos através de análises, que são, por sua vez, obrigatórias para a elaboração de sínteses (Oldroyd, 1996). Por exemplo, a elaboração dos primeiros mapas geológicos, no início do século XIX, resultou de uma acumulação de dados empíricos (análises) de vastas regiões (Engelhardt & Zimmermann, 1988), que foi necessário juntar para sintetizar todo o conhecimento obtido a partir deles.

A nova Geologia, como é alcunhada por Oldroyd (1996) no seu livro *Thinking about the Earth: a History of Ideas in Geology*, estabelece uma síntese tão abrangente que pode unir teorias da estrutura ou dos mecanismos internos da Terra com ideias de outras áreas que estudam quer a superfície da Terra, ou mesmo os seres vivos, para melhor entender como, por exemplo, estes vivendo na biosfera podem afectar os mecanismos internos da Terra. Sejam ou não partidários da teoria da Tectónica de Placas, da hipótese Gaia de Lovelock, ou de outra qualquer teoria da Terra, temos que assumir que existe hoje uma tendência nas ciências da Terra, assim como nas ciências da Vida, no sentido de formular teorias unificadoras, que sintetizam e interrelacionam uma vasta área de conhecimentos.

3.2. Descrições e explicações

O mundo geológico de Descartes, Leibniz, Buffon, Hutton, e muitos outros era, segundo Engelhardt & Zimmermann (1988), visto como se o conhecimento estivesse contido na realidade, por isso, era relatado em forma de “descrições pedagógicas do passado da Terra” (p. 291). Para além dos objectos de estudo, as questões de investigação, hoje, em Geologia, diferem em relação às que eram

colocadas pelos cientistas dos séculos XVII e XVIII e, nalguns aspectos relativamente às dos outros e actuais campos científicos.

O início de uma investigação de base empírica poderá começar, para Engelhardt & Zimmermann (1998), pela questão “qual o problema?”, que conduzirá a uma subdivisão das descrições empíricas de acordo com o objectivo desejado. Ainda segundo estes autores, essa subdivisão das descrições poderá conduzir a investigação segundo questões do tipo “quando?” e “onde?”, que como facilmente, se depreende nos conduzirão respectivamente ao tempo e ao espaço, preocupações que são exclusivas das ciências históricas, sendo praticamente alheias a outras ciências, como a física ou a química. Às questões já citadas podem seguir-se outras, ainda segundo Engelhardt & Zimmermann (1988), como “quanto?” e “qual a dimensão?” que têm em vista especificidades quantitativas. Todas as questões anteriores visam as descrições de factos.

Apesar de tudo, a investigação em Geologia não se reduz a descrições, pois para além de se perguntar “qual o problema?” também se pretende explicar o problema ao questionar “porquê este problema?”. A procura de explicações permite que a investigação se desloque da base empírica para níveis de conhecimento mais elevados (Engelhardt & Zimmermann, 1988).

Estas duas grandes etapas na investigação em Geologia, descrições e explicações, tiveram uma particular importância na individualização e desenvolvimento desta área científica, mas nem sempre andaram associadas. Os geólogos, segundo Laudan (1987), não terão perseguido sempre, o mesmo e único objectivo. Para esta autora existem dois conjuntos de objectivos em Geologia: históricos e causais. Os objectivos históricos têm por fim a descrição da evolução da Terra ao longo da sua história, enquanto que os objectivos causais tentam encontrar as causas responsáveis pela forma da Terra assim como pela produção dos seus objectos. O geólogo histórico do princípio do século XIX, pretendia apenas reconstruir sequências de formações que materializavam eventos históricos únicos, ou seja, conjuntos de rochas que se formaram durante um determinado

período de tempo, não manifestando qualquer tipo de preocupação com as possíveis ligações causais entre os acontecimentos que tinha reconstituído (*ibidem*). A maioria dos geólogos, actualmente, tem objectivos muito mais alargados que passam não só pela descrição de um conjunto de fenómenos ou de objectos geológicos mas, também pela tentativa de explicação dos processos geológicos em termos de causa-efeito.

As duas correntes epistemológicas dentro da Geologia, são referidas por Wilson (1954; citado por Laudan, 1987) como sendo seguidas por grupos de geólogos, que se debruçavam sobre características diferentes da Terra, e utilizavam igualmente técnicas distintas. Se aos primeiros, Wilson atribuiu uma grande coragem pela recolha de uma enorme quantidade de dados empíricos, lamentando que estivessem mais preocupados com os efeitos à superfície da Terra do que com a natureza e as causas dos seus processos fundamentais; aos segundos, elogiou a vontade de compreenderem os processos fundamentais, não deixando de criticar a inabilidade para analisar os resultados empíricos.

Ao contrário de Wilson, Schumm (1998) não estabelece a separação entre geólogos históricos e geólogos causais, preferindo alertar para o que chama a grande dicotomia que pensa existir na Geologia entre a investigação orientada para a história e a investigação orientada para os processos. Já Strahler (1954; citado por Schumm, 1998) faz a distinção entre geologia histórica e geologia dinâmica, na base da repetibilidade ou da probabilidade de recorrência de um particular acontecimento. Para este último autor, a geologia histórica analisa fenómenos que têm pouca probabilidade de vir a repetir-se enquanto que a geologia física analisa fenómenos que têm uma grande probabilidade de voltarem a acontecer e que conduzem à formulação de leis de validade geral. Schumm (1998) considera que a maior parte dos geólogos trabalha nas duas áreas: geologia histórica e geologia causal ou física, uns mais numa que noutra. No entanto, não deixa de realçar que o facto da existência destas duas formas de fazer investigação geológica conduz a problemas de comunicação e interpretação entre os seus pares.

Em suma, podemos considerar que desde a Antiguidade, há registos de descrições e de tentativas de explicações dos fenómenos ocorridos na Terra (Laudan, 1987). A Geologia como ciência, tornou-se autónoma só no princípio do século XIX, no meio de disputas entre os que discutiam as teorias da Terra, buscando explicações para o que observavam e, os que no sossego do seu gabinete classificavam rochas, minerais e fósseis. Podemos afirmar que essas duas maneiras de ver os fenómenos geológicos, por forma descritiva e explicativa, nem sempre faziam parte do mesmo processo investigativo. No entanto, existe, na actualidade, uma tendência para que haja uma complementaridade entre estes dois modos de ver a Geologia, quer na investigação quer no ensino, pois como refere Allègre (1999):

A geologia tradicional, aquela que aprendemos na escola, que é retratada frequentemente pelas classificações das rochas, da tabela das eras geológicas, dos desenhos de cortes e de cartas, e só se pode exprimir com um vocabulário tão bárbaro quanto esotérico, foi substituída hoje por uma geologia muito mais viva, muito menos estática (p. 14).

O “mobilismo” que a Geologia possui actualmente, reside não só na descrição de fenómenos registados por todo o planeta, mas também no estudo da relação entre todos esses dados com vista ao estabelecimento de teorias geológicas, que são designadas deste modo porque se baseiam em entidades e processos geológicos (Laudan, 1987).

3.3. Categorização dos objectos e fenómenos geológicos

A diversidade das disciplinas científicas, segundo Engelhardt & Zimmermann (1988), mostra que o mundo pode ser observado a partir de diferentes perspectivas e descrito de variadas maneiras, assim como interpretado e explicado de acordo com diferentes modelos. Em disciplinas científicas como é o caso da Geologia, os conceitos são as unidades mais básicas. A constituição de sistemas de conceitos (ex: classificações sistemáticas) articulados e complexos, permite, na opinião de Diéz & Moulines (1997) uma maior eficácia do conhecimento da realidade a que esses conceitos dizem respeito. Eles permitem-nos identificar, diferenciar e comparar os objectos do mundo real, e encontram-se intimamente relacionados com as palavras, pois existe, segundo estes autores, uma relação implícita entre o sistema de conceitos de uma disciplina e o seu vocabulário.

A linguagem descritiva das Ciências da Terra, revela conceitos e categorias que são específicos da disciplina e, que identificam as entidades geológicas, mas que, (Engelhardt & Zimmermann, 1988) podem ser exclusivos da Geologia ou ser comuns a outras ciências. Relacionam entidades como objectos, configurações ou substâncias com a sua organização no espaço e no tempo.

As Ciências da Terra descrevem objectos que permitem uma categorização, como por exemplo, o granito ao ser classificado como rocha ígnea (magmática), mas também descrevem objectos únicos que não satisfazem qualquer critério sistemático, que só podem ser identificados pelos seus nomes próprios, como por exemplo, o vulcão dos Capelinhos na ilha do Faial (Açores). Os nomes próprios têm nas Ciências da Terra, uma importância muito maior do que nas outras ciências (Engelhardt & Zimmermann, 1988).

Cada objecto geológico que não é único, e que faz parte de uma categoria, ocupa um espaço tridimensional, que pode não ser sempre o mesmo se for retirado do ambiente que o rodeia, e pode sofrer modificações ao longo do tempo (ex: fóssil, mineral, rocha). A identidade do objecto depende de propriedades necessárias, pelas quais ele é reconhecido, enquanto que as propriedades contingentes, que podem variar ao longo do tempo, não afectam a sua identidade. Para além disso, os objectos têm uma duração temporal limitada. Um exemplo é o granito que é uma rocha ígnea, constituída por minerais essenciais que lhe dão identidade, mas que podem sofrer alteração química. O granito deixa de ter esse nome quando os seus minerais, ao atingirem um elevado grau de alteração, se transformam noutros e retiram coesão à rocha que, passa por isso a ter outra designação.

Há, segundo Engelhardt & Zimmermann (1988), diversos critérios para classificar objectos geológicos, como por exemplo, de acordo com:

- a localização no espaço- ex: as ilhas vulcânicas do Atlântico,
- a forma e o tamanho do objecto- ex: todas as pirites cúbicas,
- a substância- ex: todos os granitos com duas micas,
- a génese- granitos sinorogénicos (que se formaram durante a formação de uma cadeia de montanhas).

As “configurações” são formações ou estruturas que existem em determinados objectos geológicos. Podem ser categorizadas pela sua forma espacial ou pela sua génese (ex: dobras sinorogénicas, em que o termo dobras diz respeito à forma e sinorogénicas, à génese). Não existem, segundo Engelhardt & Zimmermann (1988), limites entre a configuração e o objecto. Uma mesma entidade geológica pode ser denominada configuração num contexto e objecto noutra situação distinta. Ao estudarmos uma duna podemos considerar a evolução da sua forma e a sua movimentação (configuração) ou a areia que a constitui (objecto). Há no entanto, configurações que nunca podem ser tomadas como

objectos, por razões óbvias, como por exemplo, a estratificação em rochas sedimentares, os horizontes num solo, os vales, as crateras de impacto. Existem classes morfológicas de configurações que incluem, por exemplo, as diferentes texturas das rochas, e classes genéticas, que incluem por exemplo, os diferentes tipos de falhas tectónicas.

As substâncias são os materiais que constituem os objectos e formam, na opinião de Engelhardt & Zimmermann (1988), o substrato das configurações. Algumas delas podem constituir séries hierárquicas, onde cada membro faz parte da constituição do membro seguinte, como por exemplo: elemento químico, mineral e rocha. Em Geologia, as substâncias podem ser definidas e classificadas de diversas maneiras, de acordo com as suas propriedades físicas e químicas, a sua composição química, a sua génese, etc.

O conceito e a dimensão do tempo são de particular importância, (*ibidem*) no universo das Ciências da Terra, pois cada vez mais se verifica um envolvimento de todas as disciplinas de Geociências na explicação de fenómenos observados na natureza como resultado de processos que se combinam e, que têm actuado desse modo, ao longo da história da Terra.

Fenómenos geológicos, especialmente associados ao conceito de tempo geológico são os processos e os eventos geológicos. Os processos são, segundo estes autores (Engelhardt & Zimmermann, 1988), mudanças que ocorrem nos sistemas naturais da Terra, que podem ser observadas directamente ou reconstruídas hipoteticamente. A reconstrução dos processos geológicos que ocorreram no passado constituem uma tarefa frequente em Geologia, tornando o conceito de processo numa categoria muito utilizada. Os eventos incluem, as mudanças momentâneas decorrentes da cessação temporária do processo, e os processos de duração muito curta. Um caso particular de evento é a catástrofe que, não é mais do que um evento que, de algum modo, causa efeitos espectaculares (ex: avalanche).

O tempo em Geologia tem duas características que, de certo modo, se opõem: a ciclicidade e a direccionalidade (Gould, 1990). A primeira está de acordo com o princípio dos ciclos, enquanto que a segunda deu origem ao princípio do evolucionismo (vide p.141). Este princípio permite-nos detectar a direcção do tempo geológico que, por sua vez, pode ser determinada materialmente através de princípios estratigráficos (Engelhardt & Zimmermann, 1988). O principal destes princípios é o da sobreposição que estabelece a relação temporal dos estratos através da sua relação espacial.

A idade de uma rocha ou de um mineral, é o intervalo de tempo contado a partir do momento em que se formaram ou do instante em que sofreram alguma transformação, até ao presente. O problema do tempo é dos aspectos mais difíceis em Geologia (Schumm, 1991), porque não é possível medir o tempo geológico, como por exemplo, o intervalo de tempo durante o qual decorreu um acontecimento geológico, através de um relógio. Para além disso, para os geólogos o tempo também é “uma medida de mudança” (*ibidem*, p. 36). É possível correlacionar eventos geológicos espacialmente distantes mas que tenham ocorrido em simultâneo (Engelhardt & Zimmermann, 1988). Estas correlações baseiam-se em inversões do campo magnético, regressões ou transgressões marinhas, formação regional de montanhas, etc., e são muito importantes para se entender a Terra na sua globalidade.

A ordenação dos eventos geológicos no tempo para além de necessitar de um sistema espacial de coordenadas, para serem situados no espaço, requer também uma escala de tempo global para serem datados. A definição de escalas e a generalização das suas divisões (Anexo II), têm sido, segundo estes autores (Engelhardt & Zimmermann, 1988), consideradas como tarefas de investigação e de comunicação entre investigadores de muitos países. As divisões nestas escalas estabelecem-se com base em critérios de datação isotópica, a partir do decaimento de elementos radioactivos, e com base em critérios de datação relativa, ou seja, através das formações de rochas sedimentares e dos fósseis que contêm (*ibidem*).

Os mapas geológicos, que são sempre acompanhados por uma escala de tempo geológico, são para os geólogos modernos (Oldroyd, 1996), ferramentas essenciais através das quais se pode compreender a história geológica de uma região. Permitem a síntese de diversos dados e conceitos que têm uma dimensão espacial e temporal.

3.4. Tipos de inferências científicas mais usados em Geologia

Se conforme refere Laudan (1987), os geólogos estiveram nos séculos XVIII e XIX, separados em dois grupos cujos objectivos eram diferentes, os problemas com os quais se confrontaram na procura de métodos quer para elaborar teorias causais, a partir da determinação das causas que foram responsáveis pela actual forma da Terra, quer para reconstruir a sequência de acontecimentos que marcaram o passado da Terra, a partir dos registos actuais, terão sido sensivelmente os mesmos.

Os acontecimentos que a história geológica tenta reconstituir não são nem reversíveis nem repetíveis e também não podem ser observados directamente. Esta é, na opinião de Schumm (1998), a diferença fundamental entre a Geologia e as outras ciências. Ao contrário, dos outros cientistas, o geólogo estuda sistemas complexos que funcionam durante largos períodos de tempo e, que possuem as suas particularidades. Cada um é diferente de qualquer outro, não permitindo, por isso, fazer generalizações.

Por estas razões o geólogo necessita em casos específicos, de fazer inferências, ou seja, de inferir as causas que foram responsáveis por um dado fenómeno (Engelhardt & Zimmermann, 1988). Por exemplo, ao encontrar fósseis marinhos numa rocha sedimentar, o geólogo infere a origem marinha dessa rocha.

Devido à complexidade dos sistemas naturais, há uma enorme variedade de problemas que implica o desenvolvimento de uma multiplicidade de metodologias (Schumm, 1991; Laudan, 1987). Perante o problema em causa, o geólogo ou a equipa de geólogos, escolhem o/os método(s) que mais se adequa(m). Os geólogos julgam as metodologias pela sua adaptabilidade ao problema em causa (Laudan, 1987).

3.4.1. Procura histórica dos métodos mais adequados à investigação

Nos finais do século XVIII, por altura da individualização das ciências naturais, os geólogos assim como outros cientistas utilizavam, e discutiam a aplicabilidade de alguns métodos distintos para determinar as relações entre as causas e os efeitos, entre os quais se destacavam: os métodos das hipóteses, as analogias, a indução e o método da *vera-causa* (Laudan, 1987). Entre os métodos das hipóteses, realça-se o hipotético-dedutivismo que teve particular aceitação no século XVII entre os cosmogonistas que o utilizavam para descrever a história da Terra (Laudan, 1987) e, o método indutivo-experimental, cuja paternidade é atribuída a Francis Bacon (1561-1626) e, que durante muito tempo, foi considerado o verdadeiro método científico. Nesta linha de pensamento, Carrilho (1994) refere que,

O extraordinário desenvolvimento da ciência moderna levou entretanto à identificação da indução como a chave do seu sucesso, dando assim origem a uma das mais fortes concepções da filosofia das ciências: o *indutivismo*, ou seja, a ideia de que a descoberta e a justificação das causas dos fenómenos - e, portanto, o respectivo estabelecimento das leis - se faz através, e só através, da utilização dos processos indutivos (p. 19).

De acordo com o indutivismo, o conhecimento era adquirido na forma de dados empíricos que conduziam à “verdade eterna” (Engelhardt & Zimmermann, 1988). Em França assim como na Grã-Bretanha, foram adoptadas as ideias de Bacon, tanto pelas instituições geológicas como por exemplo, a *Geological Society of London*, assim como pelos cientistas da época como Buffon, Playfair e Cuvier (Ellenberger, 1994). Ainda, actualmente, segundo Engelhardt & Zimmermann (1988), muitos cientistas baseiam as suas investigações na leitura,

sem preconceções, do “livro da natureza”, que lhes revela a “verdade” da história da Terra.

Os indutivistas eliminativos defendiam que os dados podiam ser utilizados para provar a veracidade de uma hipótese, refutando todas as outras que se opunham a ela. Uma outra metodologia indutivista é a indução enumerativa que legitimava as teorias que resultavam de simples generalizações a partir dos dados (Laudan, 1987). Este método foi segundo esta autora, o preferido por muitos geólogos, particularmente no século XVIII e, no princípio do século XIX.

A fiabilidade do método indutivo foi questionada por Hume, pois para este filósofo “a passagem de observações particulares a uma lei geral, é, digamos, ilegítima, dado que a base lógica desta operação desaparece” (Carrilho, 1994, p.21). Na simplicidade dos seus procedimentos, o método indutivo conduz muitas vezes à formulação de proposições gerais que se revelam inexactas ou mesmo falsas (*ibidem*). Se isto é perigoso noutras ciências, ainda é mais em Geologia, em que é necessário realizar inferências causais, supondo que existe uma ligação entre um facto presente e outro facto inferido a partir desse. Em geral, o efeito pertence à ordem do observável, mas a causa, não é observável (Carrilho, 1994). Os geólogos têm a expectativa da repetição de certas relações causais passadas ou presentes, entre objectos que nos parecem *similares* aos envolvidos nesses eventos anteriormente (ou actualmente) experienciados (Silva, 1998). Por isso inferem do presente para o passado ou do presente para o futuro ou ainda do passado para o futuro.

Muitos outros críticos do método indutivo enumerativo, na área da Geologia, consideraram que a sua eficiência estava dependente da capacidade dos cientistas de observarem conjugações relevantes entre causas e efeitos numa situação dada para depois poderem generalizar (Laudan, 1987). Acontece que nem sempre as causas que actuaram no passado são observáveis e, as que actuam no presente, actuam por vezes tão devagar que se torna difícil relacionar causas e efeitos. Esta autora ainda refere os efeitos que se manifestam no interior da Terra que também não são observáveis.

Um geólogo, no final do século passado, que teve uma acção importante no sentido de dar um carácter mais respeitável aos métodos baseados em hipóteses foi Chamberlin (Hallam, 1985). Ao contrário de Laudan (1987), Hallam pensa que os geólogos estavam muito pouco inclinados para os métodos indutivos e, para que os mesmos se tornassem mais credíveis no seio desta comunidade científica, Chamberlin inventou o “método das múltiplas hipóteses de trabalho” (Hallam, 1985) que implicava fazer observações sobre os fenómenos naturais, imaginar as diversas hipóteses possíveis para explicá-los e, finalmente decidir quais delas seriam mais apropriadas ao estudo. Este último autor (*ibidem*) considera que apesar de geólogos como Werner, Hutton, Buckland, Lyell e Wegener terem valorizado o carácter indutivo do seu trabalho, como forma de combater as teorias especulativas dos cosmogonistas, desenvolveram teorias às quais foram juntando provas. O autor (*ibidem*) dá o exemplo de Hutton que

havia desenvolvido a sua obra, com o título revelador de *Theory of the Earth*, muito antes de descobrir algumas das provas fundamentais em sua defesa como as discordâncias angulares (...) (p. 161).

Parece-nos assim que o trabalho destes geólogos dos séculos anteriores, se baseou muito mais num método hipotético-dedutivo, ao tentarem colocar hipóteses que justificassem as suas observações e as suas teorias, do que propriamente na indução.

A necessidade frequente que os geólogos e os professores de Geologia sentem de recorrer a analogias, metáforas e comparações, prende-se com os problemas com que se vêem confrontados. Na sua obra *From Mineralogy to Geology-the Foundations of a Science*, Laudan (1987) elege os seguintes problemas como os que mais justificam a utilização de figuras de estilo: a inacessibilidade a muitos processos geológicos, a relevância da evidência

experimental, o longo período de tempo requerido para muitas mudanças geológicas e a complexidade dos fenómenos geológicos.

Era já criticado por alguns geólogos, no final do século XVIII, quando a Geologia se começava a individualizar, o uso de analogias entre as experiências de laboratório e os processos geológicos, utilizada pelos cosmogonistas, pois consideravam que as condições naturais e laboratoriais eram tão díspares que levavam a sérias “misconceptions” acerca destes (Laudan, 1987). No entanto, os geólogos passaram a utilizar este método no século XIX para fazer reconstruções de paleoambientes.

Os modelos analógicos são usados, segundo Engelhardt & Zimmermann (1988) para explicar fenómenos quando os mecanismos que os constituem não possibilitam uma análise empírica. Enquanto que a indução enumerativa **permite**, segundo Laudan (1987), fazer inferências a partir de eventos conhecidos para outros que lhe são similares nos aspectos mais relevantes, o método das analogias **garante** inferências a partir de eventos conhecidos para outros desconhecidos que apresentam particulares semelhanças com os que já se conhecem. No entanto, o método das analogias apresenta algumas desvantagens, nomeadamente quando, como refere Laudan (1987), os geólogos se deparam com o problema de decidir que acontecimentos ou objectos são similares.

O outro método referido por Laudan (1987) como sendo utilizado pelos geólogos é o método da *vera causa* ou das causas verdadeiras, cuja paternidade é atribuída a Isaac Newton. O princípio das causas verdadeiras da autoria deste físico afirma, mais ou menos o seguinte: não se deve admitir mais causas para os objectos naturais do que aquelas que são ao mesmo tempo, verdadeiras e suficientes para explicar os seus efeitos. Este método evitava as conjecturas e restringia as causas apenas às que podiam ser observáveis e, foi com base nele que Lyell se baseou para formular o princípio do uniformitarismo (*ibidem*).

3.4.2. Tipos de raciocínios mais utilizados na investigação

Os tipos de raciocínios que são apresentados por Engelhardt & Zimmermann (1988) e que permitem ao geólogo “ultrapassar os limites do mundo dos factos empíricos” (p. 82) levando-o à construção de hipóteses e teorias são: a indução, a dedução e a abdução. Na sua opinião, apenas a “**dedução** produz uma inferência no estrito sentido lógico do termo” (p. 81), no entanto, é vulgar falar de inferências quando se trata dos métodos de indução ou de abdução, tanto nas Ciências da Terra assim como noutros campos da ciência. Segundo estes autores (*ibidem*), chama-se igualmente “inferência” quando:

- as causas são inferidas a partir de um fenómeno - **abdução**,
- uma lei é produzida a partir de muitas observações - **indução**.

Estes autores distinguem estes três processos, dando o exemplo prático da génese do diamante. Em cada método, parte-se de duas premissas que conduzem a uma conclusão (vide Quadro I). Ao utilizarem experiências de laboratório, pensamos que estes autores estão ao mesmo tempo a utilizar analogias entre elas e os processos geológicos. A abdução é, nesta experiência o único tipo de raciocínio em que não são utilizadas experiências de laboratório, por isso, talvez seja a inferência que está mais próxima da argumentação que os geólogos usualmente utilizam. Apenas na abdução, a premissa dois (vide Quadro I) corresponde a uma lei geológica com que o geólogo vai confrontar o efeito observado, a partir do qual efectuará a sua conclusão ou inferência.

Quadro I - Principais inferências Geológicas- gênese do diamante
(adaptado de Engelhardt & Zimmermann, 1988)

	Indução	Abdução	Dedução
Premissa 1	Em várias experiências, o carbono é submetido a vários valores de pressão, na ausência de O ₂ e a uma temperatura de 1000°C.	Foram encontrados diamantes em chaminés vulcânicas na África do Sul.	Em condições de pressão à volta de 55Kbar e à temperatura de 1000°C, na ausência de O ₂ , o carbono transforma-se em diamante.
Premissa 2	Em todas as experiências, a um valor de pressão nunca inferior a 55Kbar, produziu-se diamante.	Os diamantes são produzidos apenas a partir do carbono, em condições de temperatura próxima dos 1000°C e pressões de pelo menos 55Kbar.	Numa experiência, o carbono é sujeito a uma pressão de 80Kbar e a uma temperatura de 1200°C.
Conclusão	Se o carbono for exposto, na ausência de O ₂ , a 55Kbar de pressão e a 1000°C de temperatura, produzir-se-á diamante.	Dentro das chaminés vulcânicas, os materiais consolidam em profundidade cuja pressão ronda os 55Kbar.	Nesta experiência produzir-se-á diamante.

Apesar destes três processos serem utilizados frequentemente nas Ciências da Terra, na nossa opinião, a indução terá tido maior aplicação no início da individualização da Geologia (fins do século XVIII, princípios do século XIX) porque foi a altura em que foi produzida grande parte das leis e dos princípios que regulam a investigação geológica, o que não quer dizer que os mesmos tenham sido produzidos apenas por indução mas, havia ainda a tendência, nessa altura, a fazer-se “tábua rasa do passado” (Ellenberger, 1988). É de notar que, parafraseando Hallam (1985), a coluna estratigráfica que é “o autêntico

fundamento da geologia histórica” (p. 162) foi construída por indução. Para além disso, a indução pode ser “perigosa” em Geologia, pois ao fazer-se generalizações a partir de um caso ou de vários, pode-se chegar ou não a teorias conclusivas já que os sistemas geológicos comportam muitas variáveis. É por isso que, a dedução será actualmente mais importante assim como a abdução. Esta última tem até uma maior aplicação nas Ciências da Terra do que nas ciências ditas experimentais como a Física e a Química, porque em Geologia é crucial “inferir causas desconhecidas a partir de efeitos conhecidos” (Engelhardt & Zimmermann, 1988, p. 82). No entanto, os três tipos de raciocínios utilizados para inferir processos e eventos geológicos, têm todos os seus riscos, por isso, é comum a utilização conjunta dos três.

Utilizando estes três tipos de inferências: indução, dedução e abdução, aos quais se podem juntar as analogias e os princípios reguladores de que a seguir vamos falar, os geólogos podem fazer extrapolações que, segundo Schumm (1998) envolvem a projecção de informações conhecidas quer para o passado, quer para o futuro. Apesar da complexidade dos sistemas naturais dificultarem as descrições e as previsões exactas, quando as condições presentes são conhecidas e estudadas, as inferências para o passado ou para o futuro podem ser realizadas com algum grau de confiança (*ibidem*).

3.5. Princípios reguladores da investigação

Os princípios reguladores da Geologia sustentam a actividade científica e são habitualmente inquestionáveis. A sua longevidade e a tenacidade com que foram aceites devem-se, segundo Engelhardt & Zimmermann (1988) a várias razões, entre as quais destacam: o facto de não terem sido inferidos indutivamente

a partir da experiência, mas de só por si permitirem a realização de certas experiências; constituírem-se como guia para os investigadores; e ajudarem a integrar teorias em contextos mais alargados. É destas características que resultou a denominação de princípios reguladores.

Existe uma hierarquia nos princípios reguladores segundo estes autores (*ibidem*). Há os considerados princípios gerais das Ciências Naturais que incluem princípios como o da **causalidade** ou o da **homogeneidade do espaço e do tempo**, e existem os princípios mais específicos, que foram considerados pelos investigadores como precedentes da experiência e são usados para fundamentar hipóteses e raciocínios.

Devido à sua vertente histórica, a Geologia enfrenta problemas únicos, que podem ser ultrapassados através de princípios reguladores específicos da geologia, que por sua vez, fornecem, regras que resolvem a tarefa complicada de utilizar observações do presente para elaborar teorias acerca do passado ou do futuro (Engelhardt & Zimmermann, 1988).

O princípio regulador designado de **uniformitarismo** na Grã-Bretanha e de actualismo pelos alemães e franceses, teve uma grande importância para o desenvolvimento da Geologia no final do século XVIII e, é visto, ainda hoje, como a mais importante base da investigação em geociências (Engelhardt & Zimmermann, 1988). Este princípio pressupõe a uniformidade temporal dos processos geológicos assim como das suas causas. Segundo estes autores, este enunciado pode ser dividido em três pressupostos que a seguir descrevemos:

- 1) as leis físicas e químicas têm validade, temporalmente, ilimitada;
- 2) as “forças” geológicas são qualitativamente as mesmas no passado e no presente e, não terão modificação qualitativa no futuro;
- 3) as “forças” geológicas foram as mesmas no passado que são no presente e, permanecerão no futuro não só qualitativamente mas também quantitativamente iguais.

O uniformitarismo, em sentido estrito, assume a validade dos três anteriores pressupostos (Engelhardt & Zimmermann, 1988). Este princípio fornece à investigação geológica a vantagem de se restringir a eventos observáveis em várias regiões e a regularidades que podem ser inferidas a partir deles, evitando que o geólogo tenha que registar incertezas de processos não observados com energias desconhecidas para explicar fenómenos do passado da Terra (*ibidem*).

O termo “uniformidade” e “uniforme” já seriam utilizados muito antes de Hutton ou Lyell terem enunciado o princípio do uniformitarismo (Ellenberger, 1988). No entanto, o princípio do uniformitarismo terá sido o “guia” ideal de Hutton, considerado pela escola britânica, o pai da Geologia moderna, porque através do “seu” princípio, “seria possível inferir leis eternamente válidas que sustentam todos os processos geológicos do passado, presente e futuro” (Engelhardt & Zimmermann, 1988, p. 316).

Ainda segundo a opinião dos mesmos autores (Engelhardt & Zimmermann, 1988), o princípio do **actualismo** é uma modificação do uniformitarismo. Foi defendido por geólogos alemães do princípio do século XIX, enquanto o do uniformitarismo está associado às figuras dos geólogos britânicos Hutton e Lyell. Ao contrário deste último, o princípio do actualismo baseia-se só nos pressupostos 1 e 2, acima descritos, do princípio do uniformitarismo. Através do princípio do actualismo, sob o ponto de vista de Ellenberger (1994), “tudo se desenrola através da lenta e imperceptível acção acumulada dos agentes actuais” (p. 296). O seu principal mentor, von Hoff, também alemão, acreditou que certos vestígios da actividade vulcânica ocorrida no passado podem ser explicados pelo pressuposto de que as “energias vulcânicas”, terão sido muito maiores no passado que na actualidade e, que terão decrescido de intensidade ao longo do tempo, hipótese que é confirmada pela seguinte descrição de Haroun Tazieff (1996), célebre vulcanólogo francófono, no seu livro *Volcans*,

Certas regiões do globo estão cobertas por dezenas, senão centenas de milhares de quilómetros quadrados de inumeráveis camadas de basaltos (rochas vulcânicas) em calçada, empilhadas umas sobre as outras. Existem casos notáveis, por exemplo, nos Estados Unidos, em Oregon; no Decão, na Índia; no Paraná, no leste da Argentina; na Gronelândia; na Escócia; na Escandinávia e, aqui na Etiópia. Vistas em corte, estas vastas e espessas formações evocam gigantesca escadas, daí o seu nome “traps” (p. 143).

O princípio regulador dos **ciclos** funciona como uma síntese dos anteriores: uniformitarismo e actualismo. Os processos cíclicos, sucedem-se e repetem-se em sequências sem fim por todas as regiões, permitindo que a destruição seja regularmente compensada pela construção (Engelhardt & Zimmermann, 1988). É a partir deste princípio que normalmente se distingue os processos geológicos entre os construtivos (ex: vulcânicos, construção de cadeias de montanhas) e os destrutivos (ex: erosão), herança que nos terá sido transmitida por Hutton, que segundo Gould (1990), descreve “um mundo privado de história” (p. 133) em que “a uniformidade da temporalidade cíclica vem equilibrar os fenómenos de destruição e de renovação” (*ibidem*, p. 134), fenómenos esses que Hutton “agrupa segundo a designação genérica de “economia” fundamental ou de equilíbrio da Terra” (*ibidem*). Para Hutton, as sucessões dos acontecimentos geológicos, restringiam-se a dados que se podiam utilizar para “estabelecer teorias gerais de sistemas intemporais” (Gould, 1990, p. 133). Também Engelhardt & Zimmermann (1988) consideram que este geólogo eliminou o curso real do tempo das ciências da Terra.

O princípio regulador do **catastrofismo**, em termos históricos e epistemológicos está directamente relacionado quer com os princípios de que já falámos, uniformitarismo e actualismo, quer com o que iremos abordar depois, o evolucionismo. Desde o princípio do século XIX, que se começou a pôr em causa os princípios do uniformitarismo e actualismo. Pressupunha-se a imutabilidade

das leis da natureza, mas colocava-se a hipótese de as forças geológicas terem diferido no passado quanto ao tipo e à intensidade em relação à actualidade.

O *Discurso sobre as revoluções da superfície do Globo*, publicado em 1812, de Georges Cuvier, considerado como o “pai” da paleontologia, pode considerar-se na opinião de Engelhardt & Zimmermann (1988) como um “exemplo precoce de uma teoria catastrofista”. Utilizando métodos actualísticos Cuvier e Brongniart, demonstraram que as formações do período Terciário (Anexo II) da bacia de Paris, apresentavam alterações cíclicas de água doce e de água salgada (Hallam, 1985). Para além das mudanças litológicas, encontraram também variações repentinas nos conteúdos fósseis, que se repetiam noutras áreas. Constataram ter havido a extinção de formas de vida pré-existentes e a criação de novas condições em que novas formas de vida se terão desenvolvido (Engelhardt & Zimmermann, 1988). Mais tarde, como estes dois geólogos, Élie de Beaumont, ao estudar os estratos dobrados das cordilheiras montanhosas da Europa, defende que por detrás destes efeitos só podem estar fenómenos catastróficos, pois, as causas actuais são “manifestamente lentas e graduais” (Hallam, 1985, p. 39) para que pudessem produzi-los.

Debaixo da designação “catastrofismo”, cabem todas as teorias cujos princípios reguladores incluam, segundo Engelhardt & Zimmermann (1988), dois aspectos: a noção de que as mudanças importantes que ocorreram ao longo da história da Terra, ocorreram não só devido a processos lentos, mas também através de eventos raros e catastróficos; e a rejeição de aplicar sempre o princípio do actualismo a qualquer tipo de acontecimento geológico. No entanto, como refere Hallam (1985) não é afastada a possibilidade de utilizando métodos actualistas poder chegar a conclusões catastrofistas. É possível utilizar as causas actuais para tentar explicar fenómenos como os “traps” descritos por Haroun Tazieff, ou os vales de vertentes abruptas, cujas causas no princípio do século XIX, não se conseguiam encontrar na actualidade, porque como refere Hallam (1985), “as correntes de água e os rios modernos pareciam conter muito pouca água e não corriam com suficiente rapidez para escavar os vales por onde fluíam”

(p. 29). No entanto, as causas foram as mesmas, mas movidas por forças de maior intensidade.

Grande parte da história do desenvolvimento da Geologia, foi marcada, na opinião de Lunine (1999) pela batalha entre uniformitaristas, aqueles que argumentavam a favor de fenómenos geológicos que sofriam uma mudança gradual ao longo de largos períodos de tempo, e os catastrofistas que defendiam que a Terra seria um planeta relativamente novo e marcado por fenómenos catastróficos. Os cálculos para a idade da Terra, possibilitados principalmente pela técnica da datação isotópica (Hallam, 1985), deram-lhe idades mais avançadas do que se pensava, fornecendo trunfos aos uniformitaristas (Lunine, 1999). No entanto, nas últimas décadas do século XX, “a importância das alterações catastróficas da Terra tornou-se clara, em larga medida, através do estudo de outros planetas” (*ibidem*, p. 75). Fenómenos geológicos como os sismos, na opinião deste autor (Lunine, 1999), demonstram que a Terra comporta acontecimentos graduais e catastróficos e, que dentro do mesmo fenómeno podem coexistir aspectos graduais como a acumulação lenta de energia (antes do sismo) no interior da Terra e o fenómeno da ruptura da rocha que é instantâneo, e que origina a libertação de energia responsável pelos efeitos provocados pelo sismo.

Em resumo, o uniformitarismo e o catastrofismo são teorias opostas que têm dois princípios que não compartilham (uniformitarismo e catastrofismo, respectivamente), mas que seguem um outro: o do actualismo. Apesar das divergências passadas, nos dias de hoje, pensamos que o actualismo é comum às duas maneiras de interpretar os diferentes fenómenos geológicos e, que é o grande princípio orientador da investigação em Geologia.

Ao querer retirar a vertente histórica à Geologia, talvez fosse (ou não) intenção de Hutton, dar-lhe maior rigor e aproximá-la das ciências experimentais como a Física ou a Química. Por isso, atribuiu à orogénese um carácter cíclico,

revelando que se trata de “um processo lento, gradual, repetitivo, acompanhado de um cortejo de sedimentos especiais, de rochas magmáticas e de transformações metamórficas” (Ellenberger, 1994, p. 330). Na opinião de Gould (1990), Hutton, idealizava a Terra como um planeta perfeito que, por isso, não podia estar sujeito a qualquer tipo de desenvolvimento ou evolução que a tornasse mais ou menos perfeita. Para além disso, Hutton, não conhecia o princípio do evolucionismo (*ibidem*), apesar de ter concluído que as rochas sedimentares poderiam sofrer metamorfismo e os seus minerais transformar-se noutros (Ellenberger, 1994), mas tudo isso era cíclico para ele.

Os contemporâneos de Hutton não tinham ainda resolvido o problema das extinções (Gould, 1990). Lamarck e outros naturalistas continuavam a defender que as espécies não se podiam extinguir (*ibidem*) e só no princípio do século XIX puseram a hipótese de uma contínua evolução dos seres vivos que, por sua vez, estaria relacionada e seria a causa da correspondente evolução do ambiente abiótico (Engelhardt & Zimmermann, 1988).

A hipótese da evolução biológica só foi aceite depois de Darwin ter efectuado a “reconciliação entre o princípio regulador do uniformitarismo e a evolução através da teoria da selecção natural” (*ibidem*, p. 324). Charles Darwin explicou a evolução a partir de um mecanismo uniformitarista, a selecção natural, cujas funções permaneceram sempre iguais ao longo da história da Vida. Para este cientista, são seleccionados os “mutantes” que são capazes de viver e reproduzir-se quando, espacial e temporalmente, ocorrem mudanças das condições ambientais.

Os autores do livro *Theory of Earth* (Engelhardt & Zimmermann, 1988) dão outro exemplo de teoria evolucionista, no sentido geológico do termo, protagonizada por Élie de Beaumont, geólogo francês do século XIX. A sua teoria referia que a Terra se encontrava em processo contínuo de arrefecimento e contracção, que seria o causador dos esporádicos episódios da formação de montanhas.

É principalmente devido ao surgimento deste tipo de teorias que, desde meados do século XIX, os termos “desenvolvimento” e “evolução” no princípio, apenas exclusivos da Paleontologia, passaram a ser aplicados em todas as Ciências da Terra (*ibidem*). Frequentemente utilizam-se estes termos para nos referirmos aos solos, ao relevo, aos continentes e a muitas outras entidades geológicas. O **princípio do evolucionismo** que decorre assim da aplicação dos termos “evolução” e “desenvolvimento” a fenómenos e entidades geológicas, confere-lhes a sua dimensão histórica, ao contrário do que era defendido por Hutton. Tudo passa a ter um princípio e um fim, entre os quais existe uma série de estádios de evolução. Através deste princípio torna-se possível rever e compreender as condições e acontecimentos geológicos de acordo com a sua sequência cronológica.

3.6. Conceitos estruturantes no Ensino da Geologia

No processo de ensino/aprendizagem, os conceitos podem ser considerados, segundo Gama (1991), de duas maneiras. A primeira diz respeito à “forma como os indivíduos (...) organizam a informação fornecida pelos seus sentidos e seleccionam com base nessa informação, as futuras experiências de aprendizagem” (p. 140), enquanto a segunda, considera os conceitos como elementos fundamentais ou estruturais de uma disciplina, ou seja os *conceitos estruturantes*. É esta segunda perspectiva que vamos considerar nesta secção.

A tarefa de aprendizagem dos conceitos estruturantes é fundamental para a compreensão de uma área do conhecimento (Novak, 1997), pois trata-se dos conceitos “mais amplos e de relevância mais geral” (p. 59). São conceitos que permitem ao aluno, “adquirir novos conhecimentos por construção de novos significados, ou modificar os anteriores, por reconstrução de significados antigos” (Cruz, 1998).

A história da ciência pode-nos ajudar, segundo Gagliardi (1983, 1986; citado por Cruz, 1998) a identificar os conceitos estruturantes assim como a concretizar a sua aprendizagem, através da compreensão dos obstáculos epistemológicos e dos processos que levaram à sua ultrapassagem, numa perspectiva histórica. O abandono de uma concepção em favor de outra,

quer ao longo da história individual quer ao longo da história da ciência, faz-se, na opinião de Bachelard, segundo uma sequência de estádios que se desenvolvem sempre ao longo de uma maior coerência racional (Santos, 1991, p. 69).

A compreensão da ultrapassagem de obstáculos epistemológicos ao longo da história da Ciência leva-nos a compreender melhor os processos pelos quais

têm que passar os nossos alunos para compreender os conceitos geológicos estruturantes. Pelo que expusemos nos subcapítulos anteriores, e pela análise da história da Geologia consideramos como exemplos de conceitos estruturantes desta área disciplinar:

- as rochas como “arquivos” da história da Terra;
- a Terra vista como um planeta em constante mudança;
- a globalidade dos fenómenos geológicos;
- o tempo geológico.

Tratando-se de conceitos bastante gerais e abrangentes, pensamos que a sua aquisição possa permitir o entendimento do funcionamento da disciplina e dos seus princípios básicos. A todos eles se opõe um obstáculo epistemológico básico, que influenciou especificamente a Geologia ao longo da sua história. Trata-se, segundo Cruz (1998) “ da ênfase imposta a partir do século XVII por parte do positivismo nos métodos de observação directa, assim como na importância dada aos dados quantitativos”. Como já referimos nas Ciências da Terra, ao contrário de outras ciências, não é possível a experimentação e a observação directa de muitos fenómenos e processos geológicos, o que dificulta a ultrapassagem de muitos obstáculos epistemológicos, que é o mesmo que dizer, a substituição de concepções prévias pelo conhecimento científico. Por outro lado, como já vimos também, estas dificuldades funcionaram como uma espécie de motor da disciplina permitindo o seu desenvolvimento e modernização (Cruz, 1998), de que resultou por exemplo, a teoria da Tectónica de Placas.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

Neste capítulo caracteriza-se o estudo, fundamentando-se as opções metodológicas e, descreve-se o plano de investigação, as técnicas, os materiais utilizados e os processos de validação.

1. Caracterização do estudo

O presente estudo situa-se numa área de investigação recente, o hipertexto na educação, surgida apenas no final dos anos oitenta. Por sua vez, o problema que formulámos e que será o fio condutor do nosso estudo, conduz-nos a uma abordagem específica da tecnologia hipertexto ainda pouco explorada nesta área de trabalho. Os motivos que acabamos de referir, levam-nos a caracterizar o estudo como exploratório. É objectivo dos estudos exploratórios, reconhecer uma dada realidade pouco estudada (Carmo e Ferreira, 1998), através da observação e da reflexão que, por sua vez, conduzem à formulação de hipóteses. Para isso é importante o envolvimento do investigador nas situações em que os fenómenos ocorrem (De Ketele e Roegiers, 1993).

Os objectivos do estudo exploratório determinam que se adopte métodos e técnicas específicos. De acordo com Grawitz (1993; citada por Carmo & Ferreira, 1998) os métodos são operações realizadas para atingir um ou mais objectivos. São normas que permitem seleccionar e coordenar as técnicas que, por sua vez, se definem como procedimentos rigorosos e bem definidos, adaptados ao tipo de

problema e aos fenómenos em causa e, susceptíveis de serem novamente aplicados em condições idênticas (*ibidem*).

A educação constitui, segundo Díaz (1988), um processo de comunicação interpessoal estabelecido através da linguagem dentro de um determinado contexto. No processo de ensino-aprendizagem, os elementos humanos (professor e alunos) intervenientes interagem entre si, pelo que se torna difícil manter a objectividade científica, separando o investigador do objecto de estudo. Na investigação em educação, este aspecto não deve ser esquecido pelo que é importante adequar os métodos à situação pedagógica.

A investigação educacional sofreu um grande incremento a partir da segunda metade do século XX. Durante os anos cinquenta e sessenta, as duas principais correntes metodológicas, a quantitativa e a qualitativa, não gozavam do mesmo prestígio. Por tradição, estas duas correntes de investigação estão associadas a paradigmas, cuja distinção tem por base pressupostos epistemológicos, teóricos e metodológicos. No entanto, a distinção fundamental é associada ao tipo de método utilizado (Carmo & Ferreira, 1998). Supõe-se que um tipo de método está directamente associado a um tipo de paradigma de tal modo que ao adoptar-se um paradigma é forçosa a escolha dos métodos que o mesmo proporciona (Cook & Reichardt, 1986).

Nos anos sessenta, época em que a investigação educativa sofreu um grande incremento (o ano de 1954 é considerado, por Bogdan & Biklen, 1994, como um ano importante), o paradigma que prevalecia na investigação em educação, herdado da investigação científica, era o “positivismo” ou “neopositivismo” que enquadrava metodologias quantitativas. Só no final dos anos sessenta, é que se veio a verificar o reconhecimento dos investigadores que utilizavam metodologias qualitativas (Bogdan & Biklen, 1994).

O autor do termo “positivismo”, Augusto Comte, estabeleceu que as Ciências Naturais seriam o modelo das Ciências Humanas (Husén, 1988), em que se incluem as Ciências da Educação. Como referem Bogdan & Biklen (1994, p.64), “alguns autores entendiam medida como sinónimo de ciência”, logo a única metodologia que aceitavam era a quantitativa.

No quadro II, resumem-se algumas características das duas abordagens metodológicas (quantitativa e qualitativa).

Quadro II - Comparação entre abordagens quantitativas e qualitativas
(Adaptado e resumido de Carmo & Ferreira, 1998, p. 177).

Abordagem Quantitativa	Abordagem Qualitativa
Defende os métodos quantitativos.	Defende os métodos qualitativos.
Procura as causas dos fenómenos, prestando pouca atenção aos aspectos subjectivos dos indivíduos.	Interessa-se em compreender a conduta humana a partir dos pontos de vista daquele que investiga.
Utiliza a medição rigorosa e controlada.	Utiliza a observação sem controlo.
Objectiva.	Subjectiva.
Perspectiva a partir de fora.	Perspectiva a partir de dentro.
Não fundamentada na realidade, orientada para a comprovação.	Fundamentada na realidade, orientada para a descoberta, exploratório.
Particularista.	Holística.

No final dos anos sessenta, tal como aconteceria no Ensino das Ciências, começaram a ocorrer nas Ciências da Educação, reacções contrárias ao positivismo. As diferenças entre as Ciências Naturais e as Ciências Humanas, que tinham sido destacadas pelo historiador e filósofo social, Wilhelm Dilthey no século XIX, foram lembradas. Quanto ao método utilizado nestas duas grandes áreas do conhecimento, Dilthey considerou que o interpretativo ou hermenêutico seria o mais adequado às Ciências Humanas, porque como refere Husén (1988), os fenómenos humanos estão sujeitos à intencionalidade, do que resulta a impossibilidade de separar o investigador do que está a ser investigado. O investigador encontra-se imerso na realidade da qual faz parte (*ibidem*). Deste

modo, a abordagem qualitativa da investigação em educação começava a ser aceite e a ganhar defensores.

Segundo Erickson (1989), a principal diferença entre a metodologia qualitativa e a tradicional (a quantitativa) reside nos pressupostos da causalidade nas relações sociais humanas. Enquanto que nas Ciências Naturais, as causas são químicas, biológicas ou físicas, as relações entre organismos são também “ecológicas” (*ibidem*, p. 211), ou seja, não são lineares, são múltiplas devido à complexidade dos organismos. O mesmo se passa na sala de aula, ou na escola: o que o aluno aprende e como aprende depende de múltiplas variáveis, muito difíceis de isolar.

Actualmente ambos os tipos de abordagens são utilizados na investigação educacional, havendo autores (Cook & Reichardt, 1986) que defendem que o investigador deve escolher os métodos que se adaptam à situação de investigação, independentemente de seguir um ou outro tipo de abordagem, sendo igualmente aceitável que utilize uma combinação de métodos qualitativos e de métodos quantitativos. De acordo com Cook & Reichardt (1986), a perspectiva paradigmática do investigador deve ser flexível e possível de se adaptar a cada situação de investigação. Mais longe vai Husén (1988) ao afirmar que não existe um só tipo de abordagem metodológica em investigação educacional, mas vários que são complementares. E reforça esta ideia, ao afirmar que a maioria dos problemas em educação podem ser melhor investigados se forem examinados por diversos pontos de vista.

Apesar do investigador, como acabámos de ver, não ter obrigatoriamente que aderir a uma das duas principais correntes metodológicas (Reichardt & Cook, 1986; citados por Carmo & Ferreira, 1998); a quantitativa e a qualitativa, podendo conciliar com vantagem as duas perspectivas, devido às características do nosso estudo, e ao tempo disponível para finalizar a dissertação, optámos por uma metodologia, essencialmente, qualitativa, que poderá incluir a quantificação de alguns dados de modo a facilitar a sua leitura.

Na investigação qualitativa, o investigador estuda o fenómeno no seu conjunto, de forma holística, não assumindo a preocupação de estudar as variáveis separadamente (Bisquerra, 1989). Pelo contrário, na investigação quantitativa, as variáveis são determinadas e separadas à partida, apesar de o seu controlo em investigação educacional tornar-se difícil devido à complexidade dos seres humanos (Carmo & Ferreira, 1998).

Apesar de as questões de investigação apontarem para uma possibilidade de existência de relações entre variáveis, não é nosso intuito separá-las. O estudo integra todas as variáveis possíveis, sem que sejam controladas.

De acordo com o tipo de abordagem qualitativa e com a área de investigação, o nosso estudo irá desenvolver-se em situação de sala de aula, “em ambiente natural”, por isso, o processo de ensino-aprendizagem em causa será estudado no seu contexto, assim como os indivíduos que o irão protagonizar. A investigadora funcionará, como observadora, como instrumento de recolha de dados, a par de outros dois instrumentos, o questionário e o mapa de conceitos.

1.1. Plano de investigação

Na opinião de Carmo & Ferreira (1998), as investigações também podem ser classificadas quanto ao método que utilizam, pois cada trabalho de investigação é concebido de acordo com o método ou estratégia seleccionada. Com vista à formulação de hipóteses, que possam ser utilizadas em estudos futuros e, que investiguem a existência de relações causais entre o tipo de organização hipertextual e o tipo de aprendizagem (subordenada e superordenada/combinatória) e/ou os tipos de raciocínios (descritivo/explicativo) que possam favorecer, optámos por um plano de investigação pré-experimental.

Os estudos pré-experimentais são estudos exploratórios, pois precedem os experimentais no caso da realidade estudada não ser bem conhecida. Dos três tipos de planos pré-experimentais (Jesuino, 1986; Tuckman, 1988): estudo de caso, plano pré-teste/pós-teste e comparação de grupos estáticos, pareceu-nos que o estudo de caso seria o mais adequado ao nosso problema de investigação. No plano pré-teste/pós-teste, a amostra é testada antes e depois do tratamento, atribuindo-se as diferenças entre os efeitos das duas aplicações ao efeito do tratamento. Os autores anteriormente referenciados (Jesuino, 1986; Tuckman, 1988) consideram que esta inferência pode ser abusiva quando não são controladas todas as variáveis. Os estudos de caso dos planos pré-experimentais, consistem na aplicação de um tratamento (X) a um indivíduo ou grupo de indivíduos, seguindo-se a observação dos efeitos (O). É ilustrado da seguinte forma por Jesuino (1986):

Quadro III - Esquema dos estudos de caso dos planos pré-experimentais.

Grupos	Tratamento	Observação/Medida
Grupo 1	X	0

No entanto, não podemos aplicar um plano exactamente igual neste estudo, pois sendo nossa intenção averiguar da possível existência de relação entre o tipo de organização hipertextual e o tipo de aprendizagens daí decorrentes, não poderíamos tirar muitas conclusões ao aplicar, a um grupo, apenas um tipo de organização hipertextual. Por outro lado, também não seria correcto aplicar ao mesmo grupo dois tipos de tratamento sucessivos, neste caso dois tipos de organização hipertextual diferentes, pois os efeitos do primeiro interfeririam com os do segundo tratamento (Jesuino, 1986). Pensamos que o mais correcto será aplicar o tratamento a dois grupos.

Ao estabelecermos dois grupos, poderíamos pensar que o tipo de plano mais adequado dos planos pré-experimentais mencionados por Jesuino (1986) e Tuckman (1988) seria o terceiro, - comparação de grupos estáticos. No entanto, nesse plano, um grupo submetido ao tratamento é comparado com outro não submetido, situação que também não se adapta aos objectivos do nosso estudo.

Por conseguinte, adoptámos um plano que equivale a dois estudos de caso comparativos (Bogdan & Biklen, 1994), consistindo na comparação e contrastação dos efeitos observados em dois grupos após a aplicação de dois tratamentos distintos em virtude de, como referimos, não nos parecer correcto, aplicar dois tratamentos idênticos sucessivos, ao mesmo grupo.

Esquematiza-se no quadro IV, o plano de investigação que adoptámos, em que X representa a exploração de um hiperdocumento hierárquico pelo grupo 1; Y, a exploração de um hiperdocumento em rede pelo grupo 2, 0₁ representa os dados recolhidos após o tratamento X, e 0₂ representa os dados recolhidos após o tratamento Y.

Quadro IV - Esquema do plano pré-experimental adoptado.

Grupos	Tratamento	Observação
Grupo 1	X	0 ₁
Grupo 2	Y	0 ₂

O estudo de caso, constitui um tipo de metodologia sugerido para estudos exploratórios. Bogdan & Biklen (1994) também o aconselham a investigadores inexperientes, apesar de poder ser utilizado por qualquer tipo de investigador, por serem mais fáceis de realizar (Scott, 1965; citado por Bogdan & Biklen, 1994).

O conhecimento de uma realidade pouco conhecida, como é o objectivo/alvo de um estudo exploratório, pode ser iniciado pela observação de um contexto ou de um acontecimento específico (Merriam, 1988; citado por Bogdan & Biklen, 1994). O estudo de caso qualitativo permite a compreensão do fenómeno novo que está a ser estudado e considera a realidade na sua globalidade (Merriam, citado por Carmo & Ferreira, 1998). Ainda segundo Merriam (*ibidem*), este tipo de estudo dá uma “maior importância aos processos do que aos produtos, à compreensão e à interpretação” (p. 217). Pensamos que todos estes argumentos se aplicam ao nosso estudo e à área de investigação em que se desenvolve.

No entanto, como todos os tipos de estudos, este também apresenta algumas limitações. Uma das fragilidades do plano que apresentámos (Quadro IV) é a ausência de pré-teste, pelo que as diferenças observadas nos grupos após o tratamento podem ser atribuídas, quer às diferenças entre os tratamentos, quer a diferenças entre os grupos (Jesuino, 1986). Cook & Reichardt (1986) referem igualmente a impossibilidade de interpretação dos resultados do tratamento aplicado a apenas dois grupos. O que é possível fazer ainda segundo estes autores (*ibidem*) será uma comparação entre os resultados destes dois grupos. A comparação terá como objectivo principal a formulação de hipóteses.

Apesar deste tipo de estudo não apresentar, validade externa, devido ao tamanho da amostra e à forma como foi seleccionada (amostragem de

conveniência) é possível, contudo, assegurar a validade interna e a fiabilidade do estudo. A validade interna, que garante que os resultados revelam a realidade estudada, será assegurada através da triangulação de dados. Como referem Cook & Reichardt (1986),

quando se podem ajustar as observações por meio de instrumentos diferentes e de posicionamentos distintos (...) então é possível distinguir os elementos dos dados devidos ao observador (instrumento) e ao observado (p. 99).

De acordo com esta linha de pensamento, utilizámos três tipos de instrumentos (as grelhas de observação, o questionário e os mapas de conceitos), de modo a permitir a validade interna do estudo.

A fiabilidade do estudo é assegurada através da descrição pormenorizada e rigorosa da forma como o estudo decorreu, quer no que diz respeito aos pressupostos e teorias subjacentes (vide Capítulos II e III), assim como à descrição do processo de recolha de dados e dos métodos utilizados na obtenção dos resultados (vide Capítulo IV) (Carmo & Ferreira, 1998).

1.2. População e amostra

A população estudada é constituída pelos indivíduos que no ano lectivo de 2000/2001 se encontravam inscritos, pela primeira vez, e a frequentar a disciplina de Ciências da Terra e da Vida do 10º ano de escolaridade, do Agrupamento I - Científico - Natural. O estudo recaiu sobre uma amostra, previamente constituída - amostragem por conveniência - composta por alunos das turmas A e B do 10º ano da Escola Secundária de Camarate, situada no concelho de Loures, numa zona

suburbana (Bairro de Angola - Camarate), fronteira à cidade de Lisboa. A razão da escolha da amostra derivou do facto de a investigadora leccionar a disciplina de Ciências da Terra e da Vida às turmas em causa.

1.2.1. Caracterização da amostra

Os elementos da amostra (N=31), distribuídos pelas turmas A e B do 10º ano, da escola acima referida, encontravam-se inscritos pela primeira vez na disciplina de Ciências da Terra e da Vida, no ano lectivo de 2000/2001. Para caracterizar os elementos da amostra, baseámo-nos nas respostas dadas à parte I do questionário/ficha de exploração (vide Anexo III).

Deste modo, caracterizámos a amostra de acordo com:

- a idade,
- o sexo,
- turma,
- a prática de utilização de sistemas informáticos.

1.2.1.1. Idade, sexo e turma

Entre os 31 elementos, 22 pertencem à turma A, enquanto que os outros 9 pertencem à turma B. Por ser do ensino especial, esta última tem menos elementos que a turma A. Quanto à idade, podemos considerar que a amostra é praticamente

homogénea, exceptuando-se 2 alunos que têm mais que 16 anos (ambos da turma B), a idade dos restantes elementos situa-se entre os 14 e os 16 anos (vide gráfico da figura 3). É de salvaguardar que apesar de uma das turmas ser do ensino especial, esta particularidade não afectou o nosso estudo, pois os dois alunos que beneficiam de necessidades educativas especiais, conseguiram explorar o hiperdocumento e responder às questões do questionário sem se diferenciarem dos seus colegas.

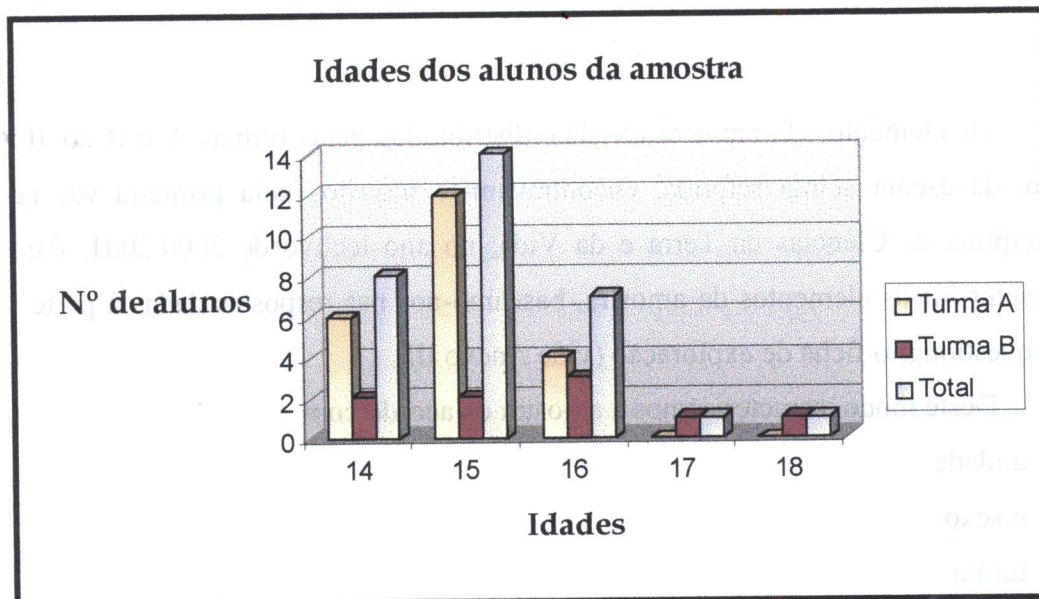


Figura 3 - Distribuição das idades dos elementos da amostra (total = turma A + turma B).

Em relação ao sexo (vide gráfico da figura 4), a amostra é constituída na totalidade por 17 raparigas (13 da turma A e 4 da turma B) e 14 rapazes (9 da turma A e 5 da turma B), podendo ser considerada homogénea.

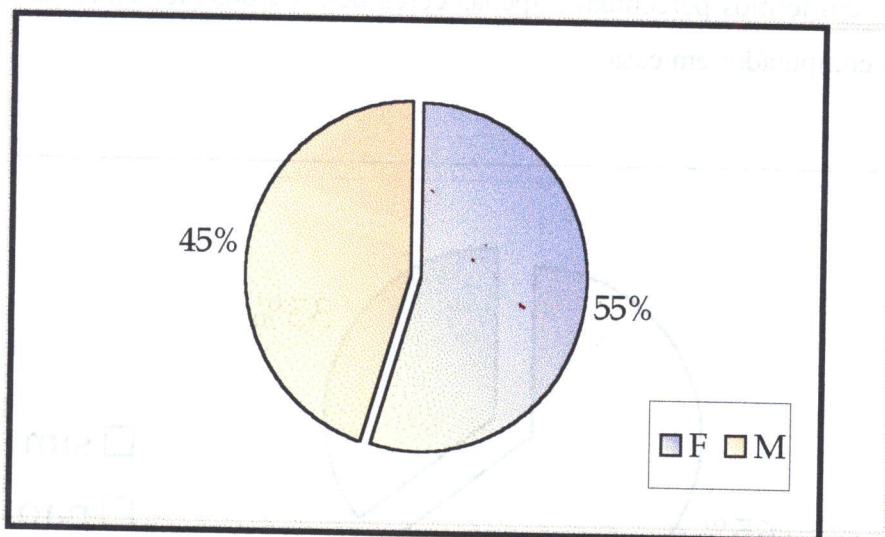


Figura 4 - Distribuição dos elementos da amostra relativamente ao sexo (turma A + turma B).

1.2.1.2. Prática de utilização de sistemas informáticos

Para caracterizarmos a amostra quanto à prática de utilização de sistemas informáticos, baseámo-nos nas respostas às questões 1, 2, 3 e 4 da parte I do questionário/ficha de exploração (Anexo III). É importante referir que, enquanto as questões 1, 2 e 4 apenas permitiam a escolha de uma única opção, a questão 3 possibilitava a selecção de mais do que uma opção, de acordo com as várias actividades que o aluno desenvolve.

Do tratamento das respostas às várias questões, obtivemos os seguintes resultados:

- questão 1 - **computador em casa** - entre os alunos da amostra, contamos 11 que têm computador em casa e 20 que não têm (Ver gráfico da figura 5), ou seja, em termos percentuais, apenas cerca de 35% dos elementos da amostra têm computador em casa;

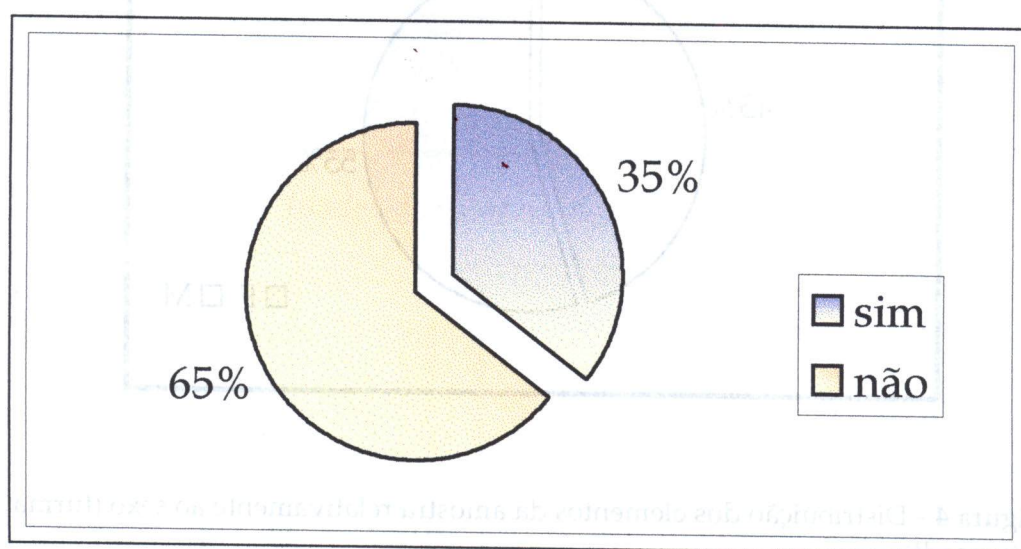


Figura 5 - Percentagem de alunos com computador em casa

- questão 2 - **utilização do computador** - entre os alunos da amostra, 7 utilizam o computador várias vezes por semana; 5 utilizam-no, em média, uma vez por semana; 3, uma vez por mês; enquanto que 14 utilizam o computador muito raramente e 2 nunca o utilizaram. Estas várias frequências de utilização encontram-se representadas, em percentagem, no gráfico da figura 6;

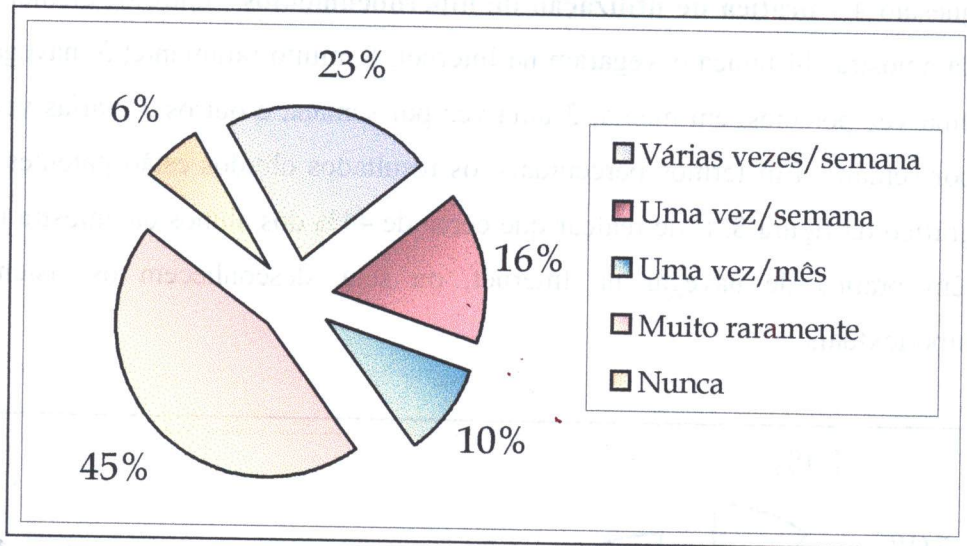


Figura 6 - Frequência de utilização do computador

▪ questão 3 - **tipo de utilização do computador** - entre os elementos da amostra verificámos que: 22 utilizam o computador para jogar, 21 para executar trabalhos escolares, 16 para navegar na Internet, 12 para comunicar com outras pessoas e 9 para explorar CD(s) educativos (enciclopédias e outros). Estes dados estão representados no gráfico da figura 7, em percentagem;

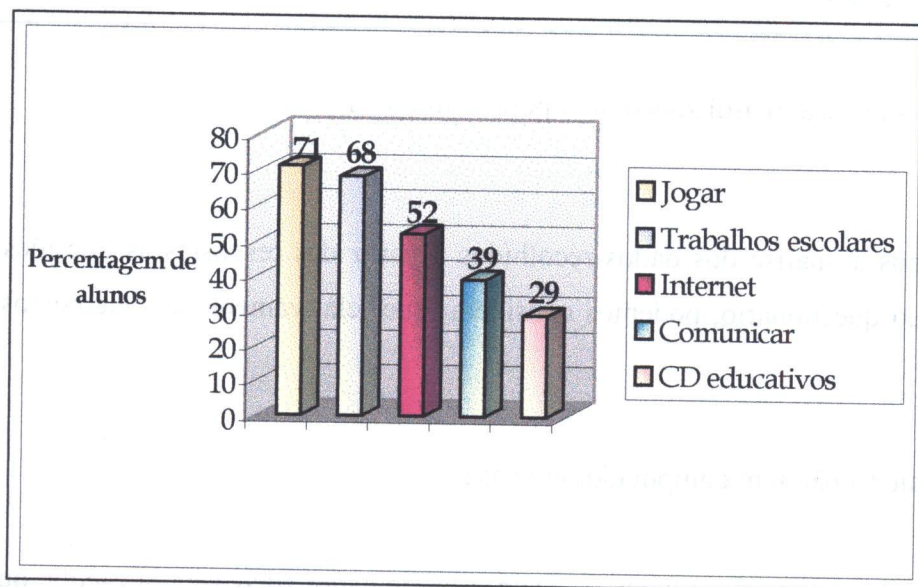


Figura 7 - Tipo de utilização do computador

- questão 4 - **prática de utilização de hiperdocumentos** - entre os elementos da amostra, 14 nunca navegaram na Internet; 8, muito raramente; 3, navegam uma vez por mês, em média; 3 uma vez por semana e outros 3, várias vezes por semana. Em termos percentuais, os resultados obtidos estão patentes no gráfico da figura 8. É de realçar que cerca de 44% dos alunos da amostra não têm prática de navegar na Internet, ou seja, desconhecem os sistemas hipertextuais.

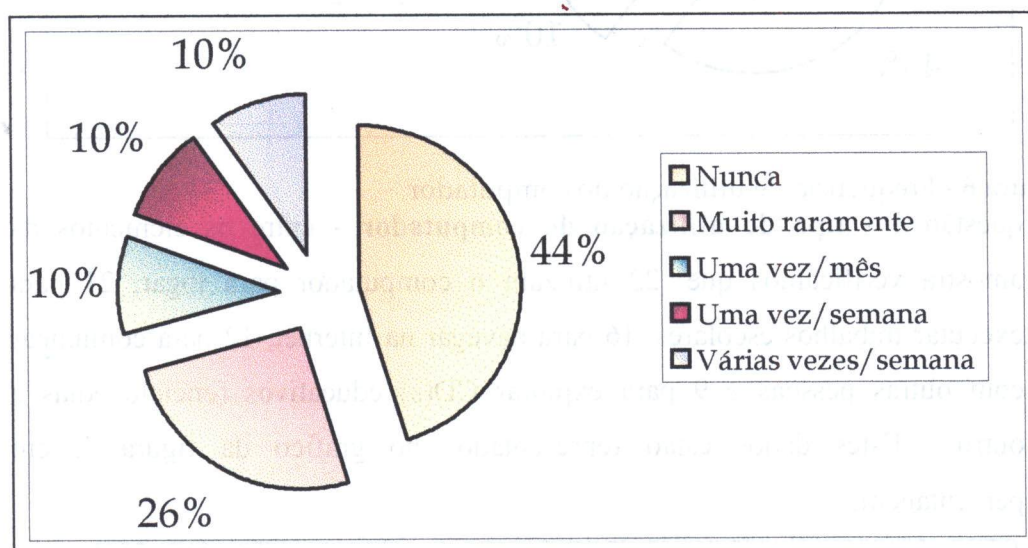


Figura 8 - Prática de utilização de hiperdocumentos

Após a análise dos dados recolhidos a partir das respostas às questões da parte I do questionário, podemos considerar que relativamente aos elementos da amostra:

- a maioria não tem computador em casa;
- mais de metade dos alunos utilizam o computador (de casa, da escola, ou de um amigo) muito raramente ou nunca o utilizaram;

- os que utilizam o computador, fazem-no maioritariamente para jogar e para executar trabalhos escolares. Os dados revelaram ainda que cerca de metade já navegou na Internet.

2. Hiperdocumentos aplicados

Na tentativa de responder ao problema inicial, e às questões de investigação, foi necessário utilizar dois hiperdocumentos com estruturas diferentes, ou seja, cuja informação estivesse organizada de modo completamente distinto. Apesar da tarefa exigente que sabíamos ter pela frente, e das nossas próprias limitações, pois como anteviu Lévy (1994),

[a] escrita [hipertextual] exigirá *equipas* de autores, um verdadeiro trabalho colectivo. Pensemos, por exemplo, em todas as competências requeridas para a realização de uma enciclopédia interactiva em CD-ROM: das especializações nos diferentes domínios cobertos pela enciclopédia, até aos conhecimentos especializados em informática, passando por essa nova arte da “encenação em ecrã interactivo” (p. 137-138);

propusemo-nos construir dois hiperdocumentos:

- ◆ um primeiro cuja exploração partiria de conceitos mais abrangentes para outros cada vez mais específicos, portanto, com uma organização hierárquica;
- ◆ um segundo hiperdocumento com uma estrutura completamente diferente, muito distinta da hierárquica, de modo a evitar explorações semelhantes à do primeiro, proporcionando ao utilizador, uma navegação mais de acordo com as suas opções e os seus raciocínios. Assim, tivemos a preocupação de escolher para este segundo documento, uma estrutura em rede (vide figura 9).

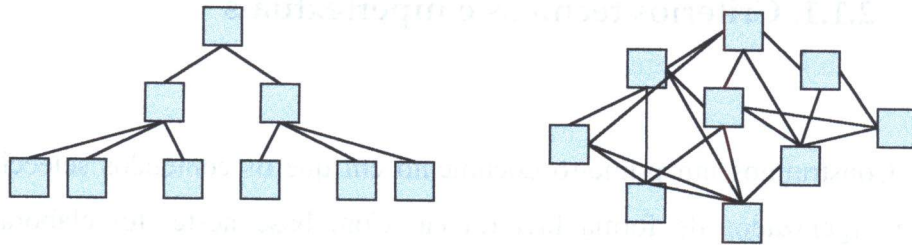


Figura 9 - Estrutura hipertextual hierárquica (à esquerda) e estrutura hipertextual em rede (à direita).

Passaremos a partir deste momento a denominar, o hiperdocumento com estrutura hierárquica, por documento A, e o hiperdocumento com estrutura em rede, por documento B.

2.1. Construção dos hiperdocumentos

Os documentos foram construídos no programa *Power Point 97*, utilizando para o efeito, conteúdos de Geologia. A elaboração destes documentos enquadra-se numa perspectiva construtivista da aprendizagem, dentro de um quadro teórico composto pela teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1980), pela teoria da Flexibilidade Cognitiva de Spiro *et al.* (1991) e pelo conceito de “zona de desenvolvimento potencial” de Vygotsky (1998), que se encontra descrito no capítulo II. É de referir ainda a categorização ontológica de Chi *et al.* (1994), que nos serviu de orientação na estruturação dos documentos.

Descrevem-se nos pontos seguintes, 2.1.1. e 2.1.2., os critérios técnicos, hipertextuais e conceptuais que presidiram à elaboração dos dois hiperdocumentos.

2.1.1. Critérios técnicos e hipertextuais

Construímos um primeiro documento em que os conteúdos seleccionados foram organizados de forma hierárquica. Com base neste, foi elaborado um segundo documento apenas por introdução de novas ligações e modificação das ligações já existentes. Obtivemos deste modo, dois documentos com a mesma informação mas com estruturas diferentes: um, hierárquico e outro, em rede (vide Capítulo II-2.1.3.- Formas de Organização Hipertextual). A construção dos hiperdocumentos teve por base as estruturas construídas previamente, que orientaram a sua elaboração e que foram sendo modificadas durante o processo (vide figuras 9 e 10).

A escolha do programa informático, *Power Point*, integrado no *Microsoft Office 97* obedeceu a critérios diversos. O programa informático escolhido deveria permitir a introdução de:

- elementos hipertextuais (botões de acção e hiperligações), por se tratar de hiperdocumentos;
- diversos tipos de representações: textos, imagens estáticas, imagens dinâmicas, sons e gráficos, pela definição de hiperdocumento que adoptámos;
- movimento nos vários elementos quando se passa de uma página a outra, podendo fornecer ao documento um carácter lúdico e motivacional de aprendizagem.

Para além dos aspectos já citados considerámos igualmente como argumentos importantes para a escolha do *Power Point*, o facto de:

- ser de fácil utilização, quando o tempo disponível que tínhamos para a elaboração dos hiperdocumentos era muito restrito;

- tratar-se de um programa que se encontra bastante generalizado, inclusivamente nas escolas, tornando-se simples a aplicação dos documentos construídos;
- permitir demonstrar que, qualquer professor que tenha conhecimentos mínimos de informática, na óptica do utilizador, pode desenvolver uma aplicação deste tipo, sendo passível de posterior modificação, pelo próprio ou pelos alunos, de acordo, por exemplo, com o nível de aprendizagem (vide Capítulo II-2.2.- O Professor como autor de hiperdocumentos).

Segue-se a descrição de alguns cuidados técnicos que tivemos na elaboração dos dois documentos. As páginas (diapositivos) foram configuradas com uma dimensão concordante com a do ecrã, de modo a permitir a sua completa visualização, de uma só vez, pelo utilizador. E como a leitura no ecrã se torna mais difícil e morosa que a do texto clássico, foram tidas algumas precauções de modo a evitar, a sobrecarga cognitiva, assim como, desencorajar a leitura (Capítulo II - 3.1. Problemas na Leitura dos hiperdocumentos), tais como:

- a utilização de um discurso claro e facilmente compreensível, com algumas simplificações mas evitando incorrecções científicas;
- a introdução de uma quantidade de texto, que considerámos ser, mínima e exclusivamente necessária;
- a utilização de tamanhos de letra não muito pequenos, entre 28 e 32 para o título das páginas e entre 14 e 20 para o corpo de texto e legendas. Só nos casos, cuja leitura pensámos ser por si própria mais motivante, foi utilizado o tamanho de letra 12, como por exemplo, nos “diálogos entre bichos” (figura 15).

Atribuimos um título a cada página de modo que o utilizador identifique facilmente o tema abordado, conforme é referido por alguns autores (William, citado por Almeida d'Eça, 1998), assim como a mesma cor e padrão a todas as páginas (diapositivos). Inserimos o título e os botões de navegação sempre na mesma zona da página, como se pode ver no exemplo da figura 10, de modo a tornar mais fácil o seu reconhecimento.

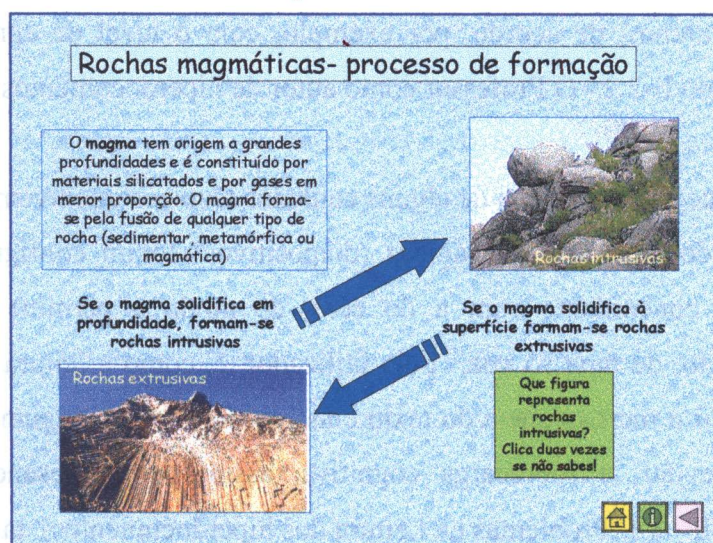


Figura 10 - Título situado no topo do diapositivo e botões de navegação, no canto inferior direito.

Construímos uma página inicial de apresentação (figura 11), para introduzir o utilizador na temática do documento e, uma segunda página (figura 12), que tem por finalidades: familiarizar o utilizador com o tipo de *design* utilizado (Pfaffenberger, 1997), fornecer-lhe instruções de navegação e pô-lo em contacto com os objectivos do documento.

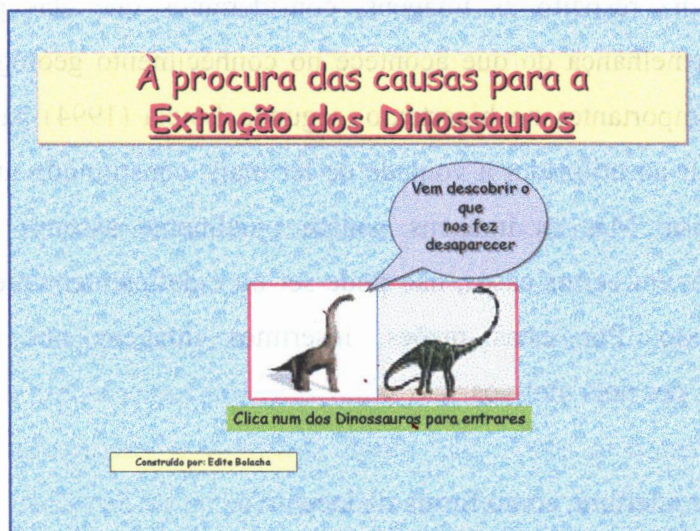


Figura 11 - Página inicial.

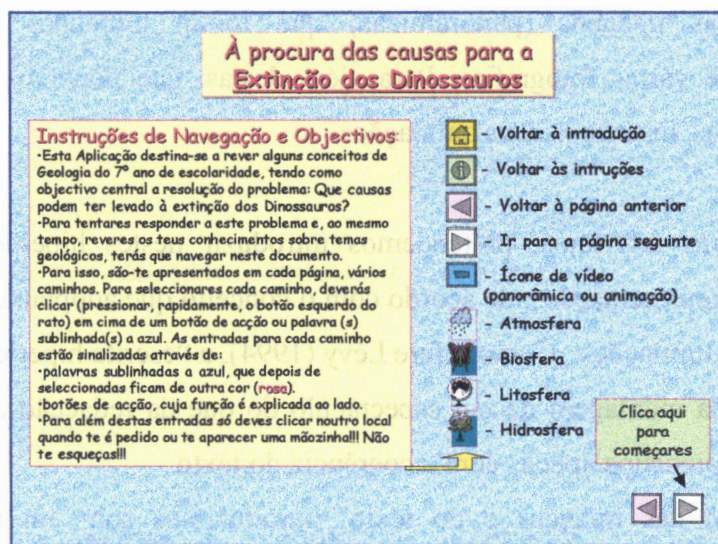


Figura 12 - Página de instruções e objetivos.

Assumimos durante a construção dos hiperdocumentos, a definição de hiperdocumento que defendemos no capítulo II (1.2. Conceitos de hipertexto). Como tal e para rentabilizar o programa utilizado, para além do texto, inserimos imagens estáticas, algumas animações e som.

No que diz respeito às imagens, consideramos que elas possuem, no hipertexto, à semelhança do que acontece no conhecimento geológico, funções variadas. São importantes no hipertexto, segundo Louka (1994) para quebrar a leitura e restituir ao utilizador a vontade de ler mais, constituindo uma forma de fazer uma pausa. Mas as imagens podem igualmente assumir uma função informativa que, em certos casos, não pode ser ou é deficientemente transmitida através do texto. Por estas razões, inserimos imagens nos documentos, essencialmente, por dois motivos:

- para quebrar a leitura, como forma de incentivo,
- e na maioria dos casos, para ilustrar e explicar conceitos geológicos.

As imagens inseridas são de diferentes tipos: mapas, fotografias, desenhos, gráficos e duas imagens (panorâmicas) que foram montadas através da sobreposição de várias fotografias. Para além destas, que podemos considerar imagens estáticas, inserimos duas animações.

Como atrás referimos, pretendemos introduzir nestes hiperdocumentos, vários tipos de representações, de acordo com o conceito que adoptámos e com as nossas próprias limitações. Como refere Lévy (1994), a “escrita hipertextual” está mais próxima da montagem de um espectáculo do que da redacção clássica, na qual o autor se preocupa apenas com a coerência do texto.

Para além das imagens e do texto, introduzimos som em alguns dos diapositivos. Apenas em alguns, de modo a introduzir um efeito surpresa e, evitando ao mesmo tempo, uma certa saturação. Introduzimos dois tipos de sons:

- música,
- efeitos sonoros.

Tentámos que a introdução desses sons tivesse alguma relação com o assunto tratado, sem que essa associação tenha que obrigatoriamente ser efectuada pelo utilizador.

As interfaces gráficas, vulgarmente conhecidas por ícones, inseridas nos documentos, são de dois tipos - fornecidos pelo programa e novos (criados por nós) - e, têm funções diversas. Em conjunto permitem que o utilizador se movimente no hiperdocumento. Utilizámos cinco ícones que o programa fornece e criámos quatro ícones novos (vide figura 13). Como se tratam de botões de orientação (à excepção do de vídeo), e para que fossem facilmente reconhecidos, situámos os ícones do programa sempre na mesma zona de cada página e mantivemos as suas cores.

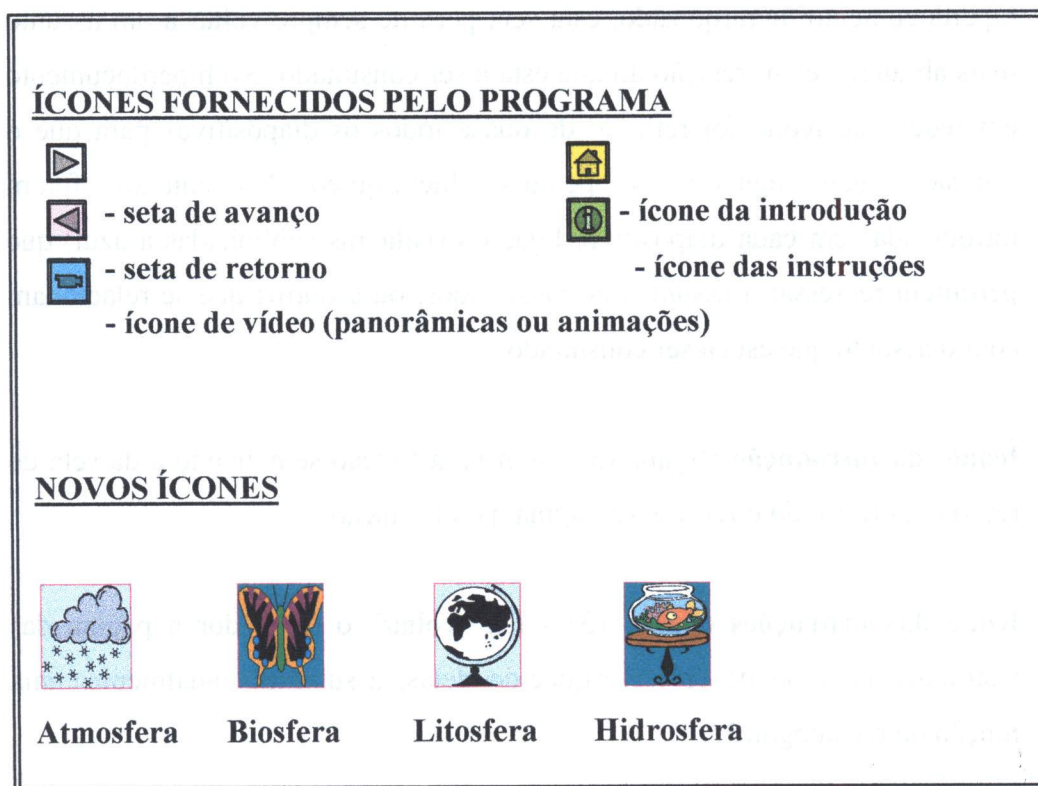


Figura 13 - Ícones introduzidos nos hiperdocumentos.

Funções dos ícones:

- **Seta de avanço** (figura 13) - só existe na página das instruções e serve para o utilizador iniciar a sua navegação.
- **Seta de retorno** (figura 13) - inserida em quase todos os diapositivos do hiperdocumento hierarquizado, permite que o utilizador volte a páginas já consultadas, possibilitando uma reorientação do seu percurso, ao mesmo tempo que introduz uma dimensão metacognitiva (vide Capítulo 2- O hipertexto como ferramenta cognitiva em ambientes de aprendizagem construtivista). Deste modo, o aluno pode reflectir e controlar a sua própria aprendizagem ou as estratégias alternativas a que recorre (Morgado, 1998). No hiperdocumento hierarquizado, esta seta permite sempre voltar a um assunto mais abrangente em relação ao que está a ser consultado. No hiperdocumento em rede, este ícone foi retirado de quase todos os diapositivos para que o utilizador não seguisse um percurso hierárquico. No entanto, foram introduzidas em cada diapositivo, ligações (palavras sublinhadas a azul) que permitem regressar a assuntos já consultados, ou a outros que se relacionam com o assunto que está a ser consultado.
- **Ícone da introdução** (figura 13) - tem uma função semelhante à da seta de retorno, permitindo o regresso à página da introdução.
- **Ícone das instruções** (figura 13) - faz “voltar” o utilizador à página das instruções no caso de se ter esquecido delas, assumindo igualmente, uma função de metacognição.

Os quatro ícones que acabámos de referir, têm a função de orientar o utilizador, evitando a sua desorientação e o “tipo de visão em túnel” típica do navegador de hiperdocumentos (descrito no capítulo II- 3.1.- Problemas na leitura

de hiperdocumentos). No documento em rede, em que os problemas decorrentes da sua leitura podem ser maiores, apesar de termos suprimido quase todas as setas de retorno, introduzimos maior número de hiperligações (palavras sublinhadas a azul). Tentámos que estas hiperligações fornecessem ao aluno diversos percursos, que cada um escolherá de acordo com as suas preferências. No entanto, evitámos a inserção de um número exagerado de hiperligações que, introduziriam um efeito contrário ao pretendido, aumentando substancialmente a probabilidade de desorientação espacial e conceptual.

Para além dos já referidos ícones, introduzimos o:

- **Ícone de vídeo** (figura 13) - permite a ligação a animações e panorâmicas.

Os quatro **ícones novos** que representam cada um dos subsistemas da Terra, têm o objectivo de levar os alunos a estabelecer a relação entre o ícone e o objecto de conhecimento, que pode ser realizada por intuição ou por descoberta. Como refere Louka (1994), é vantajoso utilizar símbolos já previamente estabelecidos, mas podem ser criados novos símbolos desde que sejam facilmente relacionáveis com os objectos que representam (*ibidem*). Foi de acordo com esta ideia que tentámos criar estes quatro ícones que pensamos ser de fácil associação com cada um dos subsistemas terrestres que pretendem representar (vide figura 13).

Foram inseridas questões em vários dos diapositivos, cuja resposta é visualizada através da interacção do rato com o ecrã (“clitando”). O aluno é convidado a tentar responder a estas perguntas, antes de conhecer a resposta correcta, ou seja antes de fazer interactuar o rato com o ecrã, possibilitando que reflecta sobre a sua própria aprendizagem (Cates, 1992) ao mesmo tempo que é estimulada a sua curiosidade (vide figura 13). Deste modo, o documento torna-se mais interactivo, permitindo que os alunos se comprometam activamente na construção do seu conhecimento (Rossner-Merril *et al.*, 1998).

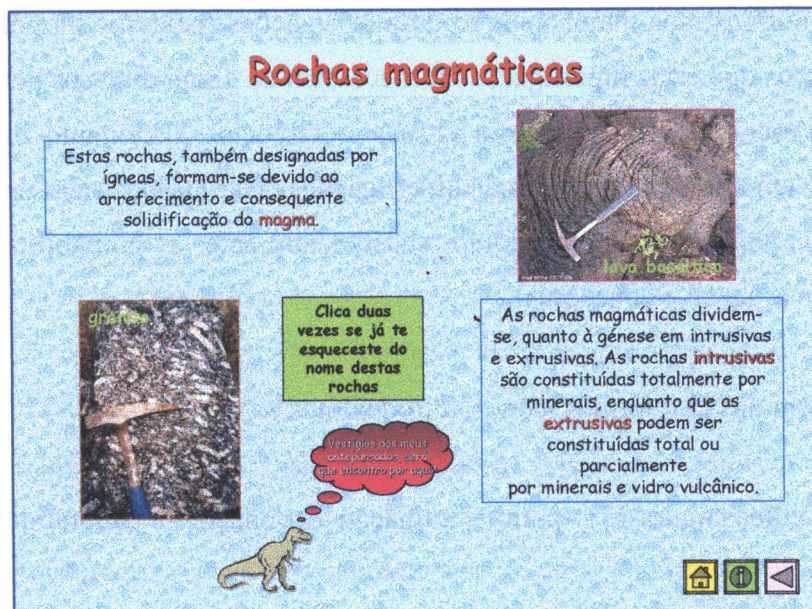


Figura 14 - Neste diapositivo pede-se ao aluno que “clique”, no caso de se ter esquecido dos nomes das rochas (que inicialmente, não fazem parte do diapositivo). O aluno tentará relembrá-los (granito e lava basáltica), mas se o não conseguir, eles aparecerão ao “clique” no diapositivo.

Os monólogos, pensamentos e diálogos entre “bichos” (vide exemplos da figura 15), para além de introduzirem um carácter lúdico que nos parece ser importante e motivante no processo de aprendizagem, têm a função de levantar questões conceptuais (algumas, éticas) e estimular o pensamento crítico. Quanto à introdução de efeitos especiais (movimento dos vários elementos quando se passa de um diapositivo para outro) que este programa permite, acreditamos que pode ter uma componente motivadora, tornando os documentos mais atractivos e estimulantes.



Figura 15 - Exemplos dos diálogos, pensamentos e monólogos dos animais representados nos dois hiperdocumentos.

Apesar de termos consciência de que a inserção de um mapa de orientação poderia evitar a desorientação do utilizador, principalmente no hiperdocumento em rede, optámos por não introduzi-lo. A justificação prende-se com a natureza das questões da investigação. O mapa de orientação poderia influenciar os resultados do estudo.

2.1.2. Selecção e organização dos conteúdos

Para tentar investigar possíveis relações entre a organização hipertextual e o tipo de aprendizagem daí decorrente, num quadro teórico que cruza os aspectos das aprendizagens significativas subordinadas (superordenadas) e combinatórias da teoria da Aprendizagem Significativa com a Teoria da Flexibilidade Cognitiva (vide Capítulo II-4.- As teorias da aprendizagem e a tecnologia hipertexto), era necessário encontrar um conjunto de conteúdos com alguma complexidade, que permitisse cruzar “paisagens conceptuais” (Spiro *et al.*, 1991) e que ao mesmo tempo, não desprezasse os conhecimentos prévios dos alunos. Pelo exposto, e “porque o software educativo deve ser concebido envolvendo (...) a integração do currículo já existente” (Teodoro, 1995), seleccionámos conteúdos de Geologia do novo programa da disciplina de Ciências da Terra e da Vida (passar-se-á a denominar Biologia e Geologia) do 10º ano de escolaridade, que se encontra, ainda, numa fase de proposta.

No novo programa de Geologia da disciplina referida, apresentada, em Maio de 2000, no ponto (1.1.) referente aos Princípios Orientadores e Objectivos, dá-se particular ênfase ao papel do aluno como construtor do seu próprio conhecimento e à importância do estabelecimento de “conexões entre os conceitos e os modelos explicativos que os alunos possuem e os novos conhecimentos” (Silva *et al.*, 2000, p. 3). Os autores destacam ainda a importância da actividade investigativa na aprendizagem das ciências e do conhecimento do modo como se foi construindo a ciência. Também no capítulo “Sugestões Metodológicas Gerais” é aconselhada a utilização das TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação) como “suporte na pesquisa de informação” (*ibidem*, p. 6). Foi com base nos pressupostos anteriores, nos objectivos didácticos apresentados pelos autores deste novo programa, que são os seguintes:

- rever concepções adquiridas em anos anteriores;
- reforçar conceitos considerados estruturantes no conhecimento geológico;
- caracterizar as Ciências da Terra através da identificação dos seus métodos próprios de investigação e dos seus princípios básicos de raciocínio;
- reconhecer a importância das controvérsias e rupturas conceptuais na construção do conhecimento geológico, na perspectiva de que a Ciência não deve ser encarada como um acumular gradual e linear de conhecimentos (p. 16);

e no tema I -“A Geologia, os Geólogos e os seus Métodos” do novo programa (*ibidem*, p. 15), que elaborámos as estruturas dos dois hiperdocumentos (primeiro, do hierárquico e, em seguida, do documento em rede, como referimos no ponto 1.1.1. deste capítulo).

Para construirmos o primeiro documento, procedemos à organização dos conteúdos seleccionados. Para tal, escolhemos critérios de acordo com o problema, as questões de investigação e o quadro teórico em que nos apoiámos. Considerámos importante tentar separar conceitos de maior facilidade de compreensão, de outros mais complexos, ou seja, que são mais difíceis de aprender.

Para efectuarmos essa divisão, baseámo-nos na categorização de fenómenos e objectos geológicos que abordámos no capítulo III, assim como numa das possíveis categorizações das entidades científicas propostas por Chi *et al.* (1994). Na opinião destes autores, as entidades científicas pertencem a diversas categorias, como por exemplo, os materiais (objectos) e os processos. Acontece que, nas aprendizagens iniciais ou introdutórias, os alunos tendem a categorizar os processos como materiais. Para Chi *et al.* (1994), as diferenças entre o estatuto ontológico (categorização) das concepções iniciais e das concepções científicas são susceptíveis de dificultar as aprendizagens. Ou seja, se as concepções iniciais

do aluno não são correctamente classificadas, então a sua aprendizagem é difícil, porque o processo de mudança conceptual é dificultado quando está em jogo uma mudança de categorias ontológicas.

De acordo com este tipo de argumentação e com a nossa experiência pedagógica, supomos que, em geral, os conceitos pertencentes à categoria matéria são conceitos simples, cuja compreensão, envolve raciocínios descritivos/classificativos, enquanto que os conceitos que se integram nas categorias processos e métodos, por interrelacionarem frequentemente diferentes objectos e entidades abstractas, são mais complexos, exigindo no decurso da sua aprendizagem, o desenvolvimento de raciocínios explicativos/interpretativos.

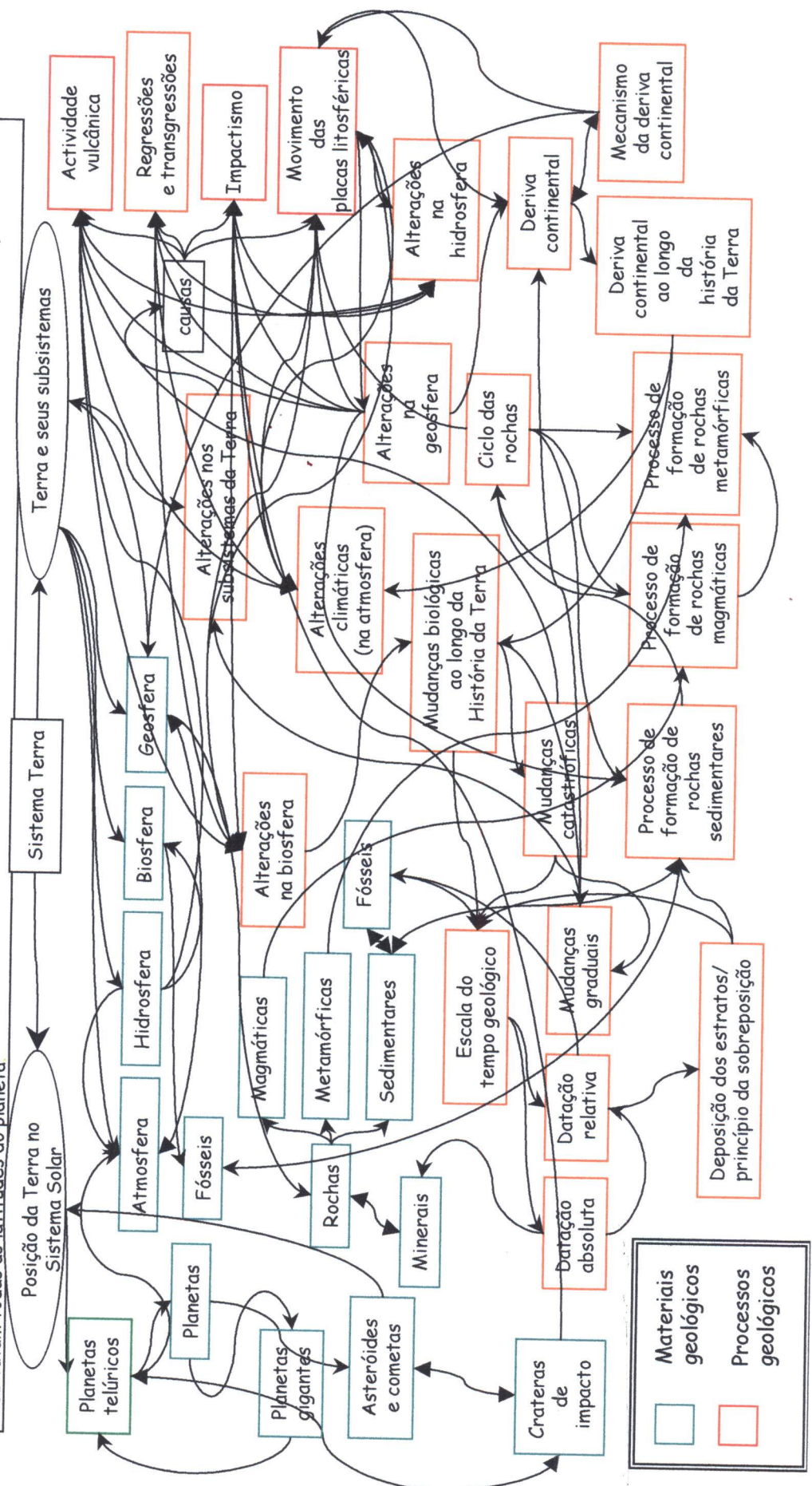
A hierarquização que efectuámos para servir de guião à produção do documento A (vide figura 16), para além de se basear na divisão entre **materiais**, **processos** e **métodos geológicos**, também teve em conta os nossos próprios esquemas mentais ou redes semânticas (Bonneau, 1997), ou seja, as interrelações mentais que construímos e refizemos à medida que fomos estruturando o documento, juntamente com a tentativa de prever como esta organização de informação vai ser explorada pelo utilizador (*ibidem*). O mesmo se aplica ao segundo documento (em rede), exceptuando-se a divisão entre materiais e processos, como é óbvio (vide figura 17).

Grande parte dos conceitos seleccionados, fazem parte dos que são leccionados no sétimo ano de escolaridade, enquanto outros, sendo relacionáveis com os primeiros, introduzem uma terminologia nova para os alunos. Estes serão, deste modo, levados a lembrar o que aprenderam, os seus conhecimentos prévios, e por outro lado, poderão relacionar esses conhecimentos com outros menos familiares.

Figura 17 - Estrutura Inicial do Documento B

PROBLEMA INICIAL: PORQUE SE EXTINGUIRAM OS DINOSSAUROS?

Ao longo da história da Terra, aconteceram repetidamente extinções de muitas espécies biológicas- **EXTINÇÕES MACIÇAS**. A mais divulgada, apesar de não ter sido a maior, foi a que atingiu, além de outras espécies, os **Dinossauros**, seres que possuíam dimensões variadas e que habitavam todas as latitudes do planeta.



Materiais geológicos

Processos geológicos

3. Técnicas de recolha de dados

Em estudos de caso, utilizam-se como técnicas de recolha de dados, normalmente: a observação, a entrevista, a análise documental e o questionário. Destas, excluimos a análise documental e a entrevista; a primeira por não se integrar no tipo de estudo em causa e a segunda, por não dispormos de tempo suficiente para a realizar. O questionário, por ser um instrumento de observação em que o aluno não contacta directamente com o investigador para responder às questões propostas, ao contrário da entrevista, permite-nos obter informações, de forma relativamente rápida, sobre as representações e os raciocínios que cada aluno poderá desenvolver por interacção com o hiperdocumento que explorar.

Como referimos, no estudo de caso e, particularmente, em investigação educacional é frequente, que o investigador seja um “instrumento” de recolha de dados, por isso escolhemos como segunda técnica, a observação. Utilizámos ainda uma outra técnica, os mapas de conceitos. A utilização simultânea destas três técnicas permite-nos a triangulação de dados.

3.1. Papel da investigadora na observação

Ao desenvolver a investigação na escola onde habitualmente lecciona, em turmas de que é professora, a investigadora tem a vantagem de melhor caracterizar o ambiente em que decorre a investigação assim como a amostra escolhida. A professora assume-se assim como investigadora perante os seus alunos. Este tipo de observação em que o investigador assume o seu papel perante

a amostra é designado, segundo Carmo & Ferreira (1998), por observação participante.

Para além de entender melhor os comportamentos dos indivíduos que compõem a amostra, o investigador que não é proveniente de fora da comunidade escolar, beneficia do facto da sua presença não ser vista como a de um intruso, não produzindo assim sentimentos de desconfiança (*ibidem*).

No entanto, para que seja mantida a objectividade na observação participante, é necessária uma permanente disciplina por parte da investigadora/professora, de modo que a sua presença não interfira na recolha de dados. Também em relação aos indivíduos da amostra, o papel do investigador exige uma prévia negociação sobre os seus próprios limites (*ibidem*).

Para que a nossa observação fosse mais produtiva e eficaz, construímos a grelha de observação 1 (Anexo IV) e, seleccionámos *a priori* alguns indicadores que fizemos constar da grelha de observação 2 (Anexo IV). De acordo com Carmo & Ferreira (1998), os indicadores são instrumentos construídos “com o objectivo de revelar certos aspectos pertinentes de uma dada realidade, de outro modo não perceptíveis, com o fito de a estudar, de a diagnosticar ou de agir sobre ela” (p.99). Os indicadores que escolhemos foram seleccionados de acordo com a nossa experiência pedagógica, com os resultados do pré-teste que efectuámos e com as questões de investigação.

Neste estudo, no entanto, a observação participante constitui-se como um instrumento auxiliar da pesquisa, complementando os outros instrumentos: o questionário e os mapas de conceitos.

3.2. Questionário/ficha de exploração

Tratando-se de um estudo em que a observação é participante, a utilização simultânea do questionário torna o estudo mais objectivo visto que este permite minimizar a interacção entre investigador e inquiridos (Carmo & Ferreira, 1998).

O questionário é um instrumento que facilita a recolha rápida de informações (Bell, 1997), tornando-se vantajoso numa investigação pedagógica pelo carácter muito preciso e formal da sua construção e da sua aplicação prática (Quivy & Campenhoudt, 1998). Este instrumento é aconselhado por Ghigliione & Matalon (1997) quando se pretende conhecer uma grande variedade de comportamentos de um indivíduo ou quando é necessário compreender fenómenos como as atitudes, opiniões ou representações, que só são conhecidas de forma prática pela linguagem e que raramente se exprimem de forma espontânea (*ibidem*). Através deste instrumento também é possível tentar investigar o que se “passa” na mente do aluno num determinado momento.

Pelas razões apontadas e pelo tipo de estudo que estamos a efectuar em que se investigam os raciocínios dos alunos pensamos que o questionário é um instrumento de recolha adequado.

3.2.1. Elaboração do questionário

Para que a partir das respostas dadas ao questionário fosse possível retirar algumas conclusões que relacionem o tipo de organização hipertextual com os raciocínios daí decorrentes, pediu-se aos alunos que respondessem às questões das

parte II e III do questionário à medida que iam explorando o hiperdocumento. Por isso, chamámos ao questionário, “ficha de exploração” (vide Anexo III). Como tem sido realizado por outros investigadores na área do hipertexto (Gomes, 1994; Sousa, 1996), vamos utilizar este tipo de ficha, não só como instrumento de recolha de dados, mas também como forma de orientar os alunos na exploração do hiperdocumento e de conduzi-los à informação pretendida.

Das instruções prévias que preenchem o rosto da ficha, fizemos constar a principal finalidade do seu preenchimento, assim como o apelo à participação dos alunos, ressaltando que as respostas não tinham peso na avaliação e que eram confidenciais. Posteriormente, dividimos a ficha em três partes.

Na **parte I** introduzimos uma caixa a ser preenchida com os dados pessoais do aluno, importantes para a caracterização da amostra quanto ao sexo e idade, e para não considerarmos como abrangidos pelo estudo os indivíduos que se encontravam inscritos pela segunda vez na disciplina. Esta acção pretende colocar em igualdade relativa, de circunstâncias, todos os alunos da amostra quanto aos seus conhecimentos prévios.

As questões da parte I são importantes para caracterizar a amostra quanto ao grau de familiaridade com o computador e com os sistemas hipertextuais, pois a prática de utilização de interfaces materiais (rato e teclado) e gráficas (ícones e hiperligações) tem influência na consulta e exploração de hiperdocumentos.

A formulação das perguntas da parte II teve por base as questões e os objectivos de investigação (os objectivos de cada questão constam do quadro V):

- Na **parte II** introduzimos vários tipos de questões com objectivos diferentes. Com a questão 1 pretendemos saber se os alunos conseguem distinguir materiais, processos e métodos geológicos, enquanto que as respostas à questão 2, podem-nos permitir saber se os alunos conseguem hierarquizar e

relacionar diferentes conceitos. A questão 3 contém problemas que os alunos serão convidados a tentar resolver. Ao contrário das outras, esta questão (3) exigirá, em maior grau, raciocínios de natureza explicativa e interpretativa. Ainda relativamente à parte II e ao tipo de perguntas, a única questão fechada é a 1.1. em que se pretende que os alunos classifiquem os diferentes conceitos apresentados. A pergunta 1.2., que é uma pergunta aberta, pretende ser uma questão de controlo da 1.1., destina-se a verificar a sua veracidade (Carmo & Ferreira, 1998). Todas as restantes são questões abertas de modo a permitir que o aluno apresente e explique as suas ideias em relação aos assuntos propostos.

Na elaboração da ficha foram igualmente tidas em conta:

- a clareza do discurso e a objectividade das instruções e das questões para o nível etário a que se destinam, de modo a não suscitar dúvidas a quem vai responder e a minimizar a interacção entre a investigadora e os inquiridos,
- o aspecto e disposição gráfica de modo que o aluno não tenha dúvidas quanto ao local da resposta e que sinta motivação suficiente para responder à ficha.

Quadro V - Objectivos e tipos de questões que constituem a parte II do questionário.

Nº	Tipo de pergunta		Objectivos
	Aberta	Fechada	
1.1		X	Verificar se os alunos conseguem distinguir materiais geológicos (conceitos simples) de processos geológicos (conceitos complexos) e de métodos geológicos (conceitos complexos).
1.2.	X		Verificar se os alunos conseguem distinguir materiais geológicos (conceitos simples) de processos geológicos (conceitos complexos) e de métodos geológicos (conceitos complexos). Verificar se os alunos compreendem o conceito de material geológico. Verificar se os alunos compreendem o conceito de processo geológico. Verificar se os alunos compreendem o conceito de método geológico.
2	X		Verificar se os alunos conseguem estabelecer relações, hierarquizadas ou não, entre conceitos. Averiguar a influência exercida pelos dois documentos hipertextuais (A e B), na maior ou menor facilidade com que os alunos estabelecem relações entre conceitos (materiais/materiais, processos/processos, materiais/processos, materiais/métodos, processos/métodos e métodos/métodos).
3	X		Averiguar a influência exercida pelos dois documentos hipertextuais: a) na elaboração de raciocínios interpretativos/explicativos a partir da informação disponível. b) na compreensão de conceitos complexos à custa da combinação de outros conceitos.

3.3. Mapa de conceitos

Ao constatararmos, através do pré-teste realizado e dos comentários dos especialistas que validaram o questionário, que este era demasiado extenso para ser preenchido numa aula de 50+50 minutos, e que as questões que exigiam a construção de mapas de conceitos (vide questões 2 da parte II e parte III do questionário inicial - Anexo III), traziam alguma dificuldade, visto os alunos não se encontrarem familiarizados com este instrumento, decidimos:

- Encurtar o questionário, retirando-lhe as questões 2 e 5 da parte II e a parte III do questionário inicial (vide Anexo III),
- Realizar uma actividade (2) em que os alunos fossem convidados a construir um mapa de conceitos,
- Dar aos alunos algumas explicações sobre mapas de conceitos e treiná-los na sua construção em aulas anteriores à da exploração do hiperdocumento.

O mapa de conceitos, ou mais frequentemente designado por mapa conceptual, é uma ferramenta para representar o conhecimento (Novak, 1998). Habitualmente, os mapas conceptuais são utilizados para “representar relações significativas entre conceitos na forma de proposições” (Novak & Gowin, 1996, p. 31), em que uma proposição consiste em “dois ou mais termos conceptuais ligados por palavras” (*ibidem*). Por sua vez, os conceitos podem ser dispostos de uma forma hierárquica em que os mais gerais se situam no topo aos quais se ligam os conceitos cada vez mais específicos (Novak & Gowin, 1996). Deste modo, os mapas conceptuais podem clarificar ou pôr em evidência relações hierárquicas (de subordinação e de superordenação) entre conceitos (Moreira, 1993).

Este tipo de instrumento pode ser utilizado por professores e alunos para esquematizar um conjunto de ideias-chave de um episódio de aprendizagem (Novak & Gowin, 1996).

Se como refere Moreira (1993) entendermos a estrutura cognitiva de um indivíduo, numa certa área do conhecimento, como o conteúdo e a organização conceptual das suas ideias nessa área, podem ser usados mapas conceptuais como instrumentos para representar a estrutura cognitiva do aluno. Através deles, o professor pode adquirir informações sobre o modo como o aluno estrutura, diferencia, integra, hierarquiza os conceitos básicos de um determinado assunto (Moreira, 1993). De acordo com o mesmo autor (*ibidem*, 1997), os mapas conceptuais podem ser utilizados para mostrar relações significativas entre conceitos ensinados em uma única aula, numa unidade de estudo ou num curso inteiro.

No presente estudo, utilizámos mapas conceptuais, principalmente como instrumento de investigação (Novak & Gowin, 1996) que nos pode ajudar a reconhecer se os alunos conseguem relacionar e hierarquizar conceitos, a partir da exploração de um hiperdocumento. Segundo Moreira (1997) os mapas conceptuais não são auto-instrutivos, pelo que devem ser explicados pelo professor e só devem ser utilizados como meio de investigação se anteriormente, os alunos já estiverem familiarizados com eles (Moreira, 1997; Novak & Gowin, 1996). Deste modo, os alunos foram convidados a construir um mapa de conceitos, depois de já terem tido contacto com este tipo de representações. Tinham que representar no mapa as várias causas da extinção dos dinossauros sugeridas pela exploração do hiperdocumento. Os objectivos desta actividade foram os seguintes:

- ajudar os alunos na exploração do hiperdocumento,
- levá-los a estabelecer relações hierárquicas e não-hierárquicas entre conceitos,

- averiguar a influência de uma (hierárquica) e outra (em rede) das estruturas hipertextuais, em causa, sobre a elaboração dos mapas, nomeadamente, do estabelecimento de relações entre os conceitos,
- conduzi-los à resolução do problema: porque se extinguiram os dinossauros?

É proposto por Novak (2000) que a construção de um mapa conceptual seja iniciada pela identificação de "uma questão inicial que refira o problema" (p. 227). Como tal, propusemos aos alunos que a construção dos seus mapas se centrasse na questão: quais as causas possíveis para a extinção dos dinossauros?

Algumas das modificações no plano de actividades resultaram como já referimos da validação dos materiais, descrita no ponto 4.

4. Validação de materiais

Para validar os materiais a aplicar, os hiperdocumentos e a ficha de exploração, de modo a introduzir alterações que garantissem a sua adequação e qualidade:

- Realizámos um pré-teste com alunos, sensivelmente, do mesmo nível etário que os da amostra (15-16 anos).
- Pedimos o comentário a seis especialistas, de diversas áreas: Geologia, Didáctica da Geologia e Tecnologias de Informação e Comunicação.

A cada especialista foi enviado o seguinte material:

- uma carta de apresentação solicitando a validação dos materiais (Anexo III),
- uma ficha de exploração a preencher pelos alunos (Anexo III),
- uma ficha de exploração, igual à anterior quanto às questões formuladas, a que foram acrescentadas algumas respostas possíveis assim como os objectivos para cada questão (Anexo III),
- a estrutura inicial do documento A (vide figura 16),
- a estrutura inicial do documento B (vide figura 17),
- um Cd-Rom com os documentos A e B gravados (respectivamente, “hiper1cd” e “hiper2cd”) conjuntamente com os ficheiros externos (animações e panorâmicas).

Os objectivos e resultados do pré-teste e da validação do questionário e dos hiperdocumentos, assim como as alterações efectuadas posteriormente nestes materiais, resumem-se nos pontos seguintes.

4.1. Pré-teste

A testagem dos hiperdocumentos com indivíduos da mesma faixa etária da amostra seleccionada teve como objectivo, verificar se:

- a linguagem utilizada era facilmente compreendida;
- o grau de dificuldade exigido era adequado a este nível etário;
- as perguntas do questionário eram entendidas do mesmo modo por todos os indivíduos;
- a navegação em qualquer dos dois documentos era acessível e não trazia muitos dos problemas descritos a ela associados;
- o tempo despendido na exploração e no preenchimento simultâneo do questionário não ultrapassava uma hora e trinta minutos.

Os cinco indivíduos que se voluntarizaram para o pré-teste, quatro do sexo masculino e um do sexo feminino, com idades de quinze e dezasseis anos, são alunos do primeiro agrupamento (Científico-Natural) da Escola Secundária Quinta do Marquês, em Oeiras. Apenas o indivíduo do sexo feminino possuía *a priori*, conhecimentos prévios semelhantes aos dos indivíduos da amostra, por ainda não ter frequentado a disciplina de Ciências da Terra e da Vida do 10º ano. A altura do ano em que foi possível a realização deste pré-teste, Julho, não nos permitiu encontrar indivíduos que, *a priori*, se situassem no mesmo nível de conhecimento que os indivíduos da amostra, ou seja, que ainda não tivessem frequentado a disciplina de Ciências da Terra e da Vida do 10º ano.

É importante, no estudo principal, que os indivíduos possuam o mesmo nível de conhecimentos prévios, porque aqueles que conhecem ou manifestam alguma familiaridade com o assunto em estudo, têm apenas como dificuldade a

adaptação ao funcionamento do hiperdocumento, enquanto que os outros, a esta dificuldade, associa-se o desconhecimento conceptual (Carvalho, 1999).

Os cinco voluntários foram distribuídos aleatoriamente, por dois grupos:

- grupo I - constituído por três indivíduos que exploraram o documento A (hierárquico),
- grupo II - constituído por dois indivíduos que exploraram o documento B (em rede).

Para além da limitação já apontada, ou seja, de quatro dos indivíduos terem já adquirido e aprofundado alguns dos assuntos referidos nos hiperdocumentos, houve outra limitação neste pré-teste. A altura do ano em que decorreu não terá sido a mais conveniente, limitando a motivação dos intervenientes (que já se encontravam em férias), particularmente no que diz respeito ao preenchimento do questionário.

À medida que, individualmente, cada aluno ia realizando o pré-teste fomos anotando as dificuldades observadas, assim como o tempo utilizado na realização das tarefas pedidas. No final do desempenho, convidámos cada elemento a expressar as suas críticas e comentários quanto ao hiperdocumento explorado e ao questionário.

Da observação efectuada e do que foi referido por cada indivíduo, retirámos as seguintes conclusões.

Ficha de exploração:

- algumas questões suscitaram dúvidas (a 3 da parte I, a 3 e a 5-b da parte II), por não serem claras para estes alunos,
- espaço de resposta, numa das questões (uma alínea da questão 2 da parte II), foi, para um dos alunos, insuficiente,

- nas instruções, algumas frases deveriam estar sublinhadas, para dar ênfase às tarefas solicitadas (nomeadamente nas instruções e na pergunta 3 da parte II),
- a ficha na sua totalidade foi considerada demasiado extensa.

Hiperdocumentos:

- quase todos os alunos afirmaram que, em dada altura, se perderam, tendo um deles acrescentado que seria necessário “uma coisa para a gente se orientar...”;
- a cor cinzento-claro das ligações já seleccionadas, tornou-as pouco perceptíveis, o que poderá ter provocado alguma desorientação;
- os ícones novos foram pouco seleccionados pelos alunos, passando um pouco despercebidos;
- o elemento que ainda não frequentou o 10º ano considerou, a linguagem utilizada, um pouco complicada;
- a existência de dois diapositivos com a mesma designação (Fósseis), provocou alguma confusão;
- dois dos alunos gastaram mais de duas horas para responder ao questionário;
- ao contrário do que se poderia supor, os alunos consideraram o questionário extenso, mas não os hiperdocumentos.

O tempo despendido, por cada aluno, na exploração e preenchimento da ficha encontra-se representado no quadro VI.

Quadro VI - Tempo despendido por cada aluno no pré-teste.

CÓDIGO DO ALUNO	HIPERDOCUMENTO EXPLORADO	TEMPO DESPENDIDO
1	A	> 2 horas
2	B	1.10 horas (70 min)
3	A	1.35 horas (95 min)
4	B	1.20 horas (80 min)
5	A	> 2 horas

Devido ao facto de alguns alunos terem demorado muito tempo a explorar o hiperdocumento, de certas perguntas terem suscitado dúvidas, e de termos verificado que manifestaram dificuldade na resposta a certas questões, achámos conveniente introduzir alterações nos hiperdocumentos assim como no questionário. Como os alunos não consideraram os hiperdocumentos demasiado extensos, optámos por não reduzi-los, reservando esta modificação apenas para o questionário.

4.2. Validação dos hiperdocumentos

Entre os seis especialistas, contavam-se cinco professores universitários, dois da área da Didáctica, um das áreas da Geologia e Paleontologia, um da área da Geologia e da utilização das *TIC (Tecnologias de Informação e Comunicação)* em Geologia e em Ensino da Geologia, um da área da utilização das *TIC* no Ensino e, finalmente, um professor de Geologia do Ensino Secundário com experiência na produção de manuais escolares e na utilização das *TIC* em sala de aula.

Dos comentários fornecidos pelos seis especialistas, destacamos os mais significativos em cada uma das áreas solicitadas:

1. Rigor científico

- Sendo que o problema principal é “Quais as causas da extinção dos dinossauros?” e, um dos objectivos do hiperdocumento, conduzir os alunos a apontar as diversas causas possíveis, foi realçada a existência de um desequilíbrio a favor do “impactismo” em detrimento das causas graduais.
- O termo “geosfera” foi considerado controverso, pelo facto, de existirem, inclusivamente, nos glossários geológicos, várias definições.
- Foi criticada a colocação dos conceitos: “princípio da sobreposição”, “escala de tempo geológico”, “datação absoluta” e “datação relativa”, na categoria **processos geológicos**.
- Foi considerado pouco correcto o termo “datação absoluta”, visto que, em rigor, nenhuma datação é absoluta. Foi aconselhada a substituição do adjectivo absoluta por um dos seguintes termos: numérica, isotópica.
- Foi criticada a existência de dois diapositivos cujo título é exactamente igual (Fósseis).
- Foi referido por um dos especialistas que “Regressões e Transgressões” não são causas das alterações dos sistemas terrestres mas, sim consequências de algumas delas. Outros dois especialistas consideraram

que este tema seria dispensável por ser um pouco complicado para o público-alvo.

Foram efectuados outros reparos de menor importância mas igualmente pertinentes e, considerados na revisão posterior que foi realizada, quanto à construção de frases em alguns dos diapositivos assim como à terminologia utilizada em certos casos (ex: triássico). Também foram apontados alguns erros gráficos de que resultam erros científicos.

2. Qualidade pedagógico-didáctica, adequação ao nível etário e aspectos técnicos.

(Agrupámos os comentários a estes três itens pelo facto de se encontrarem muito interligados).

Apesar de ter sido realçada por alguns dos especialistas a qualidade dos documentos avaliados, nomeadamente a adequação ao nível etário e a riqueza multimédia (imagens, som, cor e movimento), foram feitos alguns reparos:

- Demasiada informação em cada ecrã, o que cria alguma confusão durante a navegação.
- Foi aconselhada uma maior aproximação dos conceitos integradores, na estrutura dos hiperdocumentos, ao problema que se pretende resolver.
- Apesar do controlo ser assegurado por um número mínimo de botões e pelas hiperligações, é fácil perder o controlo da navegação. Foi por isso, aconselhado um mapa de percurso (que não foi criado pelas razões já citadas).

- Foram apontados alguns problemas técnicos devido ao não funcionamento em certos computadores das animações e panorâmicas.
- Foi criticada por um dos especialistas a introdução de música de fundo nalguns dos diapositivos e a não adequação de alguns sons aos conteúdos.
- Foi aconselhada a diminuição da informação e do apelo gráfico (cor e movimento) em cada diapositivo.
- Foi aconselhado que, posteriormente, se fizesse a transposição dos dois documentos para outro programa informático, de modo a evitar um dos problemas técnicos apontados que consiste no seguinte: ao clicar em qualquer zona de um diapositivo, o programa passa ao diapositivo seguinte e, deste modo, a navegação pretendida muda de direcção.

A partir dos comentários expostos e das dificuldades manifestadas pelos alunos introduziram-se as alterações aos hiperdocumentos descritas no 4.4.1.

4.3. Validação do questionário

A validação do questionário foi feita pelos mesmos especialistas que validaram os hiperdocumentos. Da mesma, resultaram alguns comentários e conselhos quanto ao rigor científico, clareza de linguagem, grau de dificuldade e adequação ao nível etário.

Foram assim propostas modificações nalgumas questões das quais destacamos pela sua pertinência, as seguintes (vide Anexo III- versão inicial do questionário a ser preenchido por alunos):

- instruções e questão 4 da parte I - os alunos não sabem o que são hiperdocumentos nem sistemas hipertextuais, pelo que lhes deveriam ser explicados esses conceitos.
- 1 da parte II - os conceitos de estrato e de datação relativa não devem ser considerados nem como materiais nem como processos geológicos. Efectivamente um estrato é uma configuração, enquanto que a datação relativa é um método geológico.
- 3 da parte II - substituir “asteróide” por “meteorito” que é mais abrangente pois diz respeito a todos os corpos celestes que atingem a superfície terrestre.
- 4 da parte II - na alínea a) riscar “calcárias” porque os fósseis de dinossauro encontram-se mais facilmente noutros tipos de rochas sedimentares e, não colocar ao mesmo nível as rochas magmáticas e as rochas sedimentares quando nos referimos à existência de fósseis. Na alínea b) foi considerado que as frases não estavam correctas porque “nem sempre é difícil encontrar fósseis” e que a questão poderia levantar dúvidas quanto à resposta pretendida por não se encontrar bem formulada.
- Na parte III, foi-nos aconselhado substituir no monólogo do dinossauro, “quem...” por “o que...”.
- Foi ainda considerada como muito difícil a alínea b) da questão 2.

Ao considerarmos a pertinência destes comentários assim como os resultados do pré-teste procedemos a algumas alterações descritas no ponto 4.4.2.

4.4. Alterações introduzidas

Das conclusões retiradas a partir do pré-teste e dos comentários dos especialistas, considerámos importante a introdução de algumas alterações nos hiperdocumentos assim como no questionário.

4.4.1. Alterações aos hiperdocumentos

As alterações que introduzimos podem ser divididas em alterações:

- na estrutura,
- no conteúdo,
- técnicas.

Quanto às alterações na **estrutura**:

- constituímos uma nova categoria ontológica, os **métodos geológicos**, e estabelecemos um novo ramo na hierarquia. Os conceitos “escala de tempo geológico”, “datação relativa”, “datação numérica” (anteriormente, “datação absoluta”) e diapositivos correspondentes, foram mudados para esse ramo;

- introduzimos novos diapositivos: as “alterações climáticas”, que foram separadas das “alterações na atmosfera”; as “alterações na órbita e eixo da Terra”, a “actividade biológica” e a “reconstituição do passado da Terra”;
- demos subtítulos distintos aos dois diapositivos com o título de “Fósseis”;
- diminuimos o número de ligações nalguns diapositivos do documento B.

Em relação ao **conteúdo**:

- ao introduzirmos os diapositivos anteriormente citados, pretendemos atribuir maior relevo às causas da extinção dos dinossauros relacionadas com a actividade biológica e com as alterações climáticas e, equilibrar as causas gradualistas (ou uniformitaristas) com as causas catastrofistas (vide Capítulo III- 1.4. Princípios reguladores da investigação);
- corrigiram-se alguns erros de linguagem e simplificou-se o conteúdo de alguns dos diapositivos, diminuindo a quantidade de texto e informação por diapositivo;
- eliminámos o termo “geosfera” e, no diapositivo respectivo, substituímo-lo pelo termo “litosfera” com as devidas adaptações;
- substituímos o termo (datação) “absoluta” pelo termo (datação) “numérica”, por considerarmos que entre os dois propostos, (o outro era isotópica) este seria o mais adequado ao nível etário em causa;
- substituímos algumas imagens por outras mais correctas do ponto de vista científico.

Figura 18- Estrutura Final do Documento A

PROBLEMA INICIAL: PORQUE SE EXTINGUIRAM OS DINOSSAUROS?

Ao longo da história da Terra, aconteceram repetidamente extinções de muitas espécies biológicas- **EXTINÇÕES MÁGICAS**. A mais divulgada, apesar de não ter sido a maior, foi a que atingiu, além de outras espécies, os **Dinossauros**, seres que possuíam dimensões variadas e que habitavam todas as latitudes do planeta

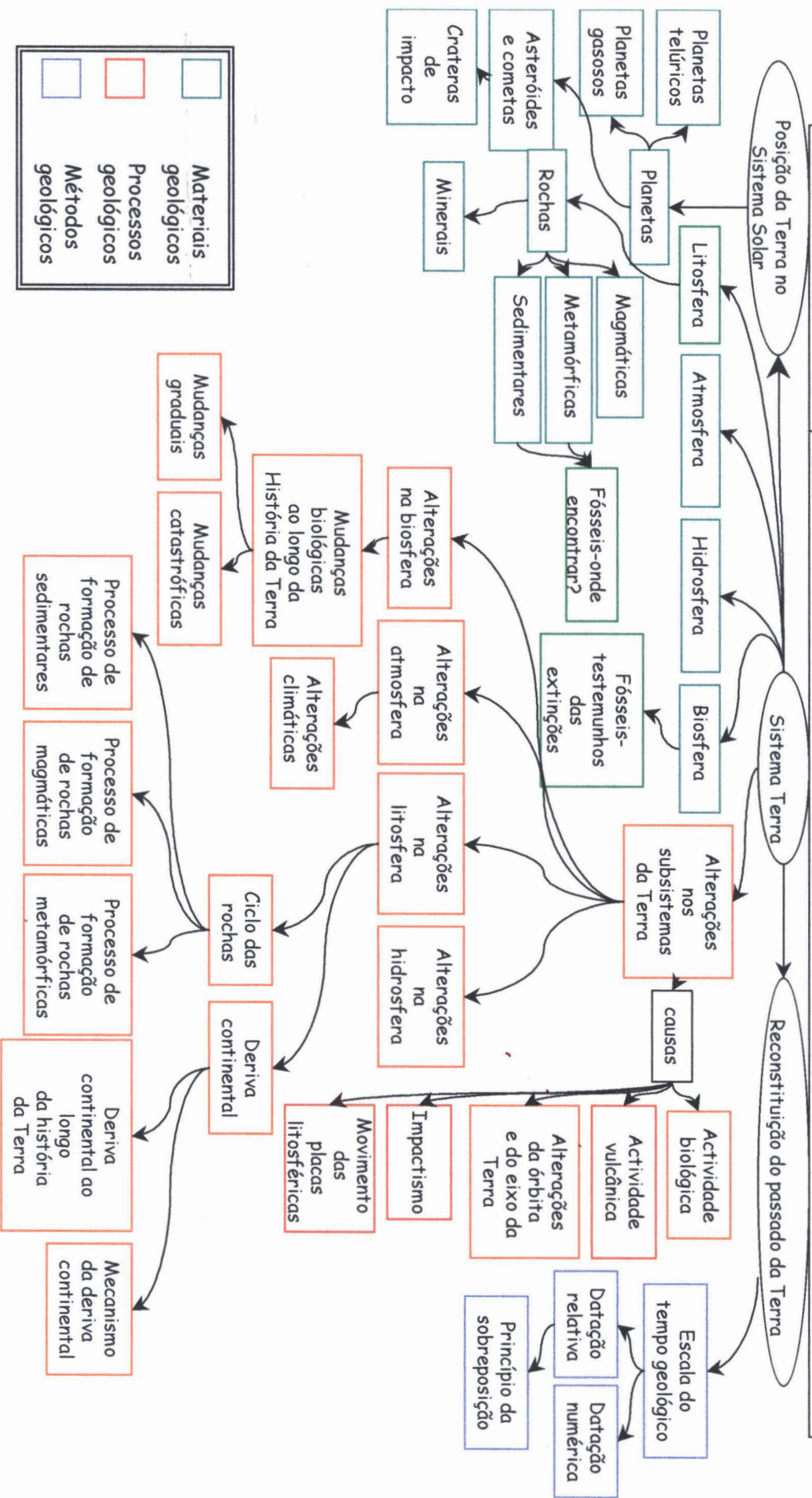
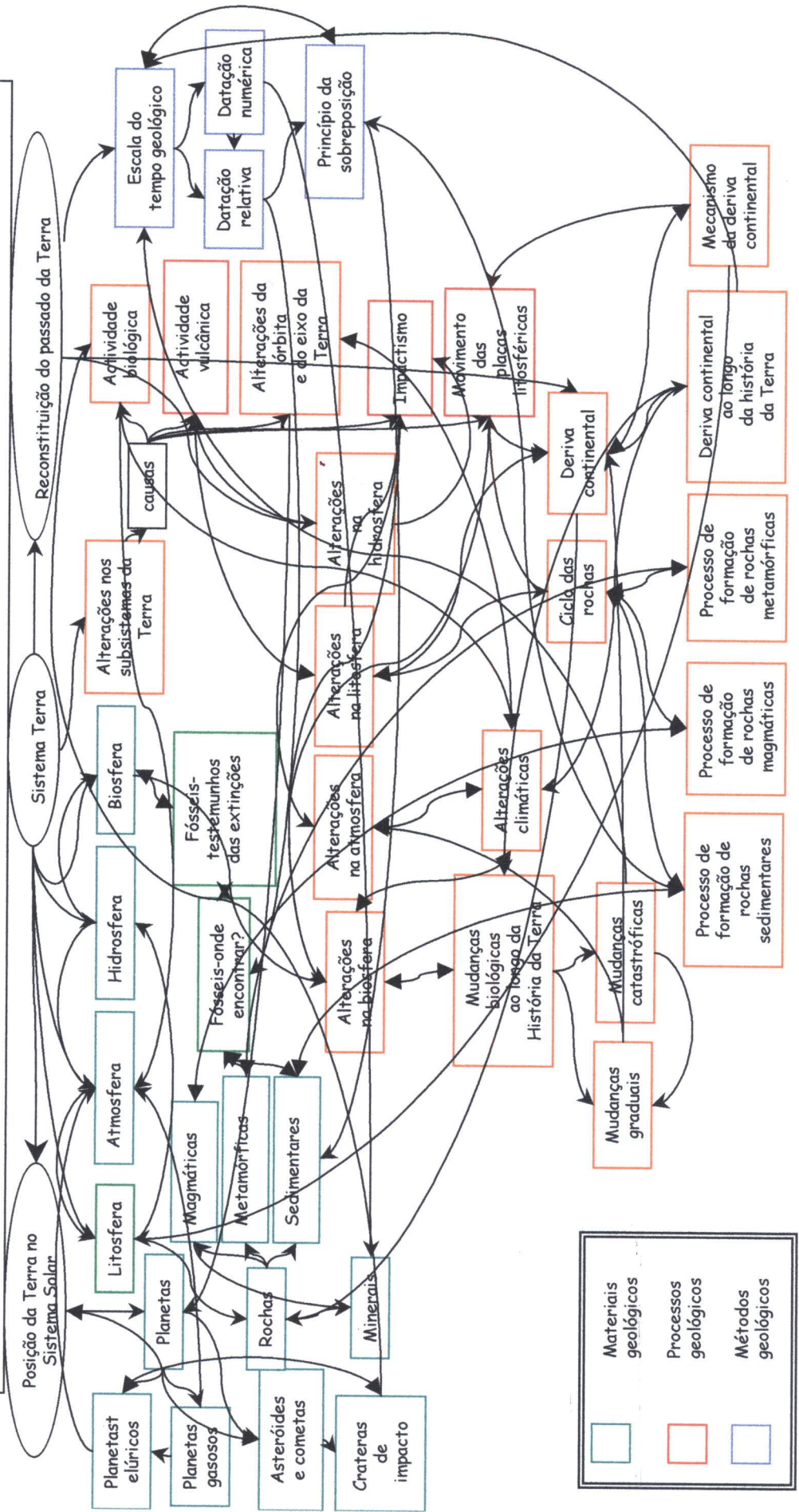


Figura 19 - Estrutura Final do Documento B

PROBLEMA INICIAL: PORQUE SE EXTINGUIRAM OS DINOSAURÓS?

Ao longo da história da Terra, aconteceram repetidamente extinções de muitas espécies biológicas- **EXTINÇÕES MACIÇAS**. A mais divulgada, apesar de não ter sido a maior, foi a que atingiu, além de outras espécies, os **Dinossauros**, seres que possuíam dimensões variadas e que habitavam todas as latitudes do planeta.



Em relações às alterações **técnicas**:

- corrigimos alguns aspectos gráficos;
- diminuámos a quantidade de informação e apelo gráfico (cor e movimento) nos diapositivos mais sobrecarregados;
- melhorámos as instruções de modo a contornar algumas limitações do programa informático (*Power Point 97*);
- introduzimos no diapositivo das instruções, os ícones novos, e restringimo-los a um diapositivo;
- modificámos a cor das ligações já seleccionadas (de cinzento-claro para cor de rosa);
- diminuámos o número de hiperligações do documento B, para diminuir a desorientação;
- fizemos algumas alterações nos sons de modo a existir maior adequação entre alguns sons e os conteúdos.

4.4.2. Alterações ao questionário

As alterações introduzidas no questionário tiveram como principal objectivo a sua melhor adequação aos elementos da amostra. Foram as seguintes (vide Anexo III- versão final do questionário):

- inserção na primeira página da frase a negro e sublinhada “objectivos e instruções de preenchimento” e da definição de hiperdocumento;
- as últimas frases das instruções de preenchimento foram sublinhadas para que os alunos não se esqueçam que as questões da parte II são para ser respondidas à medida que se explora o hiperdocumento;
- foi introduzido ainda na primeira página um quadro onde a investigadora vai inserir o código do aluno;
- na segunda página, dentro da caixa destinada aos dados pessoais, foi retirado o número do aluno (que não é importante para a investigação) e acrescentada a data pois, por existirem apenas seis computadores na sala onde se desenrolou o estudo, o mesmo decorreu em vários dias, com grupos de alunos diferentes. Por este facto, uns alunos podem ter beneficiado relativamente a outros;
- na questão 4 da parte I substituímos “sistemas hipertextuais” por “hiperdocumentos”;
- por baixo da expressão “parte I”, acrescentámos “deves agora iniciar a exploração do hiperdocumento...” porque verificámos que alguns alunos

no pré-teste começavam a responder às questões da parte II sem que tivessem iniciado a exploração do hiperdocumento;

- alterámos o quadro da questão 1.1., ao introduzir a categoria ontológica “métodos geológicos” e ao substituir alguns dos conceitos;
- na questão 1.2. introduzimos uma alínea respeitante aos métodos geológicos;
- retirámos a questão 2, por ser considerada de grande dificuldade por parte de alguns especialistas e, porque influenciou de certa forma os mapas de conceitos que os alunos construíram, durante o pré-teste, na parte III do questionário. Esses revelaram-se muito hierarquizados e sem relações transversais;
- a questão 3 passou a ser a 2. Sublinhámos, no enunciado desta questão, algumas frases e conceitos importantes, acrescentámos duas alíneas com conceitos geológicos categorizados como métodos, e substituímos alguns conceitos de modo que nem todos constituíssem títulos de diapositivos;
- retirámos a questão 5 para encurtar mais o questionário e a questão 4 passou a ser a 3. Corrigimos o enunciado e alíneas desta questão de acordo com os comentários dos especialistas;
- a parte III também foi retirada mas passou a constituir uma actividade à parte - actividade 2, para ser realizada pelos alunos após o questionário. Foi modificado o enunciado desta actividade e acrescentadas duas caixas de texto: uma para os dados pessoais e outra para o código do aluno.

5. Descrição do estudo

Como os elementos da amostra não se encontravam familiarizados com a utilização e construção de mapas de conceitos, utilizámos uma aula antes da exploração dos hiperdocumentos, para iniciar os alunos na construção destes instrumentos de estruturação de conhecimentos. Apesar de considerarmos insuficiente, para a familiarização com este tipo de instrumento, uma aula de cinquenta minutos, não nos foi possível dedicar mais tempo a esta abordagem inicial aos mapas conceptuais.

Também por limitação de tempo, não realizámos todas as actividades prévias para preparar a elaboração de mapas pelos alunos como aconselha o livro “Aprender a aprender” de Novak & Gowin (1996). Antes optámos por apresentar aos alunos, dois mapas já construídos e levá-los a construir um outro. Ao apresentarmos os dois mapas (vide Anexo V) - o mapa 1, adaptado de Novak & Gowin (1996) e o mapa 2, elaborado por nós a partir de um evento que se estava a desenrolar na época - , argumentámos que se tratava de uma técnica de auto-avaliação e de auto-aprendizagem, que permite a cada um, organizar e avaliar os seus conhecimentos.

Explicámos que os mapas de conceitos são constituídos por conceitos (entidades ou objectos) ligados entre si por proposições (palavras de ligação). Referimos que aos conceitos mais gerais (no topo do mapa) se ligam conceitos cada vez mais específicos. Fizemos notar que para além das relações hierarquizadas entre conceitos, existem relações transversais (Novak & Gowin, 1996) entre conceitos pertencentes a ramos diferentes da “árvore”. Ainda realçámos o facto de cada pessoa elaborar o seu mapa de acordo com os seus conhecimentos e que, é natural que duas pessoas elaborem, cada uma o seu mapa do mesmo assunto, mas com relações distintas entre os conceitos.

Depois de termos explicado pormenorizadamente os dois mapas (vide Anexo V), e de se ter pedido a alguns alunos para lerem o mapa 2 em voz alta, todos foram convidados a elaborar um mapa de conceitos que respondesse à questão “O que como durante o dia?” e cujo conceito mais geral (ou mais inclusivo) fosse “Refeições”. Cada um dos alunos construiu o seu mapa no caderno, e em seguida alguns deles foram convidados a passá-lo no quadro e a explicarem-no. Aos restantes alunos pediu-se que comentassem os mapas dos colegas. Fizemos realçar a importância das relações transversais na construção deste e de outros mapas.

O estudo propriamente dito, realizou-se em duas horas consecutivas de 50 minutos, com cada 6 alunos da amostra, pelo facto de só existir na escola uma sala com 6 computadores. Por esse motivo, foi recomendado a todos os alunos que não passassem, aos colegas, informações sobre os hiperdocumentos explorados e os instrumentos de avaliação. Antes tínhamos pedido autorização aos colegas do grupo disciplinar de Informática para nos cederem a sala durante as seis sessões que realizámos.

Os alunos ocuparam, de forma aleatória, cada um dos seis computadores nos quais foram previamente introduzidos, o hiperdocumento A (em três deles) ou o hiperdocumento B (nos restantes).

Foram atribuídos códigos aos alunos de acordo com a fórmula Zzn, com o objectivo de ordenar os questionários e mapas de conceitos. Na referida fórmula, Z é a letra da turma de que o aluno faz parte (A ou B); z é a letra do hiperdocumento que o aluno explorou, sendo substituído por a, se o aluno explorou o documento A (hierárquico) ou por b, se o aluno explorou o documento B (em rede). A letra n representa um número de ordem, aleatório, atribuído a cada aluno. O código do aluno foi o mesmo para os três instrumentos de recolha de dados (grelhas de observação, questionário e mapa de conceitos). Aos alunos que já tinham estado inscritos na disciplina de Ciências da Terra e da Vida em anos

anteriores, foi-lhes atribuído um número de ordem Z, para que depois fosse mais fácil a sua identificação.

Antes que se iniciasse a exploração do documento, foi dada uma breve explicação sobre o funcionamento do rato e do hiperdocumento. Reforçámos a ideia de que a exploração e a escolha do caminho a seguir, devia ser feita obrigatoriamente através das hiperligações (que depois de seleccionadas passam a rosa), ou dos botões de acção, e não de outra forma. Foi explicado igualmente aos alunos que para encontrarem a informação necessária, há que procurá-la.

A cada aluno foi fornecida uma ficha de exploração/instrumento 1 (vide Anexo III) a cujas questões deveria responder à medida que “navegava” no hiperdocumento. Depois da ficha preenchida, foi-lhes entregue o instrumento 2 (vide Anexo III). Durante a exploração dos hiperdocumentos, a professora foi registando observações nos instrumentos construídos para o efeito (vide Anexo IV- grelhas de observação).

Cada aluno ocupou a hora e meia de aula que restou depois da explicação sobre o funcionamento do rato e do hiperdocumento, na sua exploração, nas respostas às questões do questionário e na construção do mapa de conceitos.

6. Técnicas de análise dos dados

O conjunto dos dados de investigação que obtivemos é constituído pelas respostas dos elementos da amostra ao questionário, pelos dados obtidos através do preenchimento das grelhas de observação e pelos mapas de conceitos elaborados também pelos elementos da amostra.

Para analisarmos as respostas ao questionário, foram utilizadas duas técnicas: a análise de frequência e a análise de conteúdo.

Em relação às questões da parte I do questionário, fizemos uma análise de frequência das respostas a cada questão, análise essa, que nos permitiu caracterizar a amostra relativamente à prática de utilização de sistemas informáticos (vide ponto 1.2.1. deste capítulo). Aplicámos o mesmo tipo de análise à questão 1.1. da parte II.

Relativamente às restantes questões da parte II (incluindo a subquestão 1.2.), por se tratarem de questões abertas, aplicámos a técnica de análise de conteúdo. De acordo com Grawitz (1993, citada por Carmo & Ferreira, 1998), a análise de conteúdo é uma “técnica que permite fazer inferências, identificando objectiva e sistematicamente as características da mensagem” (p. 251). É a inferência que, de acordo com Bardin (1997), permite atribuir algum significado ao conteúdo das mensagens, neste caso, das respostas às questões abertas de um questionário. A inferência permite fazer a passagem da descrição (enumeração resumida após tratamento da mensagem das respostas às questões) à interpretação, ou seja, a atribuição de significado a essa mensagem de acordo com o quadro teórico estabelecido.

Da análise de conteúdo fazem parte quatro etapas principais (segundo Vala, 1999):

- delimitação dos objectivos e definição do quadro teórico,
- constituição de um *corpus*

- definição de categorias,
 - definição de unidades de análise,
- a que se pode ainda acrescentar ou não a quantificação, pois a análise de conteúdo pode ser qualitativa ou quantitativa.

Os objectivos da análise de conteúdo efectuada derivaram do problema e das questões de investigação (vide Capítulo I) e são também os objectivos das questões abertas do questionário (vide Quadro V deste Capítulo). O *corpus* da análise, ou seja, todo o material analisado é constituído por todas as respostas dos elementos da amostra às questões abertas do questionário.

A terceira etapa é provavelmente uma das mais importantes, ou seja a definição das categorias, que são “os elementos chave do código do analista” (Vala, 1999, p. 110) e cujo objectivo é “simplificar para potenciar a apreensão e se possível a explicação” (*ibidem*).

A construção de um sistema de categorias pode ser realizada *a priori* ou *a posteriori* pois como refere Vala (1999), a interacção entre o quadro teórico, o problema, as questões de investigação e os objectivos de cada questão, podem permitir ainda antes da análise, a formulação de um sistema de categorias.

Neste caso, a leitura das respostas que os cinco alunos efectuaram no pré-teste permitiu-nos ter uma ideia sobre as categorias que, no entanto, preferimos definir *a posteriori*, pois tal como era previsível, a amostra veio a apresentar algumas diferenças relativamente aos alunos que foram sujeitos ao pré-teste. Deste modo, preferimos definir as categorias *a posteriori*, ou seja, após o estudo.

Na escolha das categorias estiveram critérios de exaustividade, exclusividade e objectividade (Carmo & Ferreira, 1998), ou seja, tentámos classificar todo o conteúdo de cada resposta, que cada elemento só pertencesse a uma categoria e explicitar as categorias sem ambiguidade.

Na definição das categorias fizemos a definição das unidades de análise, respectivamente, a unidade de registo, a unidade de contexto e a unidade de enumeração no caso de a análise ser quantitativa. A unidade de registo é o segmento de texto que contém a mensagem que se quer categorizar, a unidade de

contexto é a unidade maior de texto que contém a unidade de registo, neste caso, a resposta à questão, e a unidade de enumeração é a unidade em “função da qual se procede à quantificação” (Carmo & Ferreira, 1998, p. 258).

Relativamente à fidelidade dos dados obtidos através da análise de conteúdo, não foi possível garanti-la na totalidade pois a categorização não foi validada por outros investigadores (fidelidade inter-codificadores), apesar de termos tentado assegurar a fidelidade referida por Carmo & Ferreira (1998) como “fidelidade intra-codificador” (p. 259), ao explicarmos em pormenor os critérios de codificação utilizados. O mesmo se aplica para a análise dos mapas de conceitos.

Quanto à validade, que diz respeito ao que o investigador pretende medir, tentámos assegurá-la ao verificar-se que o conteúdo das respostas dos alunos se relaciona com o problema da investigação e está de acordo com a realidade dos factos (Carmo & Ferreira, 1998), porque foram os alunos que em situação de sala de aula, e à medida que foram explorando o hiperdocumento, responderam às questões do questionário. O mesmo se aplica aos mapas de conceitos.

Relativamente aos últimos instrumentos referidos, foram feitas algumas leituras dos mapas efectuados pelos alunos, após as quais aplicámos a técnica de análise de conteúdo. Agrupámos os diversos mapas por categorias que explicitamos no Capítulo IV que é dedicado à análise e tratamento de dados e aos resultados obtidos.

CAPÍTULO IV

ANÁLISE DE DADOS E INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo, apresentam-se o registo e a análise dos dados obtidos a partir das três técnicas de recolha de informação utilizadas assim como um primeiro nível interpretativo resultante do cruzamento dos dados obtidos. Procede-se, inicialmente, a uma análise e tratamento das respostas ao questionário a que segue a análise e tratamento dos mapas de conceitos. O capítulo é finalizado pela análise das grelhas de observação que inclui alguns comentários ao comportamento dos elementos da amostra durante a investigação.

1. Análise e tratamento das respostas ao questionário

O questionário é constituído por duas partes. A parte I, tem por objectivo caracterizar a amostra e, foi tratada no ponto 1.2.1. do capítulo III. A parte II, é constituída por três questões com várias alíneas.

Vamos aqui descrever e fundamentar as categorias de resposta estabelecidas para cada questão da parte II. Para isso, apresentamos cada questão, os seus objectivos, e as categorias estabelecidas nos casos em que se recorreu à análise de conteúdo.

1.1. Registo e análise das respostas à questão 1 - categorização de materiais, processos e métodos

A questão 1 tem duas subquestões, a 1.1. e a 1.2., que se apresentam a seguir.

Questão 1

1.1. - Entre os conceitos que a seguir se citam, identifica os que são **Materiais (geológicos)**, os que são **Processos (geológicos)**, e os que são **Métodos (geológicos)**, colocando um X no rectângulo respectivo.

	Materiais	Processos	Métodos
<i>Rocha metamórfica</i>			
<i>Datação numérica</i>			
<i>Mineral</i>			
<i>Actividade vulcânica</i>			
<i>Impacto de meteoritos</i>			
<i>Princípio da sobreposição</i>			
<i>Movimento das placas litosféricas</i>			
<i>Ilhas vulcânicas dos Açores</i>			
<i>Magma</i>			

1.2.- Quais as razões que te levaram na questão 1.1., a considerar:

- alguns dos conceitos como materiais?
- alguns dos conceitos como processos?
- alguns dos conceitos como métodos?

Objectivos da questão 1

- 1- Verificar se os alunos conseguem distinguir materiais geológicos (conceitos simples) de processos geológicos (conceitos complexos) e de métodos geológicos (conceitos complexos).
- 2- Verificar se os alunos construíram o conceito de material geológico.
- 3- Verificar se os alunos construíram o conceito de processo geológico.
- 4- Verificar se os alunos construíram o conceito de método geológico.

Em relação à primeira parte da questão 1 (1.1.), considerámos como cientificamente correcta, a resposta que classificasse os nove conceitos como consta do quadro VII.

Quadro VII - Resposta, considerada cientificamente, correcta à questão 1.1. do questionário.

	Materiais geológicos	Processos geológicos	Métodos geológicos
<i>Rocha metamórfica</i>	X		
<i>Datação numérica</i>			X
<i>Mineral</i>	X		
<i>Actividade vulcânica</i>		X	
<i>Impacto de meteoritos</i>		X	
<i>Princípio da sobreposição</i>			X
<i>Movimento das placas litosféricas</i>		X	
<i>Ilhas vulcânicas dos Açores</i>	X		
<i>Magma</i>	X		

1.1.1. Materiais

A partir dos registos efectuados pelos 31 elementos da amostra, elaborámos os quadros VIII e IX, que mostram os conceitos categorizados como materiais,

respectivamente, pelos alunos que exploraram o documento A e pelos que exploraram o documento B.

Quadro VIII - Categorização efectuada pelos alunos que exploraram o documento A.

Código do aluno	Rocha metamórfica	Datação numérica	Mineral	Actividade vulcânica	Impacto de meteoritos	Princípio da sobreposição	Movimento das placas litosféricas	Ilhas vulcânicas dos Açores	Magma	Resposta à questão 1.2. a)
Aa1			X						X	✓
Aa2	X		X						X	
Aa5	X		X						X	
Aa6	X		X							
Aa10	X		X	X	X		X		X	✓
Aa12	X		X				X	X	X	
Aa14	X		X					X	X	
Aa15	X		X		X			X		
Aa16			X	X	X	X		X	X	
Aa20	X		X					X	X	
Aa21			X						X	✓
Ba3										
Ba5	X		X					X	X	✓
Ba9	X		X						X	

Quadro IX - Categorização efectuada pelos alunos que exploraram o documento B.

Código do aluno	Rocha metamórfica	Datação numérica	Mineral	Actividade vulcânica	Impacto de meteoritos	Princípio da sobreposição	Movimento das placas litosféricas	Ilhas vulcânicas dos Açores	Magma	Resposta à questão 1.2. a)
Ab3	X								X	
Ab4	X		X							
Ab7	X		X						X	✓
Ab8	X		X						X	✓
Ab9	X					X				✓
Ab11	X		X						X	✓
Ab13	X		X						X	✓
Ab17										
Ab18			X							
Ab19	X		X						X	✓
Ab22	X		X						X	✓
Bb1			X						X	✓
Bb2			X						X	✓
Bb4		X							X	✓
Bb6			X						X	
Bb7	X		X							✓
Bb8	X		X							✓

Legenda dos quadros VIII e IX:

X- Classifica como material.

✓ - Responde à questão.

Quanto à segunda parte da questão (1.2), depois de uma leitura inicial das respostas dadas, estabelecemos algumas categorias, reformuladas com leituras sucessivas e descritas em seguida. Utilizamos alguns exemplos para ilustrar cada uma delas.

▪ **Categoria A- a principal característica que permite definir um material geológico é a sua composição e/ou o seu estado físico.**

Nesta categoria agrupamos as respostas que definiam material geológico, referindo-se ao seu estado físico e/ou à sua composição. Um aluno (Aa1) refere o estado físico e a composição ao dar o exemplo do magma, como sendo constituído por "*...materiais silicatados e por gases em menor proporção...*", enquanto outro, o aluno Aa21, atribui importância apenas à composição, ao afirmar que material "*...é uma substância só*". Outros ainda identificam como característica essencial nos materiais, o seu estado físico, como é o caso do aluno Ba5 que distingue "*...os materiais sólidos e materiais líquidos*" e do aluno Bb1 que afirma que os materiais "*...são sólidos*", ideia comum ao aluno Bb2, que considera que os materiais são "*...sólidos naturais*".

▪ **Categoria B- um material geológico é definido pela sua "estabilidade", isto é, por não sofrer alterações constantes.**

Nesta categoria integramos apenas a resposta do aluno Ab4, que afirma que os materiais "*...não estão sempre a sofrer alterações*". O material é considerado como sendo uma entidade estável, não sujeita a alterações.

▪ **Categoria C- um material geológico, pode sofrer alterações constantes, ou ser o resultado de um processo geológico.**

Na categoria C, agrupámos as respostas que tinham subjacente a ideia, ao contrário da categoria B, que os materiais geológicos são entidades passíveis de alteração e, que podem resultar da actuação de processos ou fenómenos geológicos.

Inclui-se nesta categoria por exemplo, o aluno Ab8 que define "...materiais são origem de algum outro material como por exemplo a rocha metamórfica é origem do magma após ter solidificado". Apesar desta resposta não ser cientificamente correcta, tem subjacente a ideia que um material resulta de um processo geológico. Outra aluna cuja resposta foi integrada na mesma categoria foi a Ab1, que dá um exemplo retirado do documento: "magma forma-se pela fusão de qualquer tipo de rocha...". Neste caso a resposta é cientificamente correcta e pressupõe, igualmente, que o material resulta de um processo.

▪ **Categoria D- resposta tautológica e/ou que não explicita algo de relevante.**

Nesta categoria foram agrupadas as respostas que repetiam palavras do enunciado ou que não explicitavam nada de relevante. Foram apenas três as respostas que integrámos nesta categoria. Uma aluna (Aa10) refere que "As rochas são materiais de onde se tira informações sobre o interior da Terra", o aluno Ab9 afirma que "...são materiais da natureza", enquanto que o Bb8 refere que "...podem ser os materiais que constituem uma rocha".

▪ **Categoria E- Não responde.**

Na categoria E agrupámos todos os alunos que não responderam à questão.

Nos quadros X e XI estão registados os resultados da análise de conteúdo efectuada às respostas dadas à questão 1.2.a), respectivamente, pelos alunos que consultaram o documento A e pelos que consultaram o documento B.

Quadro X - Resultados das respostas à questão 1.2. a) dos alunos que exploraram o documento A.

Códigos dos alunos	Categorias				
	A	B	C	D	E
Aa1	X				
Aa2					X
Aa5					X
Aa6					X
Aa10				X	
Aa12					X
Aa14					X
Aa15					X
Aa16					X
Aa20					X
Aa21	X				
Ba3					X
Ba5	X				
Ba9					X

Quadro XI - Resultados das respostas à questão 1.2. a) dos alunos que exploraram o documento B.

Códigos dos alunos	Categorias				
	A	B	C	D	E
Ab3					X
Ab4		X			
Ab7					X
Ab8			X		
Ab9				X	
Ab11			X		
Ab13			X		
Ab17					X
Ab18					X
Ab19			X		
Ab22	X				
Bb1	X				
Bb2	X				
Bb4			X		
Bb6					X
Bb7			X		
Bb8				X	

1.1.1.1. Interpretação dos resultados (respostas à questão 1) - categorização de materiais geológicos

Quanto à integração dos conceitos, feita pelos alunos, na categoria materiais (questão 1.1. do questionário) e, comparando as suas respostas (quadro VIII e IX) com a resposta considerada cientificamente correcta (vide quadro VII), podemos considerar que no **conjunto** (totalidade da amostra):

- não existe dificuldade na classificação dos conceitos - **mineral e magma**, pois quase todos os alunos classificam-nos como materiais;
- no que diz respeito ao conceito **rocha metamórfica**, a facilidade de classificação já não é tão evidente como nos conceitos anteriormente referidos, pois verifica-se que maior número de alunos não a classifica como material;
- em relação ao conceito - **ilhas vulcânicas dos Açores** - a dificuldade de classificação como material é evidente, pois são poucos os alunos que o fazem.

Uma das explicações possíveis para a relativa facilidade de classificação dos conceitos mineral e magma, como materiais geológicos, relativamente aos outros dois, rocha metamórfica e ilhas vulcânicas dos Açores, poderá ser o maior grau de familiaridade que os alunos tenham com os dois primeiros conceitos. Atrevemo-nos a apresentar uma segunda explicação que poderá estar relacionada com o número de palavras que constituem o conceito, tornando-se mais simples de apreender um conceito com uma só palavra, como mineral ou magma, do que outros que contêm mais do que uma palavra como rocha metamórfica ou ilhas vulcânicas dos Açores. Por último, a dificuldade de encontrar no documento, o conceito ilhas vulcânicas dos Açores pode ter sido aumentada pela simples razão

deste conceito não estar explícito nem ser título de nenhum dos diapositivos e, por isso, exigir uma procura mais atenta.

Ainda no que diz respeito ao conceito **ilhas vulcânicas dos Açores**, a dificuldade de classificá-lo como material pode estar relacionada com a dimensão do objecto em causa, em comparação com os materiais mais comuns (ex: mineral).

Relativamente aos resultados de **cada grupo** de alunos, podemos considerar que no grupo que explorou o documento A, mantém-se a norma geral, à excepção do que diz respeito às **ilhas vulcânicas dos Açores**, em que maior número de alunos as referencia como materiais.

É também de registar que alguns destes alunos classificam como materiais, a **actividade vulcânica**, o **impacto de meteoritos**, o **princípio da sobreposição** e o **movimento das placas litosféricas**. Esta classificação está de acordo com o que refere Chi *et al.* (1994), que os alunos têm tendência a categorizar processos (neste caso, também métodos) como materiais.

Quanto ao grupo de alunos que explorou o documento B, manteve-se a norma geral, à excepção do conceito **ilhas vulcânicas dos Açores**, que não foi classificado como material por nenhum aluno. O princípio da sobreposição e a datação numérica são referenciados como materiais por dois alunos.

A dificuldade manifestada por estes alunos (maior que a dos alunos que exploraram o documento A) para classificar as **ilhas vulcânicas dos Açores** como materiais, para além das razões que já referimos, comuns a todos, poderá encontrar-se relacionada com a existência de ligações, no documento B, entre **actividade vulcânica/alterações na hidrosfera** e **actividade vulcânica/alterações na litosfera** (vide figura 19 e documento B no CD-Rom), criando alguma confusão entre processos (alterações e actividade vulcânica) e materiais (vulcões submarinos e ilhas vulcânicas).

Relativamente à questão 1.2. a) em que se pretendia que os alunos definissem material, verificou-se que cerca de metade (quinze) do total da amostra não respondeu. Entre os que o fizeram, seis identificam-nos como materiais através da sua composição e/ou estado físico, e outros seis como sendo resultantes de processos geológicos.

Quanto aos alunos que exploraram o **documento A**, apenas três, indicando algo de relevante, respondem à questão 1.2. a). Todos definem material, referindo-se ao seu estado físico e/ou composição, mas nenhum o define como resultante de um processo geológico. Parece-nos que neste caso, a construção do conceito material pode ter resultado de uma aprendizagem de tipo subordinada/superordenada (Teoria da aprendizagem significativa).

Em relação ao grupo que explorou o **documento B**, a maioria responde à questão 1.2. a), sendo que, três alunos definem material através da sua composição química e/ou estado físico, enquanto sete definem material como resultante de um processo geológico.

Três alunos definiram material através dos seus atributos (composição química e/ou estado físico), indiciando uma aprendizagem subordinada e/ou superordenada. Os sete alunos que relacionaram os materiais com os processos que os originaram poderão ter desenvolvido uma aprendizagem significativa combinatória, ao estabelecer relações entre diversos conceitos.

Estes resultados indiciam a existência de alguma facilidade no estabelecimento de relações entre materiais e processos que pode ser resultante da estrutura do documento B. Por exemplo, a existência de ligações entre as rochas metamórficas e sedimentares e os seus respectivos processos de formação (vide figura 19 ou Documento B no CD-Rom), pode ter facilitado essa relação, assim como o desenvolvimento de raciocínios explicativos.

1.1.2. Processos

A partir das respostas dadas pelos 31 elementos da amostra, elaborámos os quadros XII e XIII, que mostram os conceitos categorizados como processos geológicos, respectivamente, pelos alunos que exploraram o documento A e pelos que exploraram o documento B.

Quadro XII - Categorização efectuada pelos alunos que exploraram o documento A.

Código do aluno	Rocha metamórfica	Datação numérica	Mineral	Actividade vulcânica	Impacto de meteoritos	Princípio da sobreposição	Movimento das placas litosféricas	Ilhas vulcânicas dos Açores	Magma	Resposta à questão 1.2. b)
Aa1					X	X	X	X		✓
Aa2							X			
Aa5				X	X		X			
Aa6		X			X		X		X	
Aa10		X				X				✓
Aa12				X	X					
Aa14				X	X					
Aa16	X	X					X			
Aa15				X			X		X	
Aa20		X		X	X		X			
Aa21	X			X	X		X			✓
Ba3										
Ba5				X			X			✓
Ba9				X	X		X	X		

Quadro XIII - Categorização efectuada pelos alunos que exploraram o documento B.

Código do aluno	Rocha metamórfica	Datação numérica	Míneral	Actividade vulcânica	Impacto de meteoritos	Princípio da sobreposição	Movimento das placas litosféricas	Ilhas vulcânicas dos Açores	Magma	Resposta à questão 1.2. b)
Ab3			X	X	X		X	X		
Ab4				X	X		X	X	X	✓
Ab7				X	X	X		X		
Ab8				X	X		X	X		✓
Ab9		X		X	X		X	X		✓
Ab11		X		X				X		✓
Ab13				X	X	X	X	X		✓
Ab17	X									
Ab18	X			X	X		X	X	X	
Ab19				X	X	X	X	X		✓
Ab22				X	X		X	X		✓
Bb1	X			X	X		X			✓
Bb2	X			X		X	X	X		✓
Bb4	X			X				X		✓
Bb6	X			X	X		X			
Bb7		X					X		X	✓
Bb8				X		X	X		X	✓

Legenda dos quadros XII e XIII:

X- Classifica como processo.

✓ - Responde à questão.

Quanto à segunda parte da questão (1.2), depois de uma leitura prévia das respostas dadas, estabelecemos algumas categorias, reformuladas com leituras sucessivas, descritas em seguida. Utilizámos alguns exemplos para ilustrar cada uma delas.

- **Categoria A- transformações que ocorrem ao longo do tempo de forma continuada e natural, alterando o nosso planeta.**

Nesta categoria integrámos todas as respostas que tentam definir processos como sendo fenómenos ou acontecimentos que transformam ou modificam a paisagem e os materiais geológicos, ao longo do tempo. Por exemplo, o aluno Ab9 refere que os processos actuam "...ao longo do tempo até formarem materiais", enquanto que

o aluno Ab8 diz que os *"...processos são um acontecimento que acontece sempre num determinado espaço de tempo"*. Ainda podemos referir o caso do aluno Bb8 que define processos como *"...fenómenos que deles derivam muitas coisas tais como rochas e sedimento"*.

Julgamos que os alunos cujas respostas se integram nesta categoria têm a ideia que um processo é uma transformação que envolve materiais e decorre durante um determinado tempo.

- **Categoria B- os processos geológicos e os materiais geológicos são conceitos equivalentes.**

Na categoria B agrupámos as respostas em que se confunde processos com materiais. Integra-se nesta categoria a resposta da aluna Aa21: *"são as misturas dos minerais"*, ou a da aluna Bb2 ao dar o exemplo das *"...rochas metamórficas... que apresentam particularidades como as dobras, as orientações dos minerais..."*.

- **Categoria C- resposta tautológica e/ou que não explicita algo de relevante.**

Nesta categoria integrámos respostas que não contêm algo de relevante, ou que repetem expressões e ideias na questão formulada. Podemos dar o exemplo do aluno Ab9 que refere *"...são processos que ocorrem na natureza"* ou do aluno Ab22 que afirma *"...são procedimentos naturais que o nosso planeta e o espaço têm"*.

- **Categoria D- não responde.**

Na categoria D agrupámos todos os alunos que não responderam à questão.

Nos quadros XIV e XV estão registados os resultados da análise de conteúdo efectuada às respostas dadas à questão 1.2.b), respectivamente, pelos alunos que consultaram o documento A e pelos que consultaram o documento B.

Quadro XIV - Resultados das respostas à questão 1.2. b) dos alunos que exploraram o documento A.

Códigos dos alunos	Categorias			
	A	B	C	D
Aa1	X			
Aa2				X
Aa5				X
Aa6				X
Aa10			X	
Aa12				X
Aa14				X
Aa15				X
Aa16				X
Aa20				X
Aa21		X		
Ba3				X
Ba5	X			
Ba9				X

Quadro XV - Resultados das respostas à questão 1.2. b) dos alunos que exploraram o documento B.

Códigos dos alunos	Categorias			
	A	B	C	D
Ab3				X
Ab4	X			
Ab7				X
Ab8	X			
Ab9			X	
Ab11	X			
Ab13	X			
Ab17				X
Ab18				X
Ab19	X			
Ab22			X	
Bb1			X	
Bb2		X		
Bb4	X			
Bb6				X
Bb7			X	
Bb8	X			

1.1.2.1. Interpretação de resultados (respostas à questão 1) - categorização de processos geológicos

Pela análise dos quadros XII e XIII, podemos constatar que:

- a maior parte dos elementos da amostra não manifestou dificuldade para integrar na categoria processos geológicos, os conceitos, **actividade vulcânica, impacto de meteoritos e movimento das placas litosféricas**. A escolha destes três conceitos como processos era a resposta cientificamente correcta (vide quadro VII);
- alguns dos alunos classificam outros conceitos como processos, verificando-se uma maior incidência nos conceitos **rocha metamórfica e ilhas vulcânicas dos Açores**;
- para além dos já referidos, são ainda categorizados como processos, outros conceitos com menor incidência, como é o caso de **datação numérica, princípio da sobreposição e magma**;
- grande parte dos alunos não responde à questão 1.2.b), manifestando dificuldade em definir processo.

As razões para a categorização das ilhas vulcânicas dos Açores e da rocha metamórfica como processos em lugar de materiais, já foram invocadas no ponto anterior. Quanto à categorização, como processos, de conceitos como o **princípio da sobreposição** e a **datação numérica**, está de acordo com o referido por Chi *et al.* (1994), e que certamente terá consequências a nível das aprendizagens que necessitam da construção deste tipo de concepções. No caso da datação numérica, é natural que isso aconteça por se tratar de um conceito novo e complexo. O mesmo não deveria acontecer, relativamente ao princípio da sobreposição, uma

vez que se trata de um conceito que os alunos aprendem no sétimo ano de escolaridade.

Em relação à classificação, por seis alunos, de magma como processo geológico, parece-nos que a confusão pode estar relacionada com o facto de o magma (como as ilhas vulcânicas) não ser título de diapositivo, o que obriga a uma procura mais atenta. A recolha da informação sobre **magma** pode ter sido feita nos diapositivos com os seguintes títulos:

- Litosfera - *"A Astenosfera encontra-se num estado físico semi-líquido. O magma pode ter origem na Astenosfera ou em zonas mais profundas do manto"*.
- Rochas magmáticas- *"Estas rochas também designadas por ígneas, formam-se devido ao arrefecimento e conseqüente solidificação do magma"*.
- Rochas magmáticas- processo de formação- *"O magma tem origem a grandes profundidades e é constituído por materiais silicatados e por gases em menor proporção. O magma forma-se pela fusão de qualquer tipo de rocha. Se o magma solidifica em profundidade formam-se rochas intrusivas..."*.

O cruzamento de toda esta informação pode tê-los levado a alguma confusão entre o material (magma) e os processos inerentes à sua formação e à posterior "transformação" em rocha. Analisando as respostas dos dois únicos alunos (Ab4 e Bb8) que categorizando **magma** como processo, responderam do seguinte modo à questão 1.2. b), justificando a classificação realizada dos conceitos como processos:

- *"Porque se vão modificando ao longo do tempo até formarem materiais"* (Ab4),

- "São fenómenos que deles derivam muitas coisas tal como rochas",

percebemos que o magma para eles, pode ser um processo, porque dá origem a rochas e modifica-se ao longo do tempo.

Quanto à questão 1.2.b), como já referimos, grande parte dos alunos não responderam. Entre os que o fizeram, mais de metade entendem por processos, transformações que ocorrem ao longo do tempo, enquanto que alguns alunos não conseguem produzir uma resposta lógica, ou confundem claramente processos com materiais.

Vamos a seguir fazer uma análise separada dos dois grupos de alunos. Quanto ao grupo que explorou o **documento A**, verifica-se que:

- a maioria identificou **actividade vulcânica, impacto de meteoritos e movimento das placas litosféricas** como processos;
- são poucos os que assinalaram **magma, rocha metamórfica e ilhas vulcânicas dos Açores** (dois alunos para cada conceito) como processos;
- Igual número de alunos (dois) referiram o **princípio da sobreposição** como processo;
- quatro alunos classificaram **datação numérica** como processo;
- apenas um número restrito de alunos (quatro) respondeu à questão 1.2.b).

Como os pontos anteriores já foram interpretados em 1.1.1.1., vamos tentar justificar o baixo número de respostas à questão 1.2.b) tal como se verificou para a questão 1.2.a). Parece-nos que, em parte, se pode associar, esta dificuldade à estrutura do hiperdocumento A, sem perder de vista muitas outras variáveis.

Ao compararmos o quadro VIII com o quadro XII, verificamos que os alunos que não responderam à questão 1.2.a) também o não fizeram em relação à

1.2.b), pelo que, consideramos que a dificuldade sentida não se encontra relacionada com o conceito a definir (material ou processo).

Para definir material e processo, a partir da exploração de qualquer dos dois documentos, era necessário identificar os conteúdos presentes assim como os seus atributos, e estabelecer relações entre eles. Uma estrutura muito hierarquizada poderá dificultar o estabelecimento de relações entre os vários conceitos descritos. Spiro *et al.* (1991), apontam como outra das causas para essa dificuldade, a excessiva simplificação de conceitos que é feita nas aprendizagens introdutórias. Não pudemos verificar, neste caso, se foi essa a causa da dificuldade da resposta à questão 1.2.b) visto não termos aplicado aos alunos o questionário antes do estudo para determinar os seus conhecimentos prévios.

Relativamente aos alunos que exploraram o documento B, para além de quase todos terem identificado como processos, a **actividade vulcânica**, o **impacto de meteoritos** e o **movimento das placas litosféricas**, e de alguns terem categorizado também como processos o **princípio da sobreposição** e a **datação numérica** e **magma** (dados já interpretados) verificou-se alguma dispersão quanto a:

- **rocha metamórfica** - seis alunos classificam-na como processo;
- **ilhas vulcânicas dos Açores** - a maioria dos alunos categoriza-as como processos;
- **resposta à questão 1.2.b)** - a maioria responde.

As ligações existentes no documento B (vide figura 19 e documento B no CD-Rom) entre o diapositivo **rocha metamórfica** e **rocha metamórfica-processo de formação**, podem ter levado alguns alunos a confundir o material **rocha metamórfica** com o seu próprio processo de formação. Outra explicação como já referimos, anteriormente, poderá ser a pouca familiaridade destes alunos

com este material. Fica por saber se aconteceria o mesmo se tivesse sido pedido para categorizar outro tipo de rocha.

Quanto às ilhas vulcânicas já tentámos interpretar no ponto 1.1.1. o facto dos alunos que exploraram o documento B, terem preferido a categoria processos em vez da categoria materiais.

Relativamente à questão 1.2.b) já referimos que a maioria dos alunos que explorou o documento B, deu resposta, tal como aconteceu na questão 1.2.a), o que revela que houve maior motivação, por parte destes alunos, para responder a este tipo de questões. A maioria das suas respostas situa-se na categoria A, ou seja, para eles, processos são fenómenos ou acontecimentos que transformam ou modificam a paisagem e os materiais geológicos, ao longo do tempo. Aparentemente, apenas cinco dos alunos que explorou o documento B, não distingue materiais de processos.

Em resumo, a maior parte dos alunos que exploraram o documento B, têm facilidade em explicar o que são processos, mas alguma dificuldade para os identificar (classificar).

Parece-nos que estes alunos que exploraram o documento B apresentam maior motivação para desenvolver raciocínios explicativos. Várias razões se podem avançar:

- a existência de vários caminhos (ligações) pode facilitar a consulta e a motivação para procurar;
- as ligações possibilitarem o desenvolvimento dos raciocínios explicativos e das aprendizagens combinatórias.

Em seguida, vamos analisar os resultados relativamente à categoria métodos.

1.1.3. Métodos

A partir das respostas dadas pelos 31 elementos da amostra, elaborámos os quadros XVI e XVII, que mostram os conceitos categorizados como métodos, respectivamente, pelos alunos que exploraram o documento A e pelos que exploraram o documento B.

Quadro XVI - Categorização efectuada pelos alunos que exploraram o documento A.

Código do aluno	Rocha metamórfica	Datação numérica	Mineral	Actividade vulcânica	Impacto de meteoritos	Princípio da sobreposição	Movimento das placas litosféricas	Ilhas vulcânicas dos Açores	Magma	Resposta à questão 1.2. c)
Aa1		X								✓
Aa2		X				X				
Aa5		X				X		X		
Aa6				X		X				
Aa10								X		✓
Aa12		X				X				✓
Aa14		X						X		✓
Aa15		X				X				
Aa16							X			
Aa20						X				
Aa21		X				X		X		✓
Ba3										
Ba5		X			X	X				✓
Ba9		X				X				

Quadro XVII - Categorização efectuada pelos alunos que exploraram o documento B.

Código do aluno	Rocha metamórfica	Datação numérica	Mineral	Actividade vulcânica	Impacto de meteoritos	Princípio da sobreposição	Movimento das placas litosféricas	Ilhas vulcânicas dos Açores	Magma	Resposta à questão 1.2. c)
Ab3		X				X				
Ab4		X				X				✓
Ab7		X					X			
Ab8		X				X				✓
Ab9			X						X	✓
Ab11					X	X				✓
Ab13		X								✓
Ab17										
Ab18		X								
Ab19		X								✓
Ab22		X				X				✓
Bb1										
Bb2		X			X					
Bb4			X		X	X	X			
Bb6						X				
Bb7				X		X				
Bb8		X			X			X		

Legenda dos quadros XVI e XVII:

X- Classifica como método.

✓ - Responde à questão.

Quanto à segunda parte da questão (1.2), depois de uma leitura prévia das diversas respostas, estabelecemos algumas categorias, reformuladas com leituras sucessivas e descritas em seguida. Utilizámos alguns exemplos para ilustrar cada uma delas.

- **Categoria A- métodos são formas criadas pelo Homem para estudar ou resolver qualquer problema.**

Nesta categoria integrámos as respostas que pressupõem que os métodos são formas ou modos de actuar ou pensar que se utilizam para estudar ou resolver problemas. Por exemplo, o aluno Ba5 diz que os métodos podem servir "...para

estudar a actividade vulcânica", enquanto que a resposta de Ab8 sugere a existência de métodos para "...saber a idade de fósseis e rochas".

▪ **Categoria B- métodos e processos não se diferenciam.**

Na categoria B, reunimos todas as respostas que sugerem a existência de alguma confusão entre o conceito de método e o conceito de processo. Por exemplo, a aluna Ab11 dá o exemplo da actividade vulcânica e do impacto de meteoritos para se referir aos métodos, enquanto o aluno Ab13 refere que os métodos servem "*...para estudar os outros materiais ou processos*".

▪ **Categoria C- resposta tautológica e/ou que não explicita algo relevante.**

Nesta categoria integrámos respostas que não contêm informação relevante ou que repetem de alguma forma o enunciado da questão. É o caso da resposta dada pelo aluno Aa14 ao afirmar que os métodos "*são ideias aplicadas e correctas*".

▪ **Categoria D- Não responde.**

Na categoria D agrupámos todos os alunos que não responderam à questão.

Nos quadros XVIII e XIX estão registados os resultados da análise de conteúdo efectuada às respostas dadas à questão 1.2.c), respectivamente, pelos alunos que consultaram o documento A e pelos que consultaram o documento B.

Quadro XVIII - Resultados das respostas à questão 1.2. c) dos alunos que exploraram o documento A.

Códigos dos alunos	Categorias			
	A	B	C	D
Aa1	X			
Aa2				X
Aa5				X
Aa6				X
Aa10			X	
Aa12	X			
Aa14			X	
Aa15				X
Aa16				X
Aa20				X
Aa21		X		
Ba3				X
Ba5	X			
Ba9				X

Quadro XIX - Resultados das respostas à questão 1.2. c) dos alunos que exploraram o documento B.

Códigos dos alunos	Categorias			
	A	B	C	D
Ab3				X
Ab4			X	
Ab7				X
Ab8	X			
Ab9			X	
Ab11		X		
Ab13		X		
Ab17				X
Ab18				X
Ab19		X		
Ab22		X		
Bb1				X
Bb2				X
Bb4				X
Bb6				X
Bb7				X
Bb8				X

1.1.3.1. Interpretação de resultados (respostas à questão 1) - categorização de métodos geológicos

Pela análise dos quadros XVI e XVII, podemos constatar que:

- a maioria dos alunos indica como métodos a **datação numérica** e o **princípio da sobreposição** (resposta cientificamente correcta);
- existe alguma dispersão principalmente quanto aos conceitos **ilhas vulcânicas dos Açores** e **impacto de meteoritos**, que alguns alunos também classificam como métodos;
- dois alunos ainda classificam como método o **mineral**, e outros dois, o **movimento das placas litosféricas**;
- mais de metade dos alunos não responde à questão 1.2. c).

Tratando-se de conceitos bastante abstractos, parece-nos natural que muitos destes alunos tenham dificuldade em categorizá-los como métodos, confundindo-os com materiais e com processos.

A dificuldade patente na classificação das ilhas vulcânicas dos Açores como materiais volta aqui a aflorar. Para além das explicações já avançadas, tentaremos interpretar este caso particular mais adiante.

Quanto à categorização dos impactos de meteoritos tal como das placas litosféricas pensamos que resulta de uma confusão estabelecida entre métodos e processos. Em relação aos alunos que classificam mineral como método,

pensamos que essa classificação possa estar relacionada com o documento explorado.

Relativamente a cada grupo estudado, entre os que exploraram o documento A, verificámos que:

- a maioria indica, como métodos, a **datação numérica** e o **princípio da sobreposição**;
- quatro dos alunos integram nos métodos, as **ilhas vulcânicas dos Açores**;
- apenas seis respondem à questão 1.2. c).

Para tentarmos interpretar o facto de alguns alunos classificarem, como método, as ilhas vulcânicas dos Açores, analisámos a resposta do aluno Aa21 à questão 1.2.c). Ao afirmar que métodos "...são acontecimentos", parece-nos que este aluno, identifica métodos como fenómenos, ou seja, processos. Se assim for pode estar a classificar ilhas vulcânicas como processos. Contudo, não nos foi possível confirmar esta ideia com as respostas dos outros alunos que categorizaram ilhas vulcânicas dos Açores como métodos, pois foram integradas nas categorias C e D.

Quanto aos alunos (que exploraram o documento A) que respondem à questão 1.2.c), apenas três conseguem dar uma definição de método como algo que possibilita o estudo de processos ou materiais. Esta enorme dificuldade manifestada pode estar relacionada com o nível de abstracção exigido para a definição do conceito, e o número reduzido de métodos apresentado pelos documentos, relativamente ao número de materiais e processos.

Relativamente aos alunos que exploraram o **documento B**:

- a maioria indica a **datação numérica** e o **princípio da sobreposição** como métodos;
- dois referem **mineral** e igual número, **movimento das placas litosféricas** como métodos;
- verifica-se uma dispersão relativamente à norma geral no que diz respeito ao conceito **impacto de meteoritos**, integrado por quatro alunos na categoria métodos.

A referência a mineral como método por este grupo de alunos pode estar relacionada com a existência de uma ligação do diapositivo **datação numérica** para o diapositivo **minerais**, no documento B (vide figura 19 ou documento B no CD-Rom). É de notar que os alunos que categorizam mineral como método não integram o conceito de datação numérica nesta mesma categoria. É provável que o texto do diapositivo **datação numérica**, os tenha levado a pensar que os minerais constituem o método para determinar a idade das rochas (vide documento B/hiper2cd no CD-Rom) e a existência de uma ligação ter facilitado essa categorização. É um facto que estes alunos não categorizaram datação numérica como um método, mas poderão ter construído alguma relação entre mineral e datação numérica e ter aprendido de forma combinatória o conceito de datação numérica.

A classificação de impacto de meteoritos como método por quatro dos alunos que exploraram o documento B indicia a existência de uma confusão entre processos e métodos que é confirmada, no caso do aluno Ab11 (classifica o impacto de meteoritos como método na questão 1.1) pela sua resposta à questão 1.2. c), onde dá como exemplo de método, os impactos. Esta categorização pode ter sido induzida pelo diapositivo **impactismo**, que refere a simulação de crateras de impacto (Figura 19 e documento B/hiper2cd no CD-Rom).

Dos cinco alunos que desenvolvem uma argumentação lógica à questão 1.2.c), apenas um dá uma definição de método como algo que possibilita o estudo de processos ou materiais, enquanto que os outros quatro confundem método com processo.

Em resumo, quanto à categorização de métodos geológicos e à sua explicação, constatamos não existir diferença entre os resultados dos alunos que exploraram o documento A e os dos que exploraram o documento B, situação inversa à que se tinha verificado quer para os materiais, quer para os processos geológicos. Pensamos que isso se deve à complexidade do conceito método que, por sua vez, aumenta a dificuldade na classificação dos métodos geológicos, assim como ao facto de, nos hiperdocumentos existirem poucos conceitos que se integrem nesta categoria ontológica.

1.2. Relações entre conceitos

Na questão 2, o aluno é convidado a estabelecer relações entre conceitos da mesma categoria ontológica, nas alíneas: b (materiais), d (processos), f (materiais) e h (métodos); e entre conceitos pertencentes a categorias ontológicas distintas, nas alíneas: a (processo/método), c (material/processo), e (processo/material) e g (método/material).

No seu conjunto, a questão encontrava-se formulada do seguinte modo:

Questão 2

Os (as) geólogos (as) são de algum modo “detectives” da Natureza que têm de encontrar relações entre vários aspectos. Por exemplo, quando um geólogo afirma que “as rochas são constituídas por minerais” ou que “as crateras de impacto se formam pela queda de um meteorito” estão a estabelecer relações entre conceitos. Tenta realizar uma tarefa de “detective” semelhante à dos geólogos, construindo frases que contenham e relacionem os dois conceitos que te são apresentados em cada alínea.

- a) Deposição dos sedimentos / Datação relativa
- b) Terra / Astenosfera
- c) Fósseis / Alterações biológicas
- d) Movimento das placas litosféricas / Deriva dos continentes
- e) Actividade vulcânica / Hidrosfera
- f) Rochas sedimentares / Rochas metamórficas
- g) Datação numérica / Minerais
- h) Princípio da sobreposição / Determinação da idade dos fósseis

Objectivos da questão 2

- 1- Verificar se os alunos conseguem estabelecer relações, hierarquizadas ou não, entre conceitos.
- 2- Averiguar a influência exercida pelos dois documentos hipertextuais (A e B), na maior ou menor facilidade com que os alunos estabelecem relações entre conceitos (materiais/materiais, processos/processos, materiais/processos, materiais/métodos, processos/métodos e métodos/ métodos).

Após várias leituras das respostas dos alunos às diferentes alíneas estabelecemos as seguintes categorias:

- **Categoria A- O aluno relaciona os dois conceitos, construindo uma proposição a partir da informação consultada.**

Nesta categoria, agrupámos as respostas que resultaram da consulta de um ou mais diapositivos e, que denotam a construção de algum conhecimento por parte do aluno, ao contrário dos que apenas se limitam a transcrever a informação que encontram. É o caso do aluno Aa1 que refere na alínea a), "*A datação relativa diz o tempo que as várias camadas da deposição de sedimentos têm*", ou do aluno Ab8, que na alínea g), responde, "*A datação numérica só é possível saber com a formação de alguns minerais*".

- **Categoria B- O aluno relaciona os dois conceitos, copiando uma frase de um dos diapositivos.**

Nesta categoria integrámos as respostas que foram copiadas de um dos diapositivos do hiperdocumento. Denota que o aluno, pode ter aprendido de forma mecânica (vide capítulo II- 2.2.2.1. Teoria da aprendizagem significativa). Aparentemente o conhecimento que consulta não interage com o que já sabe (Ausubel, 1980). É o caso da aluna Aa1 na questão e), "*As alterações na hidrosfera podem ser provocadas por actividade vulcânica*", que lê a informação

num diapositivo e transcreve, impossibilitando concluir se realizou algum tipo de raciocínio ou não.

- **Categoria C- O aluno não relaciona os dois conceitos ou constrói uma relação sem significado.**

Na categoria C incluímos todas as respostas em que não existe relação entre os dois conceitos, ou cuja relação estabelecida não tem significado. Damos o exemplo do aluno Aa21, que refere na alínea c), *"Os fósseis extinguem alterações biológicas ao longo da história da Terra"*, frase que considerámos sem significado. Outro exemplo, em que o aluno escreveu uma frase que não faz a ligação entre os dois conceitos é o Ab3, que refere na alínea g), *"Dá-nos valores aproximados da idade dos fósseis minerais contém, principalmente, silício oxigénio"*.

- **Categoria D- O aluno não responde à questão.**

Nesta categoria, integrámos os alunos que não responderam.

1.2.1. Relações entre conceitos de categorias ontológicas distintas

Nas alíneas a), c), e) e g), os alunos tinham que relacionar conceitos pertencentes a categorias ontológicas diferentes, como explicita o quadro XX.

Quadro XX - Categorias ontológicas dos conceitos relacionáveis nas alíneas a), c), e) e g).

Questões	Materiais	Processos	Métodos
2. a)		Deposição de sedimentos	Datação relativa
2. c)	Fósseis	Alterações biológicas	
2. e)	Hidrosfera	Actividade vulcânica	
2. g)	Minerais		Datação numérica

A análise de conteúdo que efectuámos às respostas dadas pelos alunos utilizando as categorias acima descritas, encontra-se registada nos quadros XXI a XXVIII.

Quadros XXI e XXII - Análise das respostas dadas à questão 2. a) pelos alunos que exploraram o documento A, e pelos alunos que exploraram o documento B.

Códigos dos alunos	Categorias			
	A	B	C	D
Aa1	X			
Aa2			X	
Aa5			X	
Aa6				X
Aa10				X
Aa12				X
Aa14		X		
Aa15				X
Aa16				X
Aa20				X
Aa21				X
Ba3				X
Ba5		X		
Ba9		X		

Códigos dos alunos	Categorias			
	A	B	C	D
Ab3			X	
Ab4		X		
Ab7				X
Ab8	X			
Ab9				X
Ab11			X	
Ab13		X		
Ab17		X		
Ab18				X
Ab19				X
Ab22	X			
Bb1				X
Bb2		X		
Bb4			X	
Bb6				X
Bb7			X	
Bb8				X

Quadros XXIII e XXIV - Análise das respostas dadas à questão 2. c) pelos alunos que exploraram o documento A, e pelos alunos que exploraram o documento B.

Códigos dos alunos	Categorias			
	A	B	C	D
Aa1			X	
Aa2				X
Aa5				X
Aa6	X			
Aa10				X
Aa12				X
Aa14				X
Aa15				X
Aa16	X			
Aa20				X
Aa21			X	
Ba3	X			
Ba5			X	
Ba9				X

Códigos dos alunos	Categorias			
	A	B	C	D
Ab3			X	
Ab4			X	
Ab7			X	
Ab8	X			
Ab9	X			
Ab11	X			
Ab13	X			
Ab17				X
Ab18			X	
Ab19			X	
Ab22				X
Bb1				X
Bb2	X			
Bb4				X
Bb6			X	
Bb7			X	
Bb8			X	

Quadros XXV e XXVI- Análise das respostas dadas à questão 2. e) pelos alunos que exploraram o documento A, e pelos alunos que exploraram o documento B.

Códigos dos alunos	Categorias			
	A	B	C	D
Aa1		X		
Aa2		X		
Aa5		X		
Aa6		X		
Aa10				X
Aa12		X		
Aa14		X		
Aa15		X		
Aa16	X			
Aa20		X		
Aa21				X
Ba3	X			
Ba5		X		
Ba9		X		

Códigos dos alunos	Categorias			
	A	B	C	D
Ab3				X
Ab4			X	
Ab7			X	
Ab8	X			
Ab9			X	
Ab11		X		
Ab13			X	
Ab17				X
Ab18			X	
Ab19			X	
Ab22				X
Bb1				X
Bb2		X		
Bb4				X
Bb6				X
Bb7			X	
Bb8			X	

Quadros XXVII e XXVIII - Análise das respostas dadas à questão 2. g) pelos alunos que exploraram o documento A, e pelos alunos que exploraram o documento B.

Códigos dos alunos	Categorias			
	A	B	C	D
Aa1	X			
Aa2			X	
Aa5			X	
Aa6		X		
Aa10			X	
Aa12		X		
Aa14	X			
Aa15			X	
Aa16	X			
Aa20				X
Aa21		X		
Ba3		X		
Ba5				X
Ba9				X

Códigos dos alunos	Categorias			
	A	B	C	D
Ab3			X	
Ab4				X
Ab7				X
Ab8	X			
Ab9		X		
Ab11			X	
Ab13			X	
Ab17				X
Ab18			X	
Ab19		X		
Ab22				X
Bb1				X
Bb2		X		
Bb4				X
Bb6			X	
Bb7				X
Bb8				X

1.2.1.1. Interpretação de resultados/conceitos de categorias ontológicas distintas

Descrevem-se e interpretam-se, de seguida, os resultados expressos nos quadros XXI a XXVIII, assim como outros, que resultaram de uma análise mais pormenorizada às respostas dadas por cada aluno, quanto ao percurso que terão eventualmente efectuado, ao local de recolha de informação e ao tipo de relação estabelecida entre os dois conceitos (relação hierárquica, de semelhança, espaço/temporal ou de causalidade).

Questão 2. a (vide quadro XXI e XXII)

Nesta questão pretendia-se que fosse estabelecida uma relação entre dois conceitos de categorias ontológicas distintas: a **deposição de sedimentos**, um processo, e a **datação relativa**, um método. Apesar de pertencerem a categorias ontológicas distintas, ambos os conceitos se relacionam com o tempo geológico, um dos conceitos mais complicados em Geologia (vide capítulo II- Categorização dos objectos e fenómenos geológicos).

Considerando a totalidade dos alunos, constatou-se que apenas dezasseis (em trinta e um) dos elementos responderam à questão, dos quais seis (em catorze) exploraram o documento A e dez (em dezassete), o documento B.

Dos dezasseis alunos que responderam a esta alínea, seis não conseguiram estabelecer uma relação com significado, sete copiaram a resposta de um diapositivo e, apenas três (um que explorou o documento A e dois que exploraram o B) apresentaram uma relação com significado entre os dois conceitos. Estes últimos, ao contrário dos seus colegas, que recolheram informação num só diapositivo (**Datação numérica**), recolheram informação em vários diapositivos

(**Datação numérica, Princípio da sobreposição, Datação relativa, Rochas sedimentares-processo de formação...**), interpretando-a e construindo uma frase que relaciona os dois conceitos.

Dos três alunos que construíram uma relação com significado, destacamos as respostas de dois que estabeleceram uma relação espaço/temporal (Aa1- "*A datação relativa diz o tempo que as várias camadas de deposição de sedimentos têm*" e Ab8- "*É possível determinar a datação relativa com a deposição dos sedimentos que se vão acumulando por cima*"), enquanto a do terceiro aluno estabelece uma relação de semelhança (Ab22- "*Com o aparecimento da deposição dos sedimentos e a datação relativa, permitia-se comparar a idade de fósseis e rochas*").

Como os resultados indiciam, o número de alunos que respondeu a esta alínea, foi reduzido e menor do que seria esperado, o que dificulta a interpretação. No entanto, e pelo facto de mais alunos que exploraram o documento B terem respondido à questão, leva-nos a pensar que a existência de mais ligações entre os diapositivos explorados, terá facilitado o acesso à informação.

Questão 2. c (vide quadros XXIII e XXIV)

Pretendia-se com esta alínea que os alunos estabelecessem a relação entre **fósseis e alterações biológicas**, respectivamente, materiais e processos, conceitos que no documento A, pertenciam a hierarquias distintas (vide figura 18).

Dos dezanove alunos que responderam a esta alínea, seis (em catorze) exploraram o documento A, enquanto os restantes treze (em dezassete) exploraram o documento B. Entre os seis que exploraram o documento A, apenas três estabeleceram uma relação com significado, através da construção de uma frase que parece ter resultado da consulta de vários diapositivos (**Biosfera, Alterações da biosfera, Fósseis-testemunhos das extinções, Mudanças**

biológicas ao longo da História da Terra...). A título de exemplo, destacam-se algumas respostas:

- Aa6- "*As alterações biológicas provocam a morte de animais que depois se transformam em fósseis*" (relação de causalidade);
- Ba3- "*Através dos fósseis podemos ver as alterações ocorridas desde a extinção dos Dinossauros*" (relação de causalidade);
- Aa16- "*Os fósseis são vestígios de animais e plantas que sofreram várias alterações biológicas*" (relação hierárquica e de causalidade).

É aparentemente possível que a dificuldade em estabelecer relações entre os dois conceitos pelos alunos que exploraram o documento A esteja relacionada com o reduzido número de ligações entre os diapositivos que abordam os dois conceitos (**Biosfera, Fósseis-testemunhos das extinções, Fósseis-onde encontrar?, Alterações na biosfera**).

Dos treze alunos que exploraram o documento B e responderam a esta alínea, cinco estabeleceram uma relação com significado. Todos estes alunos construíram relações de causalidade entre os dois conceitos a partir da informação recolhida em vários diapositivos (**Fósseis-testemunhos das extinções, Mudanças biológicas ao longo da História da Terra, Biosfera...**). Seguem-se alguns exemplos:

- Ab8- "*Os fósseis são os únicos testemunhos das alterações biológicas*",
- Ab11- "*Os fósseis são os únicos testemunhos de organismos já extintos que comprovam as alterações biológicas*",
- Ab13- "*Devido a alterações biológicas os animais foram morrendo e ficaram soterrados e formaram fósseis*".

Parece-nos que neste caso, os alunos que exploraram o documento B tiveram, por um lado, mais facilidade em encontrar a informação, relativamente

aos alunos que exploraram o documento A, apesar de muitos não terem estabelecido relações entre os conceitos. Regista-se, no entanto, um maior número de alunos, entre os que exploram o documento B, que estabelecem relações significativas entre os dois conceitos. É provável que a existência de várias ligações, no documento B, entre os vários diapositivos que se referem aos fósseis e às alterações biológicas (**Biosfera, Fósseis-testemunhos das extinções, Fósseis-onde encontrar?, Alterações na Biosfera**), tenha facilitado a construção de relações e motivado os alunos a responder a esta questão.

Questão 2. e (vide quadros XXV e XXVI)

O objectivo desta alínea era que os alunos estabelecessem relações entre actividade vulcânica (processo) e hidrosfera (material), conceitos pertencentes a hierarquias distintas no documento A (vide figura 18).

Dos vinte e três alunos que responderam a esta alínea, doze exploraram o documento A, enquanto que os restantes onze exploraram o documento B.

Dos que exploraram o documento A, todos estabeleceram relações com significado, dez através de frases copiadas de um diapositivo (alterações na hidrosfera), enquanto que os dois restantes, construíram frases através da consulta de um ou de dois diapositivos (**Actividade vulcânica e Alterações na hidrosfera**) estabelecendo relações de causalidade. Citam-se a seguir as respostas desses dois alunos:

-Aa16- *"Durante a actividade vulcânica são libertados gases e partículas que provocam alterações na hidrosfera";*

-Ba3- *"A actividade vulcânica debaixo de água provoca alterações na hidrosfera".*

Estes alunos aparentam através das suas respostas, alguma facilidade para responder a esta alínea. Vamos avançar duas explicações para esse facto: por um lado, a facilidade de acesso, no documento A, aos diapositivos **Alterações na hidrosfera e Actividade vulcânica** (vide figura 18 ou documento A no CD-Rom), por outro lado, o facto de a informação retirada pela maioria dos alunos estar concentrada num único diapositivo.

Quanto aos alunos que exploraram o documento B, seis (num total de dezassete) não responderam à questão, oito responderam mas não relacionaram os conceitos, dois relacionaram, copiando a frase de um dos diapositivos e, apenas um, conseguiu construir uma relação, a partir da informação consultada em mais do que um diapositivo (**actividade vulcânica e alterações da hidrosfera**). Ao contrário do que aconteceu com os alunos que exploraram o documento A, acreditamos que para os alunos que exploraram o B, a dificuldade em encontrar a informação foi neste caso maior, porque o caminho a percorrer era mais complicado. O acesso ao diapositivo **actividade vulcânica**, era semelhante ao do documento A, mas o mesmo não se passava quanto ao percurso até ao diapositivo **alterações na hidrosfera**, que era único e feito através de uma ligação existente no diapositivo **reconstituição do passado da Terra** (vide figura 19 ou no Documento B/CD-Rom).

Podemos pensar que, neste caso, as ligações existentes nos diapositivos tiveram uma influência considerável no estabelecimento de relações entre os dois conceitos e nas diferenças registadas entre os resultados dos elementos que exploraram o documento A e o documento B.

Questão 2. g (vide quadros XXVII e XXVIII)

Nesta questão pretendia-se que os alunos estabelecessem relações entre um método - **Datação numérica**, e um material - **Minerais**. À partida, existia já uma tendência, que se viria a verificar, para os alunos estabelecerem uma relação do

tipo espaço/temporal que, como já referimos, é comum em Geologia e suscita alguma dificuldade.

Dos vinte alunos que responderam a esta alínea, onze exploraram o documento A e, nove exploraram o documento B. Entre os primeiros, três construíram frases que relacionavam os dois conceitos enquanto que quatro, limitaram-se a copiar frases de um dos diapositivos (**Datação numérica**). Os restantes (quatro) não conseguiram estabelecer relações com significado. No outro grupo de alunos (documento B), apenas um construiu uma frase da sua autoria, relacionando os dois conceitos, enquanto três copiaram frases do diapositivo **Datação numérica**, e cinco não conseguiram estabelecer relações entre os dois conceitos. Apresentam-se a seguir, as frases que ilustram relações significativas entre datação numérica e minerais:

- Aa1- "*A datação numérica ajuda a ... poder identificar o tempo ou anos que os minerais têm*"
- Aa14 - "*É possível fazer a datação numérica de uma rocha através dos seus minerais*";
- Aa16 - "*Através da datação numérica podemos saber quando se formaram alguns minerais devido a alguns conterem elementos radioactivos*";
- Ab8- "*A datação numérica só é possível saber com a formação de alguns minerais*".

Todos os alunos apresentaram relações hierárquicas.

Tal como na alínea anterior, os resultados indiciam ter havido maior dificuldade, por parte dos alunos que exploraram o documento B, para encontrar a informação, relativamente aos que exploraram o A e, conseqüentemente, para estabelecer a relação entre os dois conceitos que, só podia ser encontrada no diapositivo **Datação numérica**. Essa dificuldade pode ter sido causada, neste

caso, pela estrutura do documento, nomeadamente pelas várias ligações, provocando alguma desorientação.

Em resumo, podemos pensar que as respostas às alíneas em que se exigia a relação entre conceitos de categorias distintas indiciam que:

- a existência de várias ligações em cada diapositivo (documento B) pode ter facilitado, por um lado, o acesso à informação e, conseqüentemente, ter influência nas aprendizagens que exigem a relação entre conceitos (ex.: fósseis e alterações biológicas) de categorias diferentes, e nos raciocínios explicativos que envolvem alguma complexidade. No entanto, se os percursos se apresentarem demasiado complicados e pouco intuitivos (ex: alterações na hidrosfera no documento B), a existência de várias ligações em cada diapositivo, ou página, pode ter o efeito inverso e provocar desorientação como aconteceu no caso dos alunos que procuraram no documento B, as relações entre datação numérica e minerais e entre actividade vulcânica e hidrosfera, manifestando, neste caso, muita dificuldade;
- quanto ao tipo de relações estabelecidas, de causalidade, espaço/temporais, de semelhança, hierarquizadas, estes resultados parecem indicar que a estrutura do documento não terá tido grande influência sobre a opção por um tipo ou outro de relação. Parece-nos que a mesma opção dependeu mais, dos próprios conceitos envolvidos, ou das relações já estabelecidas no próprio documento, do que da sua estrutura.

1.2.2. Relações entre conceitos pertencentes à mesma categoria ontológica

Nas alíneas b), d), f) e h), os alunos tinham que relacionar conceitos pertencentes à mesma categoria ontológica, como explicita o quadro XXIX.

Quadro XXIX - Categorias ontológicas dos conceitos relacionáveis nas alíneas b), d), f) e h).

Questões	Materiais	Processos	Métodos
2. b)	Terra/Astenosfera		
2. d)		Movimento das placas litosféricas/ Deriva dos continentes	
2. f)	Rochas sedimentares/Rochas metamórficas		
2. h)			Princípio da sobreposição/Determinação da idade dos fósseis

A análise de conteúdo que efectuámos às respostas dadas pelos alunos utilizando as categorias anteriormente descritas, encontra-se registada nos quadros XXX a XXXVII.

Quadros XXX e XXXI - Análise das respostas dadas à questão 2. b) pelos alunos que exploraram o documento A, e pelos alunos que exploraram o documento B.

Códigos dos alunos	Categorias			
	A	B	C	D
Aa1			X	
Aa2	X			
Aa5				X
Aa6			X	
Aa10			X	
Aa12	X			
Aa14			X	
Aa15			X	
Aa16			X	
Aa20				X
Aa21	X			
Ba3			X	
Ba5	X			
Ba9	X			

Códigos dos alunos	Categorias			
	A	B	C	D
Ab3	X			
Ab4			X	
Ab7			X	
Ab8				X
Ab9				X
Ab11			X	
Ab13			X	
Ab17	X			
Ab18	X			
Ab19				X
Ab22				X
Bb1				X
Bb2	X			
Bb4				X
Bb6				X
Bb7	X			
Bb8				X

Quadros XXXII e XXXIII - Análise das respostas dadas à questão 2. d) pelos alunos que exploraram o documento A, e pelos alunos que exploraram o documento B.

Códigos dos alunos	Categorias			
	A	B	C	D
Aa1		X		
Aa2		X		
Aa5		X		
Aa6		X		
Aa10		X		
Aa12		X		
Aa14		X		
Aa15		X		
Aa16				X
Aa20				X
Aa21		X		
Ba3		X		
Ba5	X			
Ba9		X		

Códigos dos alunos	Categorias			
	A	B	C	D
Ab3			X	
Ab4		X		
Ab7	X			
Ab8	X			
Ab9			X	
Ab11	X			
Ab13		X		
Ab17	X			
Ab18		X		
Ab19		X		
Ab22		X		
Bb1				X
Bb2		X		
Bb4				X
Bb6		X		
Bb7			X	
Bb8	X			

Quadros XXXIV e XXXV - Análise das respostas dadas à questão 2. f) pelos alunos que exploraram o documento A, e pelos alunos que exploraram o documento B.

Códigos dos alunos	Categorias			
	A	B	C	D
Aa1	X			
Aa2	X			
Aa5				X
Aa6	X			
Aa10				X
Aa12		X		
Aa14		X		
Aa15		X		
Aa16		X		
Aa20		X		
Aa21		X		
Ba3		X		
Ba5		X		
Ba9	X			

Códigos dos alunos	Categorias			
	A	B	C	D
Ab3				X
Ab4		X		
Ab7	X			
Ab8	X			
Ab9			X	
Ab11	X			
Ab13	X			
Ab17		X		
Ab18			X	
Ab19			X	
Ab22				X
Bb1				X
Bb2	X			
Bb4				X
Bb6				X
Bb7			X	
Bb8			X	

Quadros XXXVI e XXXVII - Análise das respostas dadas à questão 2. h) pelos alunos que exploraram o documento A, e pelos alunos que exploraram o documento B.

Códigos dos alunos	Categorias			
	A	B	C	D
Aa1	X			
Aa2	X			
Aa5		X		
Aa6				X
Aa10				X
Aa12	X			
Aa14	X			
Aa15				X
Aa16				X
Aa20				X
Aa21				X
Ba3				X
Ba5				X
Ba9	X			

Códigos dos alunos	Categorias			
	A	B	C	D
Ab3				X
Ab4				X
Ab7				X
Ab8				X
Ab9				X
Ab11		X		
Ab13		X		
Ab17				X
Ab18		X		
Ab19		X		
Ab22				X
Bb1				X
Bb2		X		
Bb4				X
Bb6				X
Bb7			X	
Bb8			X	

1.2.2.1. Interpretação de resultados/conceitos da mesma categoria ontológica

Descrevem-se e interpretam-se, de seguida, os resultados expressos nos quadros XXX a XXXVII, assim como outros, que resultaram de uma análise mais pormenorizada às respostas dadas por cada aluno, quanto ao percurso que terão eventualmente efectuado, ao local de recolha de informação e ao tipo de relação estabelecida entre os dois conceitos (relação hierárquica, de semelhança, espaço/temporal ou de causalidade).

Questão 2. b (vide quadros XXX e XXXI).

Nesta questão pretendia-se que os alunos estabelecessem uma relação entre dois conceitos da mesma categoria ontológica, Terra e astenosfera, ambos incluídos na categoria materiais.

Dos vinte e dois alunos que responderam, doze consultaram o documento A e dez, o documento B. Entre os que exploraram o A, sete não conseguiram estabelecer uma relação entre os dois conceitos, enquanto os restantes cinco estabeleceram relações significativas.

Entre os que exploraram o documento B, e responderam à questão, quatro não conseguiram estabelecer uma relação enquanto os outros seis estabeleceram relações significativas.

Pensamos que o elevado número de alunos, que explorou o documento B e que não respondeu à questão, pode não o ter feito por não ter encontrado a informação necessária, por desorientação e/ou pelo facto de nenhum dos conceitos ser título de diapositivo. No geral, pensamos existir um certo equilíbrio entre os

dois grupos de alunos que pode estar relacionado com o caminho semelhante que tinham que percorrer até encontrar a informação, ou seja, no diapositivo **Litosfera**).

Como seria previsível, as relações significativas estabelecidas pelos alunos, neste caso, são relações hierárquicas, em que o conceito mais abrangente é o de Terra, relativamente ao de astenosfera. Seguem-se alguns exemplos:

Aa2- *"A Astenosfera é a segunda camada da Terra";*

Aa12- *"Astenosfera é um material do interior da Terra";*

Ab18- *"A Terra é formada por várias camadas, e entre elas encontra-se a Astenosfera";*

Bb2- *"A Terra tem vários materiais do interior da Terra, por exemplo, a Astenosfera que se encontra num estado semilíquido".*

Questão 2. d (ver quadros XXXII e XXXIII).

Esta alínea tinha por objectivo o estabelecimento de relações entre dois conceitos pertencentes à mesma categoria ontológica: processos. Os conceitos, **movimento das placas litosféricas** e **deriva dos continentes**, situavam-se em hierarquias diferentes no documento A (vide figura 18), no entanto, os alunos podiam lê-los num único diapositivo - **movimento das placas litosféricas**. De referir que, tal como era previsível, todas as relações estabelecidas entre estes dois conceitos foram de causalidade.

Dos trinta e um elementos da amostra, apenas quatro (dois que exploraram o documento A e outros dois, o documento B) não responderam à questão. Entre os restantes, apenas três (que exploraram o documento B) não conseguiram relacionar ou não relacionaram significativamente os dois conceitos, ao contrário dos restantes vinte e quatro.

dois grupos de alunos que pode estar relacionado com o caminho semelhante que tinham que percorrer até encontrar a informação, ou seja, no diapositivo **Litosfera**).

Como seria previsível, as relações significativas estabelecidas pelos alunos, neste caso, são relações hierárquicas, em que o conceito mais abrangente é o de Terra, relativamente ao de astenosfera. Seguem-se alguns exemplos:

Aa2- *"A Astenosfera é a segunda camada da Terra"*;

Aa12- *"Astenosfera é um material do interior da Terra"*;

Ab18- *"A Terra é formada por várias camadas, e entre elas encontra-se a Astenosfera"*;

Bb2- *"A Terra tem vários materiais do interior da Terra, por exemplo, a Astenosfera que se encontra num estado semilíquido"*.

Questão 2. d (ver quadros XXXII e XXXIII).

Esta alínea tinha por objectivo o estabelecimento de relações entre dois conceitos pertencentes à mesma categoria ontológica: processos. Os conceitos, **movimento das placas litosféricas e deriva dos continentes**, situavam-se em hierarquias diferentes no documento A (vide figura 18), no entanto, os alunos podiam lê-los num único diapositivo - **movimento das placas litosféricas**. De referir que, tal como era previsível, todas as relações estabelecidas entre estes dois conceitos foram de causalidade.

Dos trinta e um elementos da amostra, apenas quatro (dois que exploraram o documento A e outros dois, o documento B) não responderam à questão. Entre os restantes, apenas três (que exploraram o documento B) não conseguiram relacionar ou não relacionaram significativamente os dois conceitos, ao contrário dos restantes vinte e quatro.

Dos que relacionaram os dois conceitos e exploraram o documento A, apenas um construiu uma relação a partir da informação consultada (Ba5- "*o movimento das placas litosféricas é a principal causa da deriva dos continentes*") enquanto os outros limitaram-se a transcrever de um dos diapositivos (movimento das placas litosféricas) a frase que relacionava os dois conceitos.

Entre os que exploraram o documento B e estabeleceram a relação entre o movimento das placas litosféricas e a deriva dos continentes, nove transcreveram-na de um diapositivo, enquanto os três restantes construíram frases para relacionar os dois conceitos. Apresentam-se, a seguir, algumas delas:

-Ab8- "*A deriva dos continentes teve resultado com o movimento das placas litosféricas*";

-Ab17- "*O movimento que é responsável pela deriva continental é o movimento das placas litosféricas*";

-Bb8- "*Como as placas estão em constante movimento, isso faz com que os continentes se movam para novas latitudes*".

Apesar de não existir grande variação entre os resultados das respostas a esta alínea por parte dos alunos que exploraram o documento A relativamente aos que exploraram o documento B, uma análise mais minuciosa das respostas levou-nos a outras interpretações. A maioria dos alunos que explorou o documento A e que estabeleceu a relação entre os dois conceitos (categorias A e B do quadro XXXII) recolheu informação no mesmo diapositivo - **movimento das placas litosféricas**, à excepção de dois alunos que retiraram a informação, respectivamente, dos diapositivos: **alterações nos subsistemas da Terra e mecanismo da deriva continental**. No grupo que explorou o documento B, a escolha dos diapositivos para a consulta de informação, que relacionasse os dois conceitos, foi muito mais variada (**movimento das placas litosféricas**,

mecanismo da deriva continental, alterações na litosfera, alterações na biosfera). Esta maior diversidade de diapositivos para recolha de informação pode ter sido resultante da existência de mais ligações por diapositivo no documento B, o que indicia que um documento com mais ligações pode permitir uma abordagem do assunto por diferentes perspectivas e pontos de vista, propiciando uma maior flexibilidade cognitiva, do que por exploração de um documento (como o A) com menos ligações entre os nós de informação (diapositivos, neste caso).

Questão 2. f (vide quadros XXXIV e XXXV)

Nesta alínea pretendia-se que os alunos relacionassem **rocha metamórfica** com **rocha sedimentar**, dois conceitos pertencentes à mesma categoria ontológica- materiais, e à mesma árvore hierárquica no documento A.

Dos vinte e quatro alunos que responderam à questão, doze exploraram o documento A e, doze, o documento B. Entre os que exploraram o documento A, oito copiaram a relação de um dos diapositivos, enquanto que quatro construíram uma frase a partir da informação recolhida em um ou mais diapositivos. Destacam-se a título de exemplo, as seguintes respostas como os exemplos seguintes:

Aa1- "*...as rochas sedimentares formam-se de maneira diferente das rochas metamórficas*";

Aa6- "*Nas rochas sedimentares e rochas metamórficas podemos encontrar os fósseis*";

Podemos concluir que estes alunos (documento A) manifestaram alguma facilidade para encontrar a informação necessária à resposta, visto que apenas dois não responderam. No entanto, foram poucos os que construíram uma relação significativa.

Quanto aos alunos que exploraram o documento B e que responderam à questão, cinco não conseguiram estabelecer uma relação com significado entre os dois conceitos, dois estabeleceram a relação por transcrição de uma frase de um dos diapositivos, enquanto os restantes cinco alunos construíram frases para relacionar os dois conceitos. Seguem-se alguns exemplos:

-Ab11- *"Os fósseis encontram-se nas rochas sedimentares e por vezes em rochas metamórficas"*.

-Ab13- *"As rochas metamórficas não têm as condições especiais para a fossilização como as sedimentares"*.

-Bb2- *"Só nas rochas sedimentares e nalgumas rochas metamórficas é possível encontrar fósseis"*.

Devido ao pequeno número de alunos que, explorando o documento B, estabeleceram uma relação com significado entre os dois conceitos, pressupomos que muitos terão sentido alguma dificuldade em encontrar a informação. Esta dificuldade pode estar relacionada com a desorientação, porque são várias as ligações existentes nos diapositivos onde podiam encontrar a informação necessária, como por exemplo; **rochas sedimentares, processo de formação de rochas sedimentares, rochas metamórficas, processo de formação de rochas metamórficas, fósseis-onde encontrar?, ciclo das rochas.....**

Fazendo uma análise mais pormenorizada das respostas de todos os alunos que incluímos nas categorias A e B, concluímos que ocorreram dois tipos de respostas, uma em que a relação entre os dois conceitos é feita através do conceito de fóssil, como por exemplo:

-Ab11- *"Os fósseis encontram-se nas rochas sedimentares e nas rochas metamórficas"*,

e outra, em que a relação entre os dois conceitos implica a formação ou génese de um ou dos dois tipos de rocha, como por exemplo:

-Aa1- "*As rochas sedimentares formam-se a partir de sedimentos das rochas metamórficas*".

Comparando as respostas incluídas nas categorias A e B dos dois grupos, concluímos que apesar de um maior número de alunos do grupo A, ter respondido à questão, quase todos constróem a relação entre os dois conceitos através do conceito de fósil, enquanto que quase todos os alunos do grupo B, relacionaram os dois conceitos através da génese de um ou dos dois tipos de rocha. Ou seja, os alunos do grupo A recorrem mais a um material (fósil) para estabelecer a relação entre rocha sedimentar e rocha metamórfica, enquanto os alunos do grupo B, mesmo em menor número, recorreram mais a um processo (génese) para estabelecer a mesma relação.

Questão 2. h (vide quadros XXXVI e XXXVII)

Esta alínea tinha como objectivo, o estabelecimento de uma relação entre dois métodos, **princípio da sobreposição e determinação da idade dos fósseis**.

Dos treze alunos que responderam a esta alínea, seis exploraram o documento A e sete exploraram o documento B. Entre os seis que exploraram o documento A, um transcreveu uma frase que relaciona os dois conceitos de um diapositivo, enquanto os restantes, construíram proposições a partir da informação que leram.

No caso dos alunos que exploraram o documento B, dois não conseguiram estabelecer uma relação ou estabeleceram uma relação sem significado enquanto os outros cinco estabeleceram uma relação por transcrição de uma frase do documento.

Destes resultados depreendemos que a maioria dos alunos não conseguiu estabelecer uma relação entre estes dois conceitos, provavelmente, por um deles,

determinação da idade dos fósseis, não constituir título de um diapositivo ou, por serem conceitos com alguma complexidade.

Efectuando uma análise mais minuciosa, concluímos que todos os alunos efectuaram a investigação no mesmo diapositivo- **datação relativa**- só que os alunos que exploraram o documento A, modificaram ligeiramente a frase que se encontrava no diapositivo. Seguem-se alguns exemplos de frases que os alunos escreveram para relacionar os dois conceitos:

- Aa5- "*O princípio da sobreposição permitia comparar a idade dos fósseis*";

- Aa12- "*O princípio da sobreposição permite a determinação da idade dos fósseis*";

- Ab11- "*O princípio da sobreposição permite comparar a idade de fósseis e de rochas*".

Todas as relações estabelecidas são hierárquicas, em que o conceito princípio da sobreposição é o mais abrangente.

Os resultados indiciam que neste caso os alunos que exploraram o documento A conseguiram compreender melhor a relação entre os dois conceitos. Avançamos com uma hipótese que necessitaria de confirmação que é a seguinte: será que estes alunos beneficiaram da existência de um botão no diapositivo **princípio da sobreposição** que lhes permitiu voltar a **datação relativa** mais facilmente e estabelecer com mais facilidade a relação entre princípio da sobreposição e determinação da idade dos fósseis?

Nesse caso, a existência de uma ligação que permite ao aluno voltar ao diapositivo anterior, terá facilitado, provavelmente, a ocorrência de uma aprendizagem subordinada/supeordenada, realizada através do estabelecimento de uma relação hierarquizada entre os dois conceitos.

Em resumo, podemos pensar que as respostas às alíneas em que se exigia a relação entre conceitos da mesma categoria parecem indicar que:

- quando o percurso é semelhante os dois grupos de alunos revelam as mesmas dificuldades para chegar à informação;
- quando os percursos são diferentes os alunos que exploram o documento B (em rede) apresentam mais dificuldade em chegar à informação;
- os alunos que exploram o documento B constroem relações fazendo apelo a uma informação mais diversificada.
- os alunos que exploram o documento A (hierárquico) parece apresentarem mais facilidade nos raciocínios descritivos (preferem utilizar um material - fósil), para relacionar dois materiais (rocha sedimentar e rocha metamórfica), enquanto os alunos que exploraram o documento em B (em rede), parece apresentarem mais facilidade com os raciocínios explicativos (preferem utilizar um processo - génese das rochas), para relacionar dois materiais (rocha sedimentar e rocha metamórfica).
- quanto ao tipo de relações estabelecidas, de causalidade, espaço/temporais, de semelhança, hierarquizadas, tal como para os conceitos pertencentes a categorias ontológicas diferentes, estes resultados parecem indicar que a estrutura do documento não terá tido grande influência sobre a opção por um tipo ou outro de relação. Parece-nos que a escolha do tipo de relação dependeu mais, dos próprios conceitos envolvidos, ou das relações já estabelecidas no próprio documento, do que da sua estrutura.

É importante referir que estas interpretações não passam de tendências que verificámos a partir das poucas respostas dadas pelos alunos da amostra.

As interpretações feitas a partir das respostas dadas pelos alunos da amostra são apenas tendências e não conclusões definitivas. É importante referir que estas interpretações não passam de tendências que verificámos a partir das poucas respostas dadas pelos alunos da amostra.

As interpretações feitas a partir das respostas dadas pelos alunos da amostra são apenas tendências e não conclusões definitivas. É importante referir que estas interpretações não passam de tendências que verificámos a partir das poucas respostas dadas pelos alunos da amostra.

1.3. Construção de raciocínios interpretativos/explicativos

A questão 3 do questionário teve o intuito de levar os alunos à construção de raciocínios interpretativos/explicativos, que exigem uma transferência dos conhecimentos de base empírica para níveis de conhecimento mais elevados (vide capítulo II- Descrições e explicações). Para isso, seleccionámos como conteúdos, algumas das condições de fossilização e de preservação dos fósseis. Segue-se a questão colocada e os seus objectivos.

Questão 3

Ao terem habitado vastas áreas do nosso planeta, os dinossauros deixaram vestígios da sua passagem. Os seus principais testemunhos são os fósseis, encontrados nas rochas. No entanto, muitos destes vestígios acabam por desaparecer, por causas internas e externas à Terra.

- a) Os fósseis de dinossauro, tal como os de outros seres, encontram-se essencialmente em rochas sedimentares. Tenta explicar porque é difícil encontrar fósseis em rochas metamórficas e, muito mais difícil, em rochas magmáticas.
- b) A dificuldade em encontrar fósseis relaciona-se com várias causas, entre as quais estão, as condições especiais para a sua fossilização e a conservação posterior. Indica, justificando, algumas **causas internas** à Terra que possam ser responsáveis pelo desaparecimento de vestígios fossilizados de dinossauro.

Objectivos da questão 3

Averiguar a influência exercida pelos dois documentos hipertextuais:

- a) na elaboração de raciocínios interpretativos/explicativos a partir da informação disponível.
- b) na compreensão de conceitos complexos à custa da combinação de outros conceitos.

Para analisarmos as respostas à alínea a) da questão 3, depois de algumas leituras, estabelecemos as seguintes categorias:

- **Categoria A- Refere a não existência de fósseis nas rochas magmáticas e/ou nas metamórficas, mencionando algumas das condições e/ou dos processos de formação destas rochas.**

Incluímos nesta categoria as respostas que tentam justificar a não existência de fósseis só nas rochas magmáticas, ou também nas rochas metamórficas, referindo condições ou processos que levam à formação de cada um desses grupos de rochas. Seguem-se alguns exemplos de respostas que integrámos nesta categoria:

-Aa21- *"É muito mais difícil encontrar fósseis nas rochas magmáticas porque são mais profundas. E é difícil encontrar nas rochas metamórficas porque a rocha sofre recristalização";*

-Aa1- *"Os fósseis podem encontrar-se em rochas sedimentares e nalgumas rochas metamórficas não em rochas magmáticas porque são constituídas por arrefecimento consequente e a solidificação do magma";*

Bb2- *"Porque em rochas metamórficas (que o próprio nome vem do metamorfismo que consiste num conjunto de transformações na textura e na*

composição mineralógica da rocha) é quase impossível porque o tempo, a pressão e a temperatura, como são muito altas acabam por derretê-los e nas rochas magmáticas é impossível pois tem origem a grandes profundidades e é constituído por materiais silicatados e por gases".

- **Categoria B- Faz apenas referência às condições necessárias à fossilização.**

Nesta categoria incluímos as respostas que referem apenas as condições necessárias à fossilização que são mencionadas no hiperdocumento. São exemplo desta categoria, as seguintes respostas:

-Ba5- *"É difícil porque o processo de fossilização requer condições especiais tais como: o soterramento rápido, a falta de oxigenação e a protecção contra a dissolução";*

-Ab18- *"São difíceis de encontrar fósseis nestas rochas porque não há soterramento rápido, falta de oxigenação, protecção contra a dissolução".*

- **Categoria C- Não responde.**

Foram integrados nesta categoria os alunos que não responderam.

Nos quadros seguintes pode-se constatar a distribuição das respostas dos alunos dos dois grupos pelas três categorias de respostas.

Quadros XXXVIII e XXXIX - Análise das respostas dadas à questão 3. a) pelos alunos que exploraram o documento A, e pelos alunos que exploraram o documento B.

Códigos dos alunos	Categorias		
	A	B	C
Aa1	X		
Aa2			X
Aa5		X	
Aa6			X
Aa10			X
Aa12			X
Aa14			X
Aa15			X
Aa16	X		
Aa20			X
Aa21	X		
Ba3			X
Ba5		X	
Ba9	X		

Códigos dos alunos	Categorias		
	A	B	C
Ab3	X		
Ab4			X
Ab7	X		
Ab8			X
Ab9			X
Ab11		X	
Ab13		X	
Ab17			X
Ab18		X	
Ab19			X
Ab22			X
Bb1	X		
Bb2	X		
Bb4			X
Bb6			X
Bb7			X
Bb8	X		

Para analisarmos as respostas às questões 3. b), depois de uma primeira leitura atenta, estabelecemos as seguintes categorias:

▪ **Categoria A- Refere só causas internas.**

Nesta categoria incluímos as respostas que referem causas internas à Terra que possam ter sido responsáveis pela extinção dos dinossauros. Só estão nestas condições as respostas seguintes:

-Ba9- "A actividade vulcânica é responsável pelo desaparecimento dos fósseis porque com a libertação de lava, os fósseis não aguentam as altas temperaturas e desaparecem";

-Ab7- *"A movimentação das placas, as actividades vulcânicas..."*.

▪ **Categoria B- Refere só causas externas.**

Nesta categoria agrupámos as respostas que em vez de mencionarem causas internas, referiram causas externas que possam ter destruído os vestígios fossilizados de dinossauros.

Apenas contabilizámos uma resposta:

-Aa16- *"Uma das causas que possam ter levado ao desaparecimento de vestígios fossilizados de dinossauro foi terem estado expostos ao ar fazendo com que não se conservassem e se desgastassem mais depressa, mas se estivessem sido soterrados rapidamente, protegidos contra a dissolução e ao oxigénio talvez ainda existissem"*.

▪ **Categoria C- Confunde causas externas com causas internas.**

Na categoria C, incluímos respostas que revelam alguma confusão entre as causas internas e as causas externas que afectam ou afectaram a preservação dos vestígios fossilizados de dinossauro. É o caso das respostas seguintes:

-Aa1- *"Uma das causas internas onde a dificuldade de encontrar fósseis é devido às várias camadas de terra que se vão sobrepondo umas às outras de maneira que não se conseguem ver os fósseis que estão nas camadas abaixo da terra das mesmas"*;

-Ab11- *"Existem fósseis de dinossauro já extintos por causa: da biosfera terrestre; vulcões, modificações climáticas, etc."*

-Ab13- *"É devido à actividade vulcânica, ao impacto de meteoritos e ao movimento das placas litosféricas"*.

▪ **Categoria D- Não responde.**

Nesta categoria incluímos todos os alunos que não responderam.

Quadros XL e XLI - Análise das respostas dadas à questão 3. b) pelos alunos que exploraram o documento A, e pelos alunos que exploraram o documento B.

Códigos dos alunos	Categorias			
	A	B	C	D
Aa1			X	
Aa2				X
Aa5				X
Aa6				X
Aa10				X
Aa12				X
Aa14				X
Aa15				X
Aa16		X		
Aa20				X
Aa21				X
Ba3				X
Ba5				X
Ba9	X			

Códigos dos alunos	Categorias			
	A	B	C	D
Ab3				X
Ab4				X
Ab7	X			
Ab8				X
Ab9				X
Ab11			X	
Ab13			X	
Ab17				X
Ab18				X
Ab19				X
Ab22				X
Bb1				X
Bb2				X
Bb4				X
Bb6				X
Bb7				X
Bb8				X

1.3.1. Interpretação de resultados/raciocínios explicativos

Relativamente à questão 3. a), dos catorze alunos que responderam, nove referem algumas das condições ou dos processos de formação das rochas magmáticas e/ou metamórficas, enquanto os restantes cinco mencionam as condições necessárias à fossilização para justificar a não existência de fósseis nessas rochas.

Das respostas que integrámos na categoria A (mencionam condições e/ou processos de formação dos dois tipos de rocha ou de um só), quatro pertenciam a alunos que exploraram o documento A, e cinco, a alunos que exploraram o documento B. Quanto às respostas incluídas na categoria B (fazem apenas referência às condições necessárias à fossilização), duas pertenciam a alunos que exploraram o documento A, enquanto as restantes três eram de alunos que exploraram o documento B. Não se verifica assim, grande diferença entre os resultados dos dois grupos. Podemos apenas concluir que parte considerável dos alunos manifestou grande dificuldade na construção de raciocínios explicativos de modo a responder a esta questão.

Analisando apenas as respostas incluídas na categoria A, verificámos serem mais as que referem apenas o processo de formação das rochas magmáticas, comparativamente às que referem também o processo de formação de rochas metamórficas. Mais uma vez, consideramos que isto se deve ao facto de as rochas magmáticas serem mais familiares para os alunos que as rochas metamórficas.

Quanto à questão 3. b) constatámos existir um menor número de alunos que respondeu - apenas seis - não se verificando grandes diferenças entre os que exploraram o documento A e os que exploraram o B.

Dos que exploraram o documento A, apenas três responderam (em catorze). Desses três, um (Ba9) referiu só causas internas para explicar o desaparecimento de vestígios fossilizados de dinossauro, outro referiu só causas externas (Aa16) e o último (Aa1) confundiu causas externas com causas internas.

Quanto aos que exploraram o documento B, um referiu apenas causas internas (Ab7) e os outros dois (Ab11 e Ab13) confundiram causas internas com causas externas.

Para os maus resultados que obtivemos com esta questão que não nos permitem atingir os objectivos que tínhamos estabelecido inicialmente, avançamos algumas explicações como:

- a extensão do questionário;
- cansaço dos alunos (esta era a última pergunta);
- a possível extensão do hiperdocumento;
- a dificuldade na construção de raciocínios explicativos por muitos destes indivíduos;
- a dificuldade em encontrar a informação necessária.

2. Análise dos mapas de conceitos

Era nosso objectivo, com este instrumento de investigação:

- ajudar os alunos na exploração do hiperdocumento,
- levá-los a estabelecer relações hierárquicas e não-hierárquicas entre conceitos,
- averiguar a influência de uma (hierárquica) e outra (em rede) das estruturas hipertextuais, em causa, sobre a elaboração dos mapas, nomeadamente, do estabelecimento de relações entre os conceitos,
- conduzi-los à resolução do problema: porque se extinguiram os dinossauros?

Para interpretar os mapas de conceitos, realizámos uma análise de conteúdo com estabelecimento de várias categorias seguida de uma análise mais minuciosa para alguns casos relevantes.

Após algumas leituras, tentámos agrupar os mapas de conceitos elaborados pelos elementos da amostra. Para isso, determinámos alguns critérios de modo que a categorização não se tornasse muito complexa e nos fornecesse alguns dados passíveis de interpretação.

Devido à simplicidade dos mapas elaborados, e ao facto de apenas três alunos ter estabelecido nos seus mapas, relações transversais, estabelecemos apenas dois critérios, para categorizá-los:

- o número de causas responsáveis pela extinção dos dinossauros apresentadas pelo aluno;
- o número de níveis hierárquicos.

O número de causas dá-nos informações relativas às ideias sobre a extinção dos dinossauros que cada aluno conseguiu reter a partir da consulta do documento. Enquanto que o número de níveis hierárquicos fornece-nos

informações sobre o grau de diferenciação que o aluno efectuou na sua estrutura cognitiva, sobre o tema em causa. Considerámos as causas apresentadas pelos alunos como o primeiro nível da hierarquia, de acordo com a figura 20.

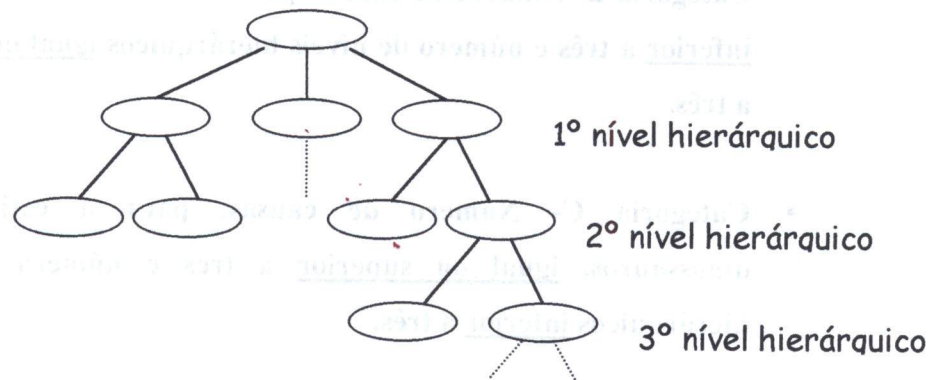


Figura 20 - Níveis hierárquicos de um mapa de conceitos.

A partir da combinação dos dois critérios estabelecidos, construímos quatro categorias a que juntámos uma quinta para contemplar os alunos que não elaboraram o mapa. Relativamente às causas, separámos os alunos que colocaram no primeiro nível hierárquico do mapa, um número de causas inferior a três, daqueles que consideraram um número de causas igual ou superior a três. Poderíamos ter utilizado outro critério, mas pensámos que o aluno que reconhece três causas, pelo menos, já entendeu que o assunto é polémico e/ou que pode ter várias perspectivas e pontos de vista, ou ainda que os dinossauros, provavelmente, não terão desaparecido pela actuação de uma só causa isolada.

No que diz respeito aos níveis hierárquicos, como o documento A apresenta três níveis hierárquicos, separámos os alunos em dois grupos, aqueles cujos mapas de conceitos apresentavam um ou dois níveis e os que apresentavam um número de níveis igual ou superior a três.

Da combinação destes critérios resultaram as quatro categorias, abaixo descritas:

- **Categoria A- Número de causas, para a extinção dos dinossauros inferior a três e número de níveis hierárquicos inferior a três.**
- **Categoria B- Número de causas, para a extinção dos dinossauros inferior a três e número de níveis hierárquicos igual ou superior a três.**
- **Categoria C- Número de causas, para a extinção dos dinossauros, igual ou superior a três e número de níveis hierárquicos inferior a três.**
- **Categoria D- Número de causas, para a extinção dos dinossauros igual ou superior a três e número de níveis hierárquicos igual ou superior a três.**
- **Categoria E- O aluno não construiu o mapa de conceitos.**

Os quadros XL e XLI revelam a categorização dos mapas de conceitos, respectivamente, dos alunos que exploraram o documento A e que exploraram o documento B, e dão-nos informação sobre o número de níveis hierárquicos de cada mapa.

Quadro XLII - Análise dos mapas de conceitos construídos pelos alunos que exploraram o documento A.

Códigos dos alunos	Categorias					Nº de níveis hierárquicos
	A	B	C	D	E	
Aa1				X		6
Aa2		X				3
Aa5			X			2
Aa6	X					2
Aa10	X					1
Aa12	X					1
Aa14				X		4
Aa15			X			1
Aa16					X	-
Aa20				X		3
Aa21			X			2
Ba3			X			2
Ba5		X				3
Ba9				X		5

Quadro XLIII - Análise dos mapas de conceitos construídos pelos alunos que exploraram o documento B.

Códigos dos alunos	Categorias					Nº de níveis hierárquicos
	A	B	C	D	E	
Ab3			X			2
Ab4				X		4
Ab7			X			2
Ab8		X				5
Ab9				X		6
Ab11				X		7
Ab13	X					2
Ab17				X		4
Ab18	X					2
Ab19	X					2
Ab22				X		3
Bb1	X					1
Bb2		X				4
Bb4					X	-
Bb6					X	-
Bb7				X		5
Bb8	X					2

2.1. Interpretação de resultados/mapas de conceitos

Por análise dos quadros XLII e XLIII, verificámos que:

- a maioria dos alunos não apresentou dificuldade na construção dos mapas - apenas três alunos não os construíram;
- cerca de metade dos alunos (dezasseis em trinta e um), identificou mais de três causas (categorias C+D) como responsáveis para a extinção dos dinossauros;
- cerca de catorze alunos conseguiram construir mapas com um número de níveis hierárquicos, superior ao do documento A (categorias B+D).

Estes resultados revelam que a exploração de qualquer um dos documentos, durante cerca de uma hora e trinta minutos, permitiu que a maior parte dos alunos construíssem ou reconstruíssem (não sabemos o que conheciam previamente) um conjunto de ideias interrelacionadas sobre as possíveis causas para a extinção dos dinossauros. No entanto, alguns dos alunos (cerca de oito, integrados na categoria A) terão, provavelmente e, considerando que os mapas de conceitos podem representar de algum modo, as relações entre os conceitos na sua estrutura cognitiva, ficado ainda com a ideia que as causas da extinção dos dinossauros se restringem a uma ou duas causas. É o caso da aluna Ab18 (figura 21), que pode igualmente não ter disposto de tempo suficiente para acabar o seu mapa.

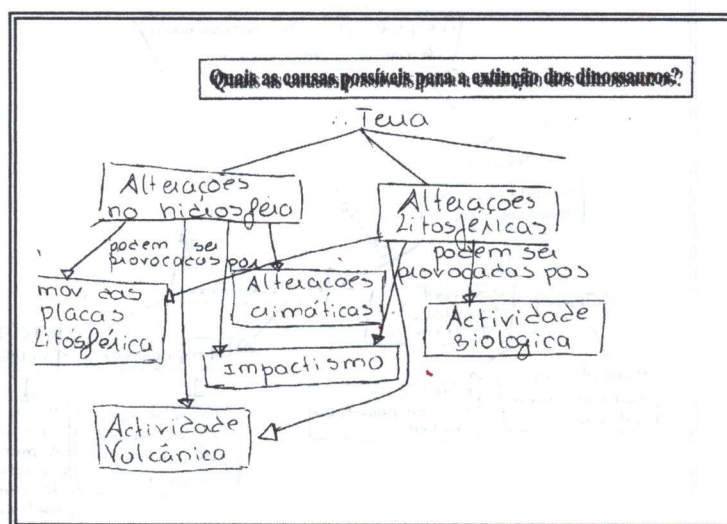


Figura 21 - Mapa de conceitos da aluna Ab18, integrado na categoria A (duas causas - alterações na hidrosfera e alterações litosféricas - e dois níveis hierárquicos) que revela falta de tempo para completá-lo.

Há igualmente que considerar que os elementos da amostra dispuseram apenas de uma aula de cinquenta minutos para aprender a construir mapas, que anteriormente não tinham tido qualquer tipo de contacto com este instrumento, para além de outros factores que terão também influenciado a sua construção como: a desorientação provocada pela exploração dos hiperdocumentos, o cansaço de uma hora e meia em frente ao computador (o mapa foi construído já no final desse tempo).

Na categoria B integrámos apenas quatro alunos que indicando uma ou duas causas, estabeleceram no seu mapa pelo menos três níveis hierárquicos (vide figura 22). Entre estes alunos dois exploraram o documento A e outros dois, o B.

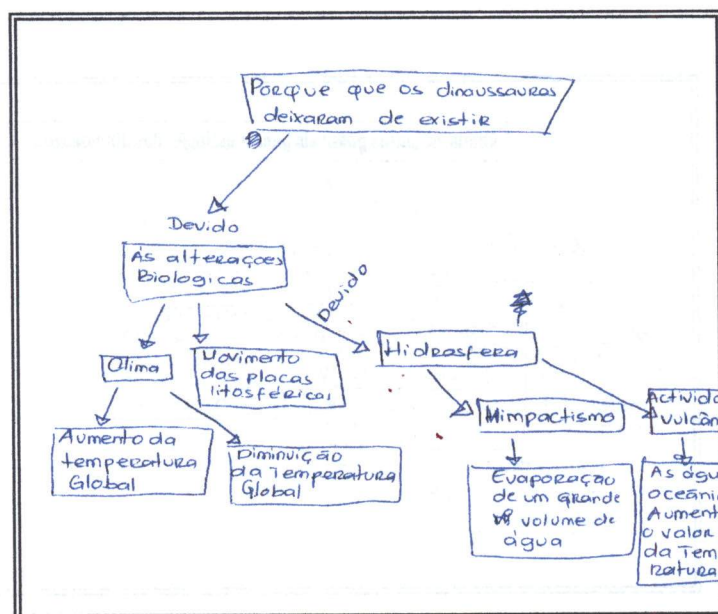


Figura 22 - Mapa de conceitos da aluna Bb2, que considera como causa principal para a extinção dos dinossauros, as alterações biológicas, apresentando quatro níveis hierárquicos.

Foram seis os alunos cujos mapas de conceitos integrámos na categoria C, sendo que quatro exploraram o documento A e dois, o documento B. Caracterizam-se por apresentar um número de causas igual ou superior a três, mas um número de níveis hierárquicos inferior a três. O que significa que identificaram várias causas para a extinção de dinossauros mas apresentam poucas relações entre os conceitos que identificam e que, por sua vez, se relacionam com essas causas. É o caso do aluno Ba3 cujo mapa pode ser observado na figura 23.

Na categoria D, integrámos dez mapas, quatro de alunos que exploraram o documento A e seis que exploraram o B. Todos eles, apresentam três ou mais causas para a extinção dos dinossauros, e três ou mais níveis hierárquicos, até ao máximo de sete apresentado por um dos alunos. Na figura 24, apresentamos um dos mapas que integrámos nesta categoria.

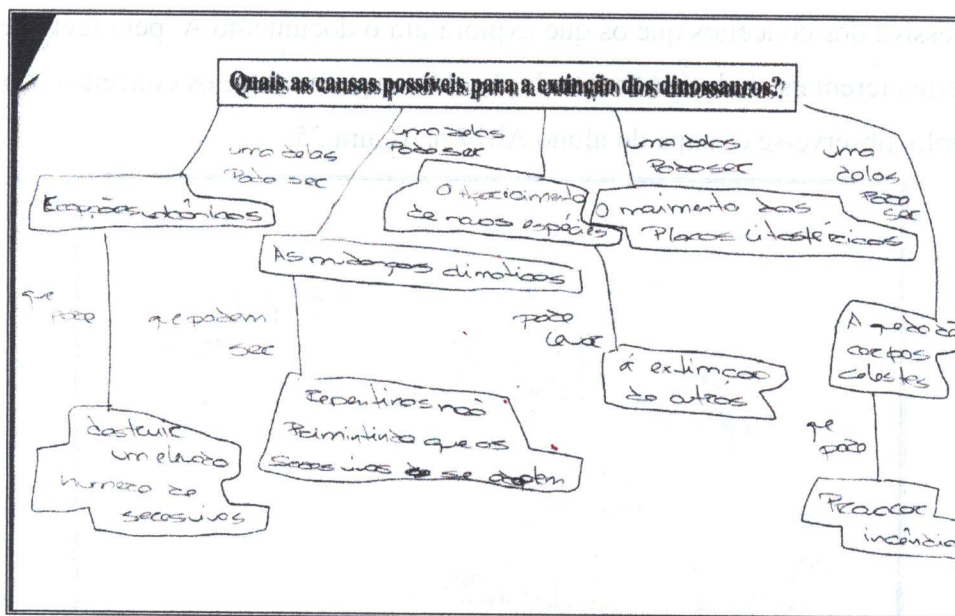


Figura 23 - O aluno Ba3 identificou cinco causas principais como responsáveis da extinção dos dinossauros (erupções vulcânicas, mudanças climáticas, aparecimento de novas espécies, movimento das placas litosféricas e queda de corpos celestes), no entanto, só apresenta dois níveis de hierarquização no seu mapa de conceitos.

Comparando os resultados postos em evidência pelos quadros XLII e XLIII, concluímos que as diferenças entre o grupo que explorou o documento A e o que explorou o documento B são muito ligeiras, não nos possibilitando grandes inferências.

No entanto, fizemos um levantamento do número de níveis de hierarquização que cada aluno estabeleceu e que constam dos quadros XLII e XLIII. Verificámos que, em média, os alunos que consultaram o documento A apresentaram um número de níveis de hierarquização de 2.7, enquanto que os que exploraram o documento B apresentaram também, em média, mapas com um número de níveis de hierarquização de 3.4.

Tratando-se, os mapas, de instrumentos que se baseiam no conceito de diferenciação progressiva de Ausubel (Moreira & Buchweitz, 1993), podemos inferir que há uma tendência para que os elementos que exploraram o documento B, tenham realizado na sua estrutura cognitiva uma maior diferenciação

progressiva dos conceitos que os que exploraram o documento A, pelo facto de os primeiros terem estabelecido mais relações hierárquicas entre os conceitos. Como exemplo, observe-se o mapa do aluno Ab17 na figura 25.

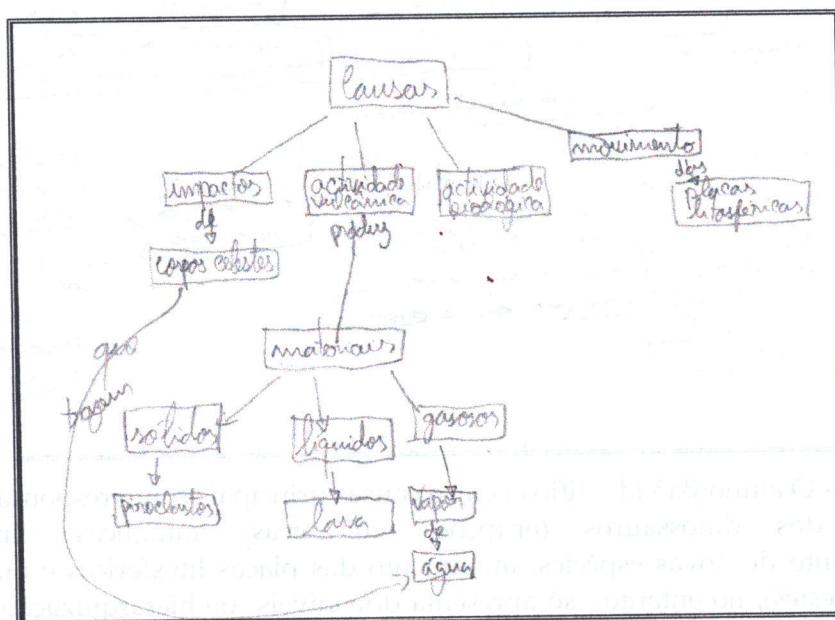


Figura 24 - Mapa de conceitos do aluno Ba9 que apresenta quatro causas para a extinção dos dinossauros e cinco níveis de hierarquização.

Segundo Novak & Gowin (1996), os mapas são indicadores relativos do grau de diferenciação dos conceitos porque representam ligações específicas entre eles.

Diferenciação progressiva e reconciliação integradora são conceitos que na teoria da aprendizagem significativa (Ausubel *et al.*, 1980) se encontram intimamente interligados. Os mapas de conceitos fornecem informação sobre a ocorrência de uma recombinação de ideias, de modo que o indivíduo tenha readquirido novos significados (Moreira & Buchweitz, 1993), ou seja, de acordo com Novak & Gowin (1996), permitem verificar se o aluno "reconhece novas relações entre conjuntos de conceitos (...)" (p. 119).

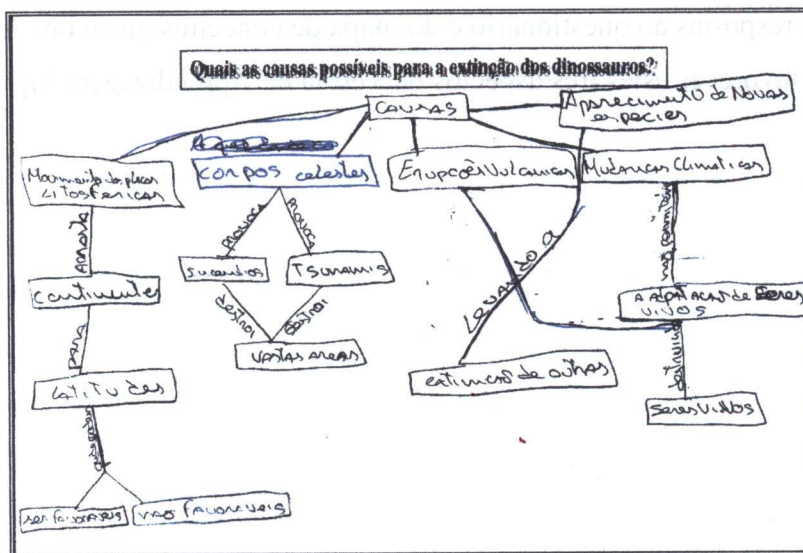


Figura 25 - O aluno Ab17 ao estabelecer no seu mapa quatro níveis de hierarquização e relações que parecem significativas, denota alguma diferenciação da sua estrutura cognitiva que, muito provavelmente terá sido acompanhada de reconciliação integradora.

Como, por razões de tempo, não nos foi possível fazer entrevistas aos alunos de modo a "separar as ligações estabelecidas de modo superficial das reconciliações integradoras substantivas" (Novak & Gowin, 1996, p. 120), fizemos apenas a análise dos mapas de acordo com a ideia defendida por estes autores (*ibidem*), de a reconciliação integradora de conceitos resultar numa "diferenciação mais profunda de conceitos relacionados" (*ibidem*, p. 120).

Assim, se os alunos do documento B, realizaram uma mais profunda ou seja, mais minuciosa diferenciação progressiva dos conceitos, terão provavelmente, realizado alguma reconciliação integradora, também mais rigorosa e profunda que os alunos que exploraram o documento A, contudo este tipo de indícios carecem de verificação.

Com um aprofundamento da investigação seria possível averiguar se existe alguma influência das aprendizagens combinatórias, na facilitação das diferenciações progressivas e reconciliações integradoras, visto existir indícios

através das respostas ao questionário e do mapa de conceitos que o documento em rede possa favorecer estes três aspectos da Teoria da Aprendizagem Significativa.



Figura 15 - Mapa de conceitos elaborado por um dos sujeitos da pesquisa, que demonstra a compreensão dos aspectos da Teoria da Aprendizagem Significativa.

Com os pontos de partida de análise de texto, os sujeitos da pesquisa elaboraram mapas de conceitos que demonstram a compreensão dos aspectos da Teoria da Aprendizagem Significativa. Os mapas de conceitos foram elaborados por meio de um processo de construção de conhecimento, onde os sujeitos da pesquisa relacionaram os conceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa com os conceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa.

Assim, os sujeitos da pesquisa elaboraram mapas de conceitos que demonstram a compreensão dos aspectos da Teoria da Aprendizagem Significativa. Os mapas de conceitos foram elaborados por meio de um processo de construção de conhecimento, onde os sujeitos da pesquisa relacionaram os conceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa com os conceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa.

Com os pontos de partida de análise de texto, os sujeitos da pesquisa elaboraram mapas de conceitos que demonstram a compreensão dos aspectos da Teoria da Aprendizagem Significativa. Os mapas de conceitos foram elaborados por meio de um processo de construção de conhecimento, onde os sujeitos da pesquisa relacionaram os conceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa com os conceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa.

3. Análise das grelhas de observação

Neste ponto vamos fazer uma breve análise das grelhas de observação (Anexo IV) a que juntamos algumas considerações, que pensamos serem pertinentes para a compreensão dos resultados obtidos através dos dois outros instrumentos de recolha de dados. Para melhor facilidade de leitura agrupámos as nossas considerações em vários pontos.

Literacia informática e dificuldades técnicas

Verificámos que a maioria dos alunos não tinha experiência no desenvolvimento deste tipo de actividades- exploração de hiperdocumentos, registando-se mesmo, em alguns casos, dificuldades iniciais na manipulação do rato, por nunca terem trabalhado com o computador, que foram, posteriormente superadas.

Depois de se ter explicado em pormenor como funcionava o rato e como se efectuava a exploração do hiperdocumento, os alunos começaram a sua investigação. Tivemos, contudo que chamar a atenção de alguns alunos (caso do Ab17) para o facto de não estarem a seguir as informações dadas, pelo facto de se ter observado que efectuavam a navegação *clicando* em qualquer ponto do ecrã e não nas ligações específicas. A esses alunos, explicámos que como estavam a proceder não teriam a tarefa facilitada, muito pelo contrário e, que as ligações serviam para, mais facilmente, encontrarem a informação desejada. Os alunos concordaram e passaram a proceder conforme foi pedido.

A situação descrita resultou, em parte, de alguns alunos não terem lido as instruções iniciais, ao contrário do que foi realçado.

Aspectos psicológicos

Os alunos realizaram a actividade individualmente, numa sala que desconheciam. Para além da sala, também conheciam mal a professora porque a actividade decorreu nas primeiras aulas do ano lectivo.

A actividade, à partida, suscitou-lhes interesse por ser feita no computador. No entanto, o facto de terem de procurar a informação para responder às perguntas do questionário impacientou-os um pouco, por não estarem habituados a este tipo de trabalho. Alguns mostraram mesmo algum desespero e preferiram desistir, demonstrando pouca paciência para procurar e raciocinar, assumindo que tinham preguiça mental. Outros não desistiram mas pediram ajuda, não só na procura de informação mas também para o esclarecimento das perguntas do questionário, manifestando pouca autonomia (caso do aluno Ab3).

No entanto, outros alunos manifestaram dificuldades apenas no início, compreendendo a pouco e pouco o funcionamento do documento (Ex: a aluna Bb4).

Vários alunos riram com a música e os sons dos hiperdocumentos por terem um carácter descontínuo e inesperado, assim como, com os monólogos de bichos, que, no caso destes últimos, para além do carácter lúdico, tinham também uma função informativa.

Compreensão dos conteúdos das questões e do hiperdocumento

A situação de pedido de ajuda à professora para esclarecer perguntas do questionário ou situar a informação no hiperdocumento, repetiu-se em qualquer das seis sessões, várias vezes.

Uma das questões que suscitou mais dúvidas foi a pergunta 1., relativamente às três categorias: materiais, processos e métodos. A maior parte dos alunos demonstrou, pelo que observámos, não saber distinguir as três categorias nem definir cada uma delas. Por exemplo, alguns dos alunos que exploraram o documento B (em várias sessões), perguntaram, ao explorar o diapositivo "Rochas metamórficas- processo de formação", se rocha metamórfica é um processo (ex: Bb2).

Relativamente à questão 2, as dúvidas colocadas pelos alunos sobre o conteúdo de cada alínea e onde procurar a informação, ainda foram mais frequentes. Por exemplo, o aluno Ba9, afirmou que já tinha estado no diapositivo "Rochas", mas pediu ajuda porque não sabia como regressar a este diapositivo. Logo a seguir deu um "ah!" de satisfação por, finalmente, ter encontrado a informação desejada.

Houve casos de alunos que tiveram dificuldades para encontrar a informação por dificuldades de leitura, como foi o caso do aluno Aa10, que estava a ler "atmosfera" na questão 2. a) em vez de astenosfera, não conseguindo estabelecer a relação entre os dois conceitos.

Ainda relativamente à questão 2 do questionário, verificámos por observação, que os alunos denotavam muita dificuldade em estabelecer relações entre conceitos, preferindo copiar do ecrã quando encontravam uma frase que continha a relação pedida.

Alguns alunos perguntam o que é datação numérica (caso da aluna Aa20) ou datação relativa (caso da aluna Aa1) demonstrando total desconhecimento relativamente a esses conceitos. Também quanto ao conceito alterações

biológicas, verificámos que muitos alunos o desconheciam, tomando-o frequentemente por alterações climáticas.

Curiosamente, alguns dos alunos que manifestaram dificuldades no estabelecimento das relações entre conceitos, construíram rapidamente o mapa de conceitos sobre as causas da extinção dos dinossauros (caso dos alunos Ab17 e Ab22).

Em resumo, por observação directa, não nos foi possível registar grandes diferenças entre o comportamento dos alunos que exploraram o documento A e os que exploraram o documento B. Em geral, todos se perderam várias vezes e tiveram dificuldades em encontrar a informação necessária para responder às perguntas. O mesmo não se passou com o mapa de conceitos que, quase todos os alunos conseguiram construir a partir da identificação das causas para a extinção dos dinossauros, o que nos permitiu concluir que ambos os documentos forneceram uma visão abrangente deste tema, favorecendo a compreensão de pontos de vista diferentes sobre um problema, ou seja, proporcionando a flexibilidade cognitiva.

A análise realizada no âmbito do presente trabalho, com o intuito de compreender a realidade da educação em Portugal, levou à elaboração de um conjunto de conclusões que se apresentam a seguir. Estas conclusões são o resultado de uma análise crítica e reflexiva dos dados recolhidos durante o processo de investigação.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES

As conclusões do presente trabalho são as seguintes: a educação em Portugal apresenta características próprias, que se distinguem das de outros países. A análise realizada permitiu identificar os pontos fortes e as áreas de melhoria do sistema educativo português. É importante salientar que a educação é um pilar fundamental para o desenvolvimento de qualquer sociedade, e por isso, merece a máxima atenção e investimento por parte das autoridades competentes.

Em suma, a educação em Portugal encontra-se em constante evolução, e é necessário continuar a trabalhar para melhorar a qualidade do ensino e promover a equidade no acesso à educação para todos. Estas conclusões servem como base para a elaboração de estratégias e políticas educativas que visem a melhoria contínua do sistema educativo português.

1. Considerações finais

A exponencial evolução das Tecnologias de Informação e Comunicação, exige que a escola, local de aprendizagem por excelência, forneça aos seus alunos as competências básicas, que lhes permitam aprender ao longo da vida.

Entre as várias tecnologias de aprendizagem, destacámos uma que pode conduzir, quem quer aprender, ao desenvolvimento das suas competências cognitivas, por facilitar a organização de ideias e a relação entre os conhecimentos. Para além disso, o hipertexto, é hoje, uma tecnologia de fácil utilização estando ao alcance de quase todos, por ser a base da Internet, possibilitando também ao professor a organização da informação a fornecer aos seus alunos.

A estruturação dos saberes não é contudo, uma preocupação recente da humanidade, pois vários modelos foram propostos no decorrer da história. O hipertexto permite organizar o conhecimento como sempre se fez mas com um novo suporte, o informático, que é de fácil e rápido acesso.

Surgiu, no entanto, um problema que nos inquietou: qual a melhor forma de organizar o conhecimento? E qual será entre as diversas formas, a que pode favorecer determinados raciocínios e/ou aprendizagens?

Situando-se este trabalho numa área do conhecimento, as Geociências, cujo ensino/aprendizagem exige, por um lado, a categorização de conceitos e a sistematização de ideias, e por outro, o desenvolvimento de interpretações e de raciocínios explicativos, propusemo-nos investigar a existência de relação entre a organização hipertextual e as aprendizagens e/ou raciocínios daí decorrentes. Para isso, colocámos o seguinte problema:

Existirá alguma relação entre o modo como a informação se encontra organizada num documento hipertextual e o tipo de aprendizagem/raciocínio resultante da sua exploração?

E estabelecemos como finalidades deste estudo, para além da averiguação da existência ou não de relação entre o tipo de organização hipertextual do conhecimento e o tipo de aprendizagem e/ou raciocínio daí decorrente, demonstrar que os professores podem elaborar documentos informatizados utilizando programas informáticos vulgares e, por fim, demonstrar que a utilização das TIC pode trazer alguma inovação ao ensino/aprendizagem das Geociências.

Para tentarmos responder ao problema, construímos um quadro teórico que assenta principalmente, na Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel *et al.*, 1980) e na Teoria da Flexibilidade Cognitiva (Spiro *et al.*, 1991), e elaborámos dois documentos informatizados, com estruturas, respectivamente, hierárquica e em rede. Aproveitámos o facto de estar em curso a Revisão Curricular do 10º ano e, utilizámos na construção dos documentos, conteúdos da proposta do novo programa de Biologia e Geologia do 10º ano.

Desenvolvemos um plano pré-experimental e, com o objectivo simples de formular hipóteses, implementámos um estudo de caso.

O estudo desenrolou-se na Escola Secundária de Camarate, situada numa zona limítrofe da cidade de Lisboa, com uma amostra de trinta e um alunos, do décimo ano do agrupamento I, durante uma hora e trinta minutos, ocupando duas aulas de cinquenta minutos da disciplina de Ciências da Terra e da Vida.

Como instrumentos de recolha de dados, utilizámos uma ficha de exploração/questionário, mapas de conceitos construídos pelos alunos e grelhas de observação, o que nos permitiu proceder a alguma triangulação de resultados.

Verificámos que quanto à literacia informática, metade dos elementos da amostra não se encontrava minimamente familiarizada com sistemas informáticos

em geral, nem com sistemas hipertextuais, por não possuir computador em casa, não utilizar frequentemente o computador nem ter o hábito de navegar na Internet. A falta destas competências por parte de cerca de metade dos elementos da amostra, que começam a ser exigidas ao cidadão da Sociedade de Informação, foram confirmadas por observação.

Por análise das grelhas de observação confirmámos que os elementos da amostra, em geral, manifestaram durante o estudo:

- falta de experiência neste tipo de actividades;
- dificuldades e falta de persistência na procura de informação;
- pouca autonomia;
- preferência pela transcrição simples da informação.

Em resumo, os indivíduos que participaram no estudo, parecem não possuir as competências necessárias ao cidadão da Sociedade de Informação, por apresentarem muita dificuldade, em geral, na procura e selecção de informação e, por revelarem alguma resistência na construção de raciocínios explicativos.

As respostas ao questionário confirmaram as dificuldades dos alunos na elaboração de raciocínios explicativos, em geral, e a preferência pela transcrição da informação, que pode ou não corresponder a aprendizagens significativas. Num cenário mais pessimista, a atitude de simples cópia da informação pode revelar uma preferência pela aprendizagem mecânica (Ausubel *et al.*, 1980).

Mas também constatámos, através da análise das grelhas de observação, que as dificuldades de resposta ao questionário se prenderam com outros factores, nomeadamente, com a extensão deste instrumento de recolha de dados e eventualmente, com a extensão do hiperdocumento explorado, assim como, com o facto de muitos conceitos não serem familiares aos elementos da amostra. Quando os conceitos se tornaram mais familiares e o assunto mais motivante - causas para

a extinção dos dinossauros, como foi o caso da construção do mapa de conceitos, os alunos reagiram melhor, sendo poucos os que revelaram dificuldades nesta tarefa.

Quanto ao problema que conduziu a investigação, pensamos que há fortes indícios, neste estudo, que apontam para a existência, de relações entre a organização hipertextual do conhecimento, neste caso, geológico, e o tipo de aprendizagens que os alunos realizam, quer de relações entre a organização hipertextual e os raciocínios que essa organização possa induzir.

Quanto à estrutura de **organização hipertextual hierárquica** (documento A), os resultados obtidos a partir da recolha efectuada pelos três instrumentos de investigação, revelam existir uma tendência para:

- **facilitar a recolha de informação** e evitar a desorientação;
- **facilitar a classificação de conceitos** nas categorias ontológicas, materiais e processos. O mesmo não aconteceu para a categorização de métodos, devido ao maior grau de complexidade e de abstracção exigido por este conceito e, provavelmente, também pelo facto de serem mencionados, no hiperdocumento, menos vezes os métodos geológicos que os materiais e processos geológicos;
- **facilitar as aprendizagens significativas subordinadas/superordenadas**, em que são introduzidos na estrutura cognitiva do aluno conceitos mais abrangentes ou conceitos mais específicos relativamente aos já existentes. Quanto à pergunta 1.2. a) do questionário, verificou-se que os alunos que exploraram o documento hierárquico, definiram material, referindo o seu estado físico e/ou composição, que são atributos desse conceito. Trata-se de uma

aprendizagem significativa subordinada/superordenada, que pode ter sido favorecida pela estrutura hierárquica do documento e, pelo facto de existirem botões em cada página (diapositivo) que possibilitam voltar atrás, facilitando o estabelecimento de relações hierárquicas, como se verificou na pergunta 2. h) do questionário.

- **dificultar os raciocínios explicativos**, pois verificou-se que os alunos que exploraram o documento A, manifestaram muitas dificuldades em responder às perguntas 1.2. a) e 1.2. b) do questionário que exigia que explicassem, respectivamente, os conceitos, materiais e processos. O mesmo verificou-se em relação ao mapa de conceitos, em que os mesmos alunos, estabeleceram menos níveis hierárquicos, ou seja, menor número de relações entre os conceitos, para explicar as causas da extinção dos dinossauros;

- **facilitar os raciocínios descritivos**, quando estes alunos na resposta à 1.2. a) parecem preferir explicar o que é um material a partir do seu estado físico ou da sua composição, ao invés de outros que definem material recorrendo ao fenómeno que os produziu. Ou quando na resposta 2. f) preferem, para relacionar rocha sedimentar com rocha metamórfica utilizar o conceito de fóssil em vez dos respectivos processos de formação, pode ser indício que existe uma tendência para se optar pelos raciocínios descritivos.

Também de acordo com os resultados obtidos pelos três instrumentos de investigação, consideramos que a estrutura de **organização hipertextual em rede** (documento B) tende a:

- **dificultar a recolha de informação** muito pontual e muito dirigida, pela maior complexidade dos percursos e, pelo facto de nem sempre existir a possibilidade, no documento B, de se voltar à página (diapositivo) anterior. Estas circunstâncias podem conduzir, o utilizador do hiperdocumento, a alguma desorientação;
- **dificultar a integração dos conceitos nas respectivas categorias ontológicas**, pois os alunos que exploraram o documento B (em rede) apresentaram mais dificuldades em categorizar materiais e processos, talvez porque a existência de várias ligações em cada página, provoque alguma confusão, contudo estes mesmos alunos parecem apresentar uma maior facilidade em relacionar materiais com os respectivos processos de formação;
- **facilitar as aprendizagens significativas combinatórias**, ao constatar, por exemplo, que os alunos que exploraram o documento em rede, estabelecem melhor a relação entre material e processo. Ao definirem material, grande parte dos alunos optam por fazê-lo referindo que resultam de processos, o que revela uma aprendizagem em que terá havido uma combinação de conceitos. Parece-nos igualmente, que através das respostas dadas a alíneas do questionário que exigiam o estabelecimento de relações entre conceitos de hierarquias diferentes (caso das questões 2.c e 2.d) a estrutura em rede favoreceu as aprendizagens significativas combinatórias;
- **facilitar os raciocínios explicativos**, porque a maioria destes alunos respondeu às perguntas 1.2 a) e 1.2. b) do questionário, manifestando uma relativa facilidade e motivação. Mas também nas respostas a algumas alíneas da questão 2, assim como, na construção do mapa de conceitos,

revelaram mais facilidade e motivação para o desenvolvimento deste tipo de raciocínios, do que os indivíduos que exploraram o documento A;

- **incrementar a flexibilidade cognitiva**, pois verificámos que a consulta da informação efectuada pelos alunos que exploraram o documento B, foi bastante diversificada, quando consultaram conceitos pertencentes a hierarquias diferentes. Também os mapas de conceitos construídos por estes alunos indiciam que terão adquirido alguma flexibilidade cognitiva ao conseguirem estabelecer vários níveis hierárquicos e ao reconhecerem várias causas para a extinção dos dinossauros.
- **facilitar a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora**, pois os mapas de conceitos sugerem que estes alunos tiveram alguma facilidade em hierarquizar conceitos relacionados com as causas da extinção dos dinossauros. Essa maior facilidade pode estar relacionada com a estrutura do hiperdocumento ao favorecer a percepção das relações entre as várias causas.

Em geral, consideramos que qualquer percurso efectuado em qualquer dos hiperdocumentos, condicionou os raciocínios realizados pelos alunos e o estabelecimento de relações, uma vez que, para além de outros factores, a existência ou não de ligações entre os vários diapositivos influenciou a resposta dos alunos às perguntas do questionário.

Com base nestas considerações, avançamos as seguintes hipóteses, quanto à relação entre a organização hipertextual e as aprendizagens e raciocínios que provocam:

- a estrutura hierárquica hipertextual favorece as aprendizagens significativas subordinadas/superordenadas e os raciocínios descritivos e classificativos;
- a estrutura hipertextual em rede, ao favorecer a flexibilidade cognitiva, pode estimular a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora, promovendo as aprendizagens significativas subordinadas/superordenadas, as aprendizagens significativas combinatórias e os raciocínios de tipo interpretativo/explicativo.

Ao confirmar-se que a organização hipertextual em rede (tal como indicam os mapas de conceitos) favorece a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora dos conceitos da estrutura cognitiva, para além de facilitar as aprendizagens combinatórias (como parece a partir das respostas às questões que exigiam o estabelecimento de relações entre conceitos de hierarquias diferentes), pode sugerir que favorece, igualmente, as aprendizagens subordinadas/superordenadas.

Consideramos que, como estratégia didáctica a utilização de hiperdocumentos pode ser útil e deve ser incrementada nas escolas. Através de programas vulgares, como é o caso do *Power Point*, os professores em trabalho individual ou de equipa têm a possibilidade de organizar informação para os seus alunos, de forma hierárquica, em rede ou pseudo-hierárquica, de acordo com o tipo de alunos, a situação de ensino/aprendizagem, os conteúdos e objectivos. A exploração de um hiperdocumento com conteúdos muito abrangentes, como os utilizados nesta investigação, possibilita a detecção de conhecimentos prévios, permitindo ao professor a adopção de estratégias de aprendizagem mais bem adaptadas aos alunos em causa.

A utilização de hiperdocumentos possibilita que alunos do nível etário estudado ou de outro desenvolvam várias competências como a autonomia, a procura e selecção de informação assim como raciocínios do tipo descritivo e explicativo.

Relativamente aos professores, consideramos que a produção de hiperdocumentos poderia ter uma função auto-formativa ao possibilitar a estruturação dos seus conhecimentos.

Mas para que a utilização dos hiperdocumentos se generalize, a par da pesquisa de informação na Internet, é necessário criar nas escolas, condições adequadas, principalmente naquelas cujos alunos não têm em casa acesso a variadas fontes de informação, como é o caso da Escola Secundária de Camarate.

A confirmar-se a existência de relações entre a organização hipertextual e os raciocínios daí decorrentes, seria importante o aconselhamento de estratégias de construção de hiperdocumentos adequados a situações específicas de aprendizagem.

Acreditamos que o hipertexto é um instrumento único para o desenvolvimento da flexibilidade cognitiva e dos raciocínios explicativos, capaz de em pouco tempo (uma aula de uma hora e trinta minutos) fornecer ao explorador diversos pontos de vista sobre um determinado assunto. A exploração deste hiperdocumento, pelos elementos da amostra, quer na versão hierárquica, ou na versão em rede, permitiu a aquisição de uma visão abrangente sobre uma matéria - as causas possíveis para a extinção dos dinossauros, como demonstram os mapas construídos.

Pensamos que numa sociedade cada vez mais competitiva, o espírito crítico e a flexibilidade cognitiva são competências essenciais que os alunos deverão

adquirir na escola, através de estratégias didáticas que poderão passar pela exploração de hiperdocumentos.

No ponto seguinte apontamos algumas limitações do estudo que terão, porventura, influenciado os resultados.

2. Limitações do estudo

Para além das limitações que considerámos no capítulo I, vamos assinalar algumas que podem ter igualmente, influenciado os resultados.

A detecção dos conhecimentos prévios dos alunos poderia ser importante para sabermos qual o seu grau de interferência nas dificuldades sentidas, principalmente nas respostas ao questionário que exigiam o estabelecimento de relações entre conceitos. Suspeitamos que as dificuldades manifestadas, principalmente nas questões referidas, podem estar relacionadas com o tipo de conhecimentos prévios que estes alunos possuíam.

A não realização de uma actividade prévia, para evitar o confronto dos alunos com uma tarefa nova que se desenrolou numa sala desconhecida, pode ter influenciado os resultados. Se, pelo contrário, tivéssemos realizado uma actividade inicial para dar conhecimento do material informático e dos sistemas hipertextuais aos alunos, teríamos eliminado o factor surpresa, que provavelmente terá afectado o seu desempenho.

Para preparar os alunos para a elaboração de mapas de conceitos, utilizámos apenas uma aula. Mas, apesar de quase todos os alunos terem compreendido e construído os mapas pensamos que necessitariam de uma maior preparação, nomeadamente quanto ao estabelecimento de relações transversais (Novak & Gowin, 1996), pois não houve tempo para grandes esclarecimentos, que poderiam ter sido úteis para o estabelecimento de relações entre conceitos de hierarquias diferentes.

As limitações do próprio programa informático que utilizámos, *Power Point 97*, podem ter exercido algum desvio nos resultados, apesar de terem sido evitadas a todo o custo. A construção dos hiperdocumentos noutra programa poderia ter ultrapassado estes problemas e permitido reconstruir os percursos efectuados pelos elementos da amostra.

Detectaram-se algumas falhas na construção do questionário e dos hiperdocumentos, que poderão ter condicionado os resultados inviabilizando os objectivos de algumas questões do questionário. A escolha dos conceitos a relacionar na questão 2 talvez devesse ter sido mais criteriosa, assim como a selecção de alguns textos que colocámos nos hiperdocumentos, ao permitirem a cópia de relações entre conceitos, que se previa que fossem os alunos a construir.

No último ponto deste capítulo traçam-se algumas linhas para investigações futuras.

3. Sugestões para investigações futuras

Concretizada a justificação das hipóteses colocadas, seria necessário, em futuras investigações proceder à sua testagem. Consideramos que a pertinência das hipóteses e as tendências verificadas no estudo, justificam o prolongamento da investigação de modo a poder verificar-se se é efectiva a relação entre a organização hipertextual e o tipo de raciocínios geológicos. Só utilizando amostras de grande dimensão seria justificável essa investigação de modo a concretizar a generalização dos resultados.

Consideramos que o estudo beneficiaria se os hiperdocumentos fossem construídos num programa informático com menos limitações do que o *Power Point 97*, e que ao mesmo tempo, possibilitasse a reconstrução do percurso efectuado pelos alunos, para permitir estabelecer uma relação mais concreta entre os percursos efectuados pelos alunos e os raciocínios daí decorrentes.

Para evitar problemas técnicos, a construção de hiperdocumentos deve ser feita por uma equipa, da qual façam parte, pelo menos, um técnico e um especialista em didáctica da Geologia. Só assim é possível a construção de material didáctico, sem problemas técnicos e que, ao mesmo tempo seja adequado aos alunos e aos conteúdos.

Em futuras investigações, utilizando estes ou outros hiperdocumentos, pensamos que seria importante que a sua estrutura e conteúdos fossem testados várias vezes com elementos do mesmo nível etário, em situação de pré-teste, de modo a melhorar a estrutura e conteúdos antes do estudo inicial.

Em qualquer investigação é importante que os alunos tenham um contacto prévio com o material informático que vão utilizar no estudo de modo a evitar que o factor novidade interfira no seu desempenho.

Para além de investigações que envolvam alunos, seria importante investir na formação de professores, inicial ou contínua, para aprendizagem de construção de hiperdocumentos, devido às competências que esta tecnologia permite desenvolver. A formação de professores no nosso país em matéria de Tecnologias de Informação e Comunicação é ainda muito deficitária, pelo que consideramos que este poderia ser um dos campos a desenvolver, a formação em hipertexto.

A análise das estruturas dos hiperdocumentos construídos pelos professores no início ou já em plena carreira, poderia servir igualmente, de matéria a investigar, pois o modo com o professor estrutura e apresenta a informação tem, como se sabe, influência no processo de ensino/aprendizagem.

Bibliografia

- ALLÈGRE, C. (1999). L'écume de la Terre. Paris: Fayard.
- ALLAL, L. & CRAHAY, M. (1997). Hypertexte et apprentissage.
<http://tecfa.unige.ch/staf/staf9698/frei/HyperTexte/Trav2Grob.htm>. (31 Julho 1999).
- ALMEIDA D'EÇA, T. (1998). NetAprendizagem. Porto: Porto Editora.
- AMADOR, F. (1998). As imagens no ensino da Geologia. Universidade de Aveiro: Aveiro.
- AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION (2000). How to Prepare Bibliographic Citations. http://www2.gasou.edu/library/broch_ref/bibliog.html. (19 Setembro 2000).
- ANGUITA, F. (1993). Geologia planetaria. Madrid: Mare Nostrum Ediciones Didácticas, AS.
- AUSUBEL, D., NOVAK, J., & HANESIAN, H. (1980). Psicologia Educacional. Rio de Janeiro: Interamericana.
- BAQUERO, R. (1998). Vygotsky e a aprendizagem escolar. Porto Alegre: Artes Médicas.
- BARDIN, L. (1977). A análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70.
- BARTOLOMÉ, A R. (1999). Las nuevas tecnologías y la educación. *In* MARINA, J. A. *et al.* (Eds.), Educación e internet. Documentos del 1er. Congreso educación e internet: Educnet 99, (p. 53-79). Madrid: Santillana.

BATES, R. & JACKSON, J. (1987). Glossary of Geology. Alexandria (Virginia): American Geological Institute.

BELL, J. (1997). Como realizar um projecto de investigação. Lisboa: Gradiva.

BENCOMO, S. (1992). Qué son los multimedia? Revista de Educación a Distancia, 4, 71-79.

BIDARRA, J.(1999). Hipermédia.

<http://www.univ-ab.pt/~bidarra/hyperscapes/video-grafias-8.htm> (7 Junho 2000).

BISQUERRA, R. (1989). Métodos de investigación educativa. Barcelona: Ediciones CEAC.

BLANCO, E. & SILVA, B. (1993). Tecnologia educativa em Portugal: conceito, origens, evolução, áreas de intervenção e investigação. Revista Portuguesa de Educação, 3, 37-55.

BOGDAN, R. & BIKLEN, S. (1994). Investigação qualitativa em educação. Porto: Porto Editora.

BONNEAU, P. (1997a). Travail 1: Hypertexte sur l'hipertexte.

http://www.oricom.ca/bono/index_pages/ulaval/ulaval_pages/tem_64448/T1/t1.html. (31 Julho 1999).

BONNEAU, P. (1997b). Travail 2: Lecture et apprentissage par hypertextes et réseaux. http://www.oricom.ca/bono/index_pages/ulaval/ulaval_pages/tem_64448/T2/t2.html.

(31 Julho 1999).

- BRET, P. (1998). L'ancêtre de l'hipertexte. Les Cahiers de Science & Vie 1000 ans de Sciences, 5, 78-81.
- BRIAN, E. (1998). L'ancêtre de l'hipertexte. Les Cahiers de Science & Vie 1000 ans de Sciences, 5, 30-38.
- BRILHA, J., LEGOINHA, P., GOMES, A., & RODRIGUES, L. (1999). A integração das TIC no Ensino - Perspectiva actual no domínio das Ciências Naturais. <http://www.geopor.pt/Gpref/Ect/challenges.html>. (21 Janeiro 2000).
- BRUNER, J. (1998). O processo da educação. Lisboa :Edições 70.
- BURBULES, N. & CALLISTER, T. (1996). Knowledge at the Crossroads: Some Alternatives Futures of Hypertext Learning Environments.
<http://www.ed.uiuc.edu/facstaff/burbules/ncb/papers/crossroads.1.html>. (7 Junho 2000).
- BURBULES, N. & LINN, M. (1991). Science Education and Philosophy of Science: Congruence or Contradiction? International Journal of Science Educational,13 (3) , 227-239.
- CAMPANARIO, J. & MOYA, A. (1999). Como enseñar ciencias?: Principales tendencias y propuestas. Enseñanza de las Ciencias, 17 (2), 179-192.
- CARMO, H. & FERREIRA, M. (1998). Metodologia da Investigação: Guia para Auto-aprendizagem. Lisboa: Universidade Aberta.
- CARRILHO, M. (1994). A filosofia das ciências: de Bacon a Feyerabend. Lisboa: Editorial Presença.

- CARVALHO, A. (1999). Os hipermédia em contexto educativo. Braga: Universidade do Minho.
- CARVALHO, A. G. (1977). Ciências-Naturais: Geologia (Vol. III). Lisboa: Ministério da Educação.
- CARVALHO, A. & DIAS, P. (1995). A teoria da flexibilidade cognitiva na estruturação de documentos hipermédia. http://www.iep.uminho.pt/aac/frmain5_6.htm. (7 Junho 2000).
- CATES, W. (1992). Fifteen principles for designing more effective instructional hypermedia/multimedia products. Educational Technology, 32 (12), 5-11.
- CHAGAS, I. (1999). Software educativo: o que dizem os professores? In Conselho Nacional de Educação (Eds.), A Sociedade de Informação na Escola (p. 111-117). Lisboa: Ministério da Educação.
- CHAGAS, I. (1996). Utilização das tecnologias de informação e comunicação no processo ensino-aprendizagem das Ciências: Novas competências, atitudes e formação. <http://www.api.pt/eni96/encontro.net/papers/com-13.htm>. (7 Junho 2000).
- CHARLIER, P. (1997). L'expérience d'apprentissage par les hypermédias: le cas de lycéens de 16 à 18 ans. <http://www.comu.ucl.ac.be/grems/philweb/unesco.htm>. (7 Junho 2000).
- CHI, M, SLOTTA, J. & LEEUW, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. Learning and Instruction, 4, 27-43.

- CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (1998). Pareceres e Recomendações. Lisboa: Ministério da Educação.
- COOK, T. & REICHARDT, C. (1986). Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa. Madrid: Morata.
- CRUZ, C. (1998). De los obstáculos epistemológicos a los conceptos estructurantes: una aproximación a la enseñanza-aprendizaje de la Geología. Enseñanza de las Ciencias, 16 (2), 323-330.
- D'ALEMBERT, J. (1981). Discurso preliminar. Barcelona: Ediciones Orbis.
- DANIEL, J. (Dir.) (1999). Sciences de la Terre et de l'Univers. Paris: Vuibert.
- DAVALOS, S. (1997). Using hypertext functionality to provide understanding support. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 6 (2), 231-248.
- DE KETELE, J. & ROEGIERS, X. (1993). Méthodologie du recueil d'informations. Bruxelles: De Boeck Université.
- DIAS, P. (1993). Processamento da informação, hipertexto e educação. Revista Portuguesa de Educação, 6 (1), 71-82.
- DIAS, P. (1994). A Abordagem da comunicação multidimensional na concepção e desenvolvimento de interfaces hipermedia. <http://www.niee.ufrgs.br/ribie98/>. (7 Junho 2000).
- DIAS, P. (1999). As tecnologias interactivas e o desenvolvimento das comunidades virtuais de aprendizagem. <http://www.vectorxxi.pt/artigos/artigo4.html>. (7 Junho 2000).

DIAS, P. & MENEZES, I. (1993). Problemática da representação em hipertexto. Revista Portuguesa de Educação, 6 (3), 83-91.

DÍAZ, M. (1988). Paradigmas de la investigación educativa española. In DENDALUCE, I. (Coord.). Aspectos metodológicos de la investigación educativa (p. 59-77). Madrid: Narcea.

DÍEZ, J. & MOULINES, C. (1997). Fundamentos de Filosofía de la Ciencia. Barcelona: Ariel Filosofía.

ELLENBERGER, F. (1988). Histoire de la Geologie. (Tome 1). Paris: Technique et Documentation-Lavoisier.

ELLENBERGER, F. (1994). Histoire de la Geologie. (Tome 2). Paris: Technique et Documentation-Lavoisier.

ENGELHARDT, W. & ZIMMERMANN, J. (1988). Theory of Earth Science. Cambridge: Cambridge University Press.

EYSENCK, M. (1995). Principles of Cognitive Psychology. London: Erlbaum (UK) Taylor & Francis.

FERREIRA, F. (2000). A experiência do Ministério da Educação no apoio à produção de conteúdos educativos. In Actas do I Seminário "Utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação em Geologia" (p.15-19). Braga: Universidade do Minho.

FRANKEL, C. (1999). The End of the Dinosaurs: Chicxulub Crater and Mass Extinctions. Cambridge: Cambridge University Press.

GAMA, J. (1991). Modelos de ensino. In OLIVEIRA, M. T. (Coord). Didáctica da Biologia (p.130-155). Lisboa: Universidade Aberta.

GEYMONAT, L. (1998). Historia de la Filosofía y de la Ciencia. Barcelona: Crítica.

GIL-PÉREZ, D. (1996). New Trends in Science Education. International Journal of Science Educational, 18 (8), 889-901.

GHIGLIONE, R. & MATALON, B. (1997). O inquérito: Teoria e prática. Oeiras: Celta.

GOMES, M. J. (1995). Navegando no hipervocabulário. Revista Portuguesa de Educação, 8 (2), 106-116.

GOMES, M. J. (1996). Algumas reflexões em torno da fundamentação da utilização educativa de sistemas hipermedia. Revista Portuguesa de Educação, 9 (2), 43-59.

GOHAU, G. (1988). História da Geologia. Lisboa: Publicações Europa-América.

GOULD, S. (1990). Aux racines du temps. Paris: Grasset.

GOULD, S. (1995). A Vida é bela. Lisboa: Gradiva.

GRANDE DICIONÁRIO MULTIMÉDIA UNIVERSAL LÍNGUA PORTUGUESA (1996). Versão 2.0. Lisboa: Texto Editora.

- GRIFFITHS, A. *et al.* (1998). Module 2: History of Multimedia. Xanadu: showing the way ahead. http://www.alpeda.com/fr_356.htm. (7 Dezembro 1999).
- GUÉDON, J. (2000). La force de l'intelligence distribuée. La Recherche: Spécial Internet, l'Avenir du Web, 328,16-22.
- HALLAM, A. (1985). Grandes controvérsias geológicas. Barcelona: Labor.
- HALLAM, A. & WIGNALL, P. B. (1997). Mass Extinctions and their Aftermatch. Oxford: Oxford University Press.
- HAMBLIN, W. K. & CHRISTIANSEN, E. H. (1998). Earth's Dynamic Systems. New Jersey : Prentice-Hall.
- HANNEMANN, J. & THÜRING, M. (1995). What Matters in Developing Interfaces for Hyperdocument Presentation?. In SCHULER, W, HANNEMANN, J., & STREIZ, N. (Eds.), Designing user interfaces for hypermedia (p. 29-42). Luxembourg: Springer.
- HUSÉN, T. (1988). Paradigmas de la investigación en Educación: Un informe del estado de la cuestión. In DENDALUCE, I. (Coord.). Aspectos metodológicos de la investigación educativa (p. 46-59). Madrid: Narcea.
- IBAÑEZ, J. S. (1993). Hipertexto e hipermedia en la enseñanza universitaria. <http://www.us.es/sav/pixela.htm>. (7 Junho 2000).
- JACOBS, G. (1992). Hypermedia and discovery-based learning: a historical perspective. British Journal of Educational Technology, 23 (2), 113-121.

- JESUÍNO, J. (1999). O método experimental nas Ciências Sociais. In SILVA, A. & PINTO, J. (Orgs.). Metodologia das Ciências Sociais (p. 215-249). Porto: Edições Afrontamento.
- JONASSEN, D. (1994). Technology as Cognitive Tools: Learners as Designers. <http://itech1.coe.uga.edu/itforum/paper1/paper1.html>. (7 Junho 2000).
- JONASSEN, D. (1999a). Computers as Mindtools for Engaging Critical Thinking and Representing Knowledge. <http://www.moc.edu.sg/iteducation/edtech/program0902.html>. (14 Fevereiro 2000).
- JONASSEN, D. (1999b). Constructivist Learning Environments on the Web: Engaging Students in Meaningful Learning. <http://www.moe.edu.sg/iteducation/edtech/program1002.html>. (14 Fevereiro 2000).
- JONASSEN, D. (1999c). Toward a Meta-Theory of Problem Solving. <http://insys.ed.psu/~jonassen/problems.htm> (17 Fevereiro 2000).
- JONASSEN, D., MAYES, T, McALEESE, R. (1994). A Manifesto for a Constructivist Approach to Technology in Higher Education. <http://www.icbl.hw.ac.uk/ctl/msc/ceejw1/paper11.html> (21 Outubro 1999).
- JOYANES, L. (1999). El nuevo perfil social y cultural de la era Internet: La sociedad del conocimiento. In MARINA, J. A. *et al.* (Eds.), Educación e internet. Documentos del 1er. Congreso educación e internet: Educnet 99 (p. 21-45). Madrid: Santillana.
- KEEP, C. & MACLAUGHLIN, T. (1995). Ted Nelson and Xanadu. <http://jefferson.village.virginia.edu/elab/hf10155.html>. (7 Dezembro 1999).

- LANDOW, G. (1995). Hipertexto: La convergencia de la teoría crítica contemporánea y la tecnología. Barcelona: Ediciones Paidós.
- LAUDAN, R. (1987). From Mineralogy to Geology: The Foundations of a Science, 1650-1830. Chicago: University of Chicago Press.
- LEGOINHA, P., BRILHA, J. & NEVES, L. (2000). Geologia e Internet em Portugal. In Actas do I Seminário "Utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação em Geologia" (p. 5-14). Braga: Universidade do Minho.
- LÉVY, P. (1994). As Tecnologias da Inteligência. Lisboa: Instituto Piaget.
- LÉVY, P. (1997). Cyberculture. Paris: Editions Odile Jacob.
- LIMA, J. V. & MAENZA, R. R. (1994) O emprego de sistemas de hipertexto como softwares educacionais. In FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN (Eds.) II Congresso Ibero-americano de Informática na Educação (Actas), 3, (p. 112-121). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- LINN, M. (1998). The Impact of Technology on Science Instruction: Historical Trends and Current Opportunities. In FRASER, B & TOBIN, K. (Eds.). International Handbook of Science Education (p. 265-294). Great Britain: Kluwer Academic Publishers.
- LOEUFF, J. & MORENO, C. (1992). Les dinosaures de l'Aude. Esperaza: Dinosauria.
- LOSEE, J. (1998). Introdução histórica à filosofia da ciência. Lisboa: Terramar.

- LOUKA, M. (1994). A Review of Hypermedia Methodologies and Techniques. <http://w1.2691.telia.com/~u26100246/hypermedia/review/Review.html> (17 Novembro 1999).
- LUNINE, J. (1999). Earth: Evolution of a Habitable World. Cambridge: Cambridge University Press.
- MALHEIROS, J. (21-02-2000). Os excêntricos que mudaram o mundo. Jornal Público (suplemento computadores).
- MAYES, T., KIBBY, M. & ANDERSON, T. (s/d) Learning about Learning from Hypertext. <http://www.icbl.hw.ac.uk/ctl/mayes/paper3.html> (31 Julho 1999).
- MENDES, M. T. & PEREIRA, D. C. (1996). Hipermedia e formação de professores. <http://www.api.pt/eni96/encontro.net/papers/com-07.htm>. (7 Junho 2000).
- MERRITTS, D., WET, A., & MENKING, K. (1998). Environmental Geology: an Earth System Science Approach. New York: Freeman.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (1997). Livro Verde para a Sociedade de Informação. http://www.missao-si.mct.pt/livro_verde/cap_4.html (7 Junho 2000).
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (1999). Portugal na Sociedade de Informação. <http://www.mct.pt/PtSocInfo/indice/.htm>. (24 Fevereiro 2000).
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (2000). Grandes opções do plano 2000. Notícias, 4 (6), 3-7.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (2000). Revisão Curricular. http://www.des.min-edu.pt/rev_curricular/rev_curricular.htm. (15 Agosto 2000).

- MOREIRA, M. (1997). Mapas conceituais e aprendizagem significativa. O Ensino, Revista Galáico Portuguesa de Sócio-Pedagogia e Sócio-Linguística, 23-28, 87-95.
- MOREIRA, M. (1998). Aprendizagem significativa: Um conceito subjacente. In Actas do II Congresso sobre Aprendizagem Significativa (p. 19-43) Burgos: Universidad de Burgos.
- MOREIRA, M. & BUCHWEITZ, B. (1993). Novas estratégias de ensino-aprendizagem: Os mapas conceptuais e o vê epistemológico. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- MORGADO, L. (1998). O lugar do hipertexto na aprendizagem: Alguns princípios para a sua concepção.
<http://www.moderna.com.br/escola/prof/art22.htm> (7 Junho 2000).
- NIELSEN, J. (1990). Hypertext & hypermedia. London: Academic Press.
- NOVAK, J. (1997). Teoría y práctica de la educación. Madrid: Alianza Universidad.
- NOVAK, J. (1998). Retorno a clarificar con mapas conceptuales. In Actas do II Congresso sobre Aprendizagem Significativa (p. 67 - 83). Burgos: Universidad de Burgos.
- NOVAK, J. (2000). Aprender criar e utilizar o conhecimento: Mapas conceptuais como ferramentas de facilitação nas Escolas e Empresas. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

- NOVAK, J. & GOWIN, D. (1996). Aprender a aprender. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- OLIVEIRA, M. (1996). Bases orientadoras para a concepção e realização de aplicações hipermedia para o ensino-aprendizagem. Dissertação de mestrado (não publicada). Lisboa: Universidade Aberta.
- OLIVEIRA, T. (1999). As novas tecnologias de informação e o desenvolvimento das competências cognitivas. In CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (Eds.) A Sociedade de Informação na Escola. (p. 119-128). Lisboa: Ministério da Educação.
- OLDROYD, D. (1996). Thinking About the Earth: A History of Ideas in Geology. London: Athlone.
- ORVAS, G. (1998). Vingt ans d'épreuves pour le grand oeuvre. Les Cahiers de Science & Vie 1000 ans de Sciences, 5, 6-13.
- OTERO, J. (1985). El aprendizaje de los conceptos científicos en los niveles medio y superior de la enseñanza. Revista de Educacion, 278, 28-39.
- PARK, O. (1991). Hypermedia: Functional Features and Research Issues. Educational Technology, 8, 24-30.
- PEREIRA, D. C., LENCASTRE, L., & GUEDES VAZ, J. C. (1991). Aprendizagem e hipertexto. In Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação (Eds.), Ciências da Educação em Portugal: Situação actual e perspectivas. (p. 481-488). Porto: Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação.

- PÉREZ, D. (1993). Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. Organización de Estados Iberoamericanos. <http://www.campus-oei.org/oeivirt/gil101.htm>. (18 Agosto 2000).
- PERRAULT, P. (1997a). Concepts. <http://www.uqtr.quebec.ca/~perrault/RECHER/HYPER/CONCEPT.htm>. (23 Setembro 1999).
- PERRAULT, P. (1997b). Histoire. <http://www.uqtr.quebec.ca/~perrault/RECHER/HYPER/HISTOIR1.htm>. (23 Setembro 1999).
- PERRAULT, P. (1997c). Histoire II. <http://www.uqtr.quebec.ca/~perrault/RECHER/HYPER/HISTOIR2.htm>. (23 Setembro 1999).
- PFAFFENBERGER, B. (1997). The Elements of Hypertext Style. London: Academic Press.
- PRAIA, J. (1999). A Didáctica e as novas tecnologias na formação de professores: Algumas reflexões. In CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (Eds.) A Sociedade de Informação na Escola (p.157-168) Lisboa: Ministério da Educação.
- PROGRAMA NÓNIO - SEC. XXI: TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA EDUCAÇÃO (Despacho nº 232/ME/96, de 4/10/1996). <http://www.dapp.min-edu.pt/nonio/oficial/docubase1.htm>. (17 Agosto 2000).
- PROTHERO Jr., W. (2000). Keeping our Focus: a Perspective on Distance Learning and the Large Introductory Science Class. Computers & Geosciences, 26, 647-655.

- QUIVY, R. & CAMPENHOUDT, L. (1998). Manual de Investigação em Ciências Sociais. Lisboa: Gradiva.
- RHÉAUME, J. (1994). Hypertextes/hypermédias: de la théorie à la pédagogie. <http://www.fse.ulaval.ca/fac/tem/cours/html/hhintro.html>. (22 Setembro 1999).
- RHÉAUME, J. (1995). Hypertextes et réseaux. <http://www.fse.ulaval.ca/fac/ten/reveduc/html/vol2/no1/hypetres.html>. (22 Setembro 1999).
- ROSSIGNOL, M. (1998) Les accès à l'information dans un environnement multimédia. <http://hebergement.ac-poitiers.fr/www.crdp-poitiers.cndp.fr/manifs/manifs/pnf/acces.htm> (7 Junho 2000).
- ROSSNER-MERRIL, V., PARKER, D., MAMCHUR, C., & CHU, S. (1998). Using Constructivist Instructional Design Featured in Two Online Courses: Notes from the Field. Educational Media International, 35 (4), 282-288.
- ROUET, J. F. (1998). Lecture, comprehension et recherche d'informations dans les hypertextes. <http://hebergement.ac-poitiers.fr/www.crdp-poitiers.cndp.fr/manifs/manifs/pnf/rouet.htm>. (18 Outubro 1999).
- SANTOS, M. (1991). Dimensão epistemológica do ensino das ciências. *In* OLIVEIRA, M. (Coord). Didáctica da Biologia. Lisboa: Universidade Aberta.
- SANTOS, E. & PRAIA, J. (1992). Percurso de Mudança na Didáctica das Ciências. Sua Fundamentação Epistemológica. *In* CACHAPUZ, F. (Coord.). Ensino das ciências e formação de professores, 1 (p. 8-34). Aveiro: Universidade de Aveiro.

- SCHUMM, S. (1998). To Interpret The Earth: Then Ways to Be Wrong. Cambridge: Cambridge University Press.
- SILVA, C., BAPISTA, J., AMADOR, F., & VALENTE, R. (2000). Programa de Geologia (10º Ano). (não publicado).
- SILVA, B. (1998). Educação e Comunicação. Braga: CEEP/Universidade do Minho.
- SILVA, P. (1998). A Filosofia da Ciência de Paul Feyerabend. Lisboa: Instituto Piaget.
- SKINNER, B. J. & PORTER, S. C. (1995). The Dynamic Earth: An Introduction to Physical Geology. New York : Jonh Willey & Sons, Inc.
- SOUSA, A. (1996). O mapa de navegação como instrumento de auxílio à exploração de ambientes hipermédia. Dissertação de mestrado em Educação na especialidade de Tecnologia Educativa (não publicada). Braga: Universidade do Minho.
- SPIRO, R., FELTOVICH, P., JACOBSON, M., & COULSON, R. (1991). Cognitive Flexibility, Construtivism, and Hypertext: Random Access Instruction Advanced Knowledge Acquisition in Ill-Structured Domains. Educational Technology, 5, 24-33.
- TARBUCK, E. & LUTGENS, F. (1996). Earth - An Introduction to Physical Geology. New Jersey: Prentice-Hall.
- TAZIEFF, H. (1996). Volcans. Paris: Larousse-Bordas.

- TEIXEIRA, C. (1981) (Coord.). Vocabulário de termos geológicos.
- TEODORO, V. D. (1995). Educação e computadores.
<http://phoenix.sce.fct.unl.pt/vdt/textos/edcomp/ca1vdt.htm> (10 Setembro 1999).
- TUCKMAN, B. (1988). Conduction Educational Research. San Diego: Harcourt Brace Jovanovich Publishers.
- UNESCO (1998). Professores e ensino num mundo em mudança: Relatório Mundial de Educação 1998. Porto: Edições Asa.
- VALA, J. (1999). A Análise de conteúdo. In SILVA, A. & PINTO, J. (Orgs.), Metodologia das Ciências Sociais (p. 101 - 128). Porto: Edições Afrontamento.
- VALADARES, J. & GRAÇA, M. (1998). Avaliando para melhorar a aprendizagem. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- VIGOTSKI, L. (1998). A formação social da mente. São Paulo: Martins Fontes.
- WEI, C. (1991). Hypertext and Printed Materials: Some Similarities and Differences. Educational Technology, 31 (3), p. 51-53.
- WONG & STORKERSON (1997). Hypertext and the Art of Memory.
<http://www.id.iit.edu/visiblelanguage/Feature%20Articles/ArtfMe...ArtofMemory.htm> (10 Fevereiro 2000).

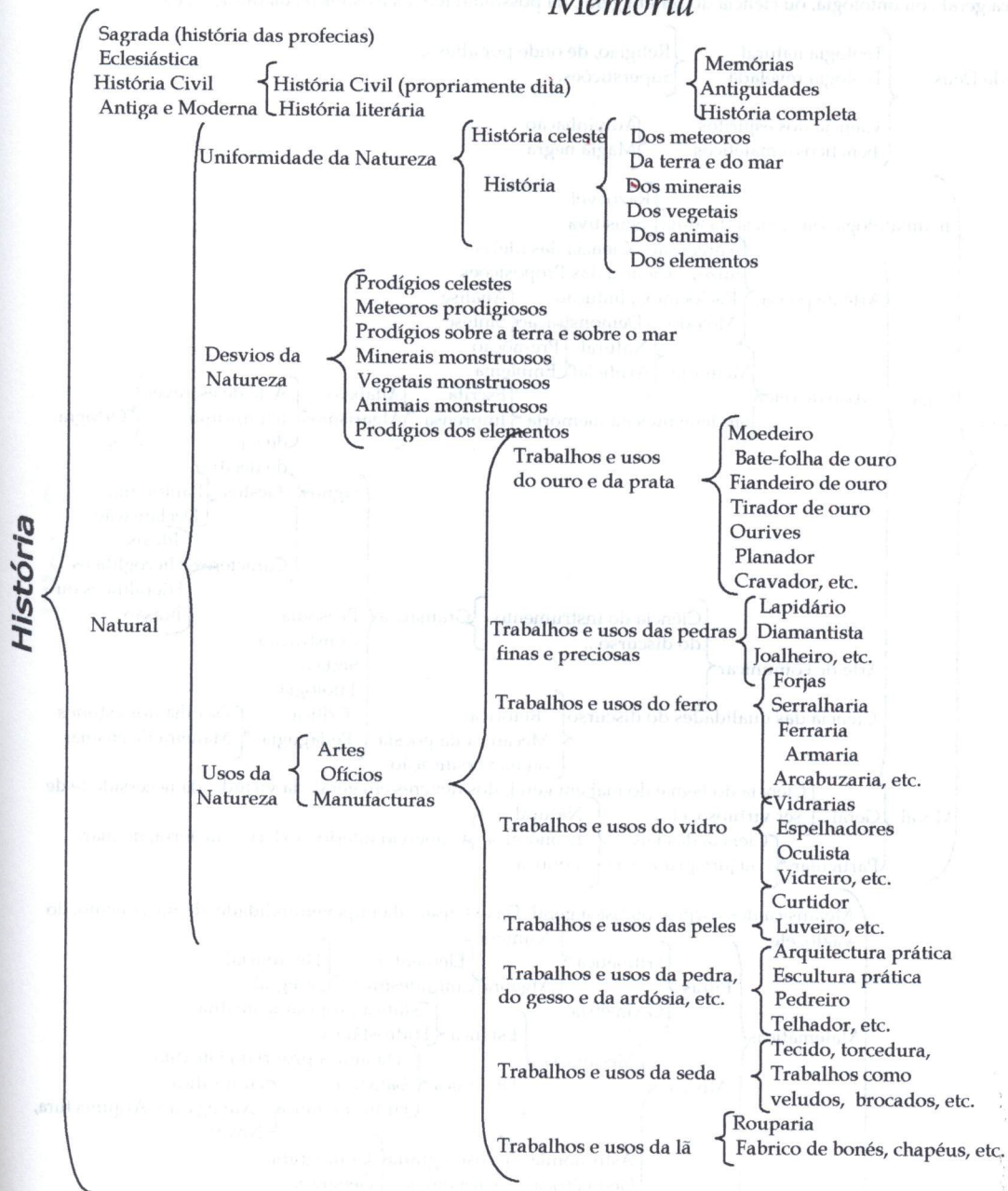
ANEXOS

Anexo I

Sistema figurado dos conhecimentos humanos

Entendimento:

Memória



Anexo I (cont.)

Sistema figurado dos conhecimentos humanos

Entendimento:

Razão

Filosofia



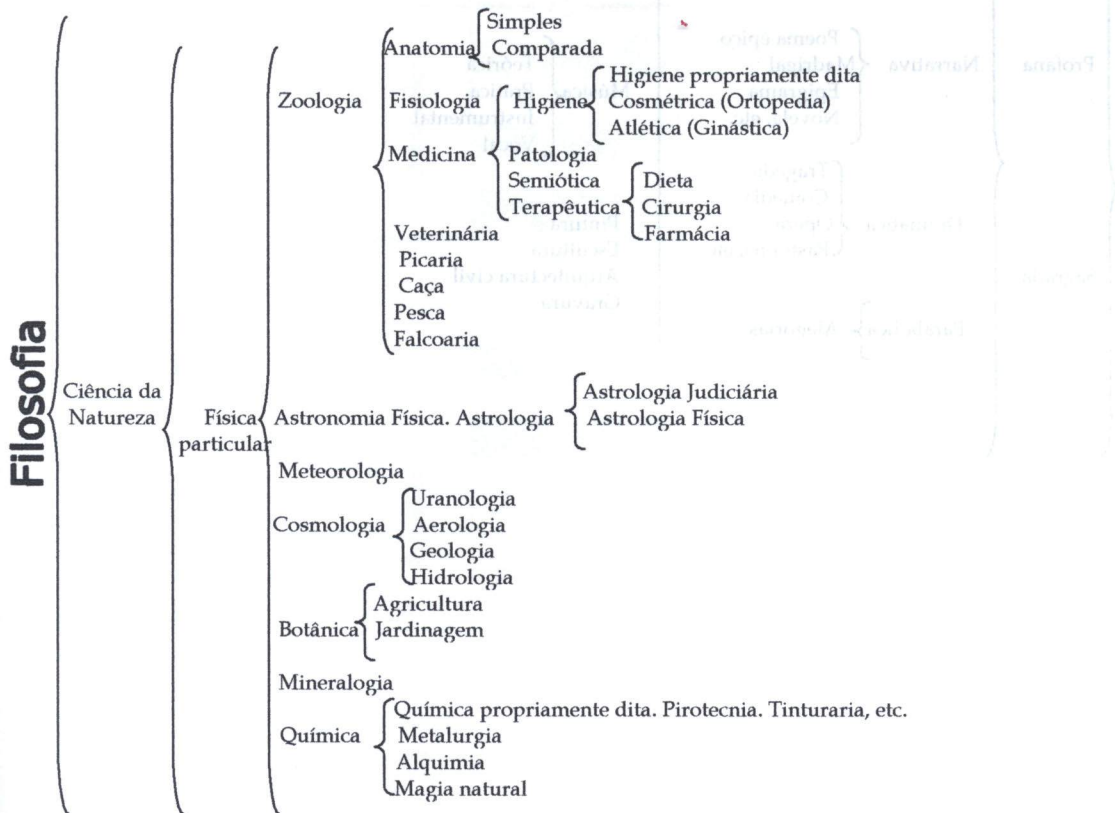
Fisicomatemáticas

Anexo I (cont.)

Sistema figurado dos conhecimentos humanos

Entendimento:

Razão (cont.)

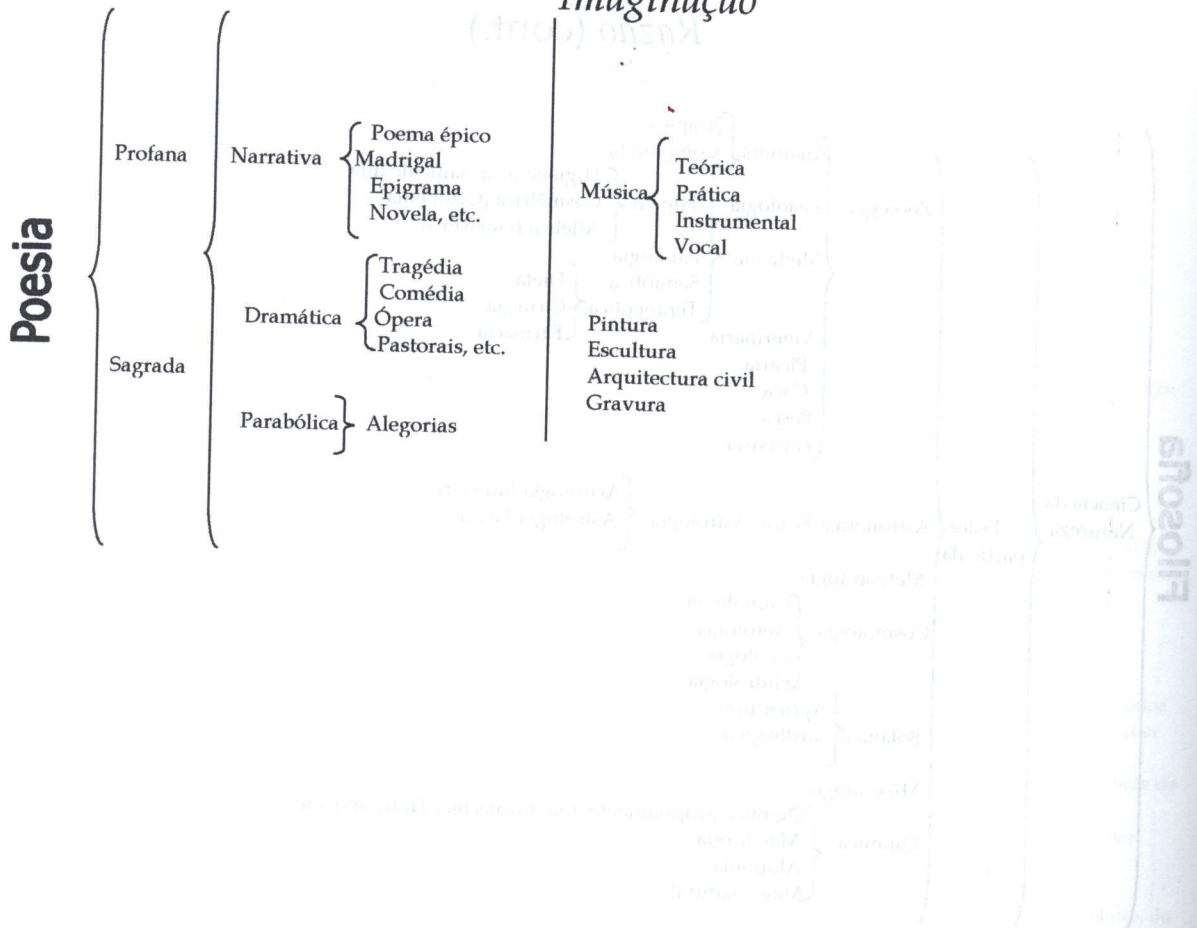


Anexo I (cont.)

Sistema figurado dos conhecimentos humanos

Entendimento:

Imaginação

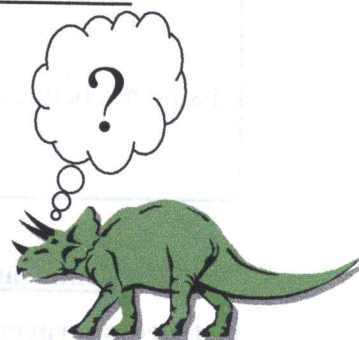


Anexo II

Escala de Tempo Geológico

Adaptado de LUNINE, J. (1999)

Eon	Era	Período (M.a.)	
Fanerozóico	Cenozóico	Quaternário 2	
		Terciário 65	
	Mesozóico	Cretácico 135	
		Jurássico 190	
		Triássico 225	
	Paleozóico	Pérmico 280	
		Carbónico 345	
		Devónico 395	
		Silúrico 430	
		Ordovícico 500	
		Câmbrico 570	
	Proterozóico		2500
	Arcaico		3800
	Hadaico		4550

Anexo III**Ficha de exploração do hiperdocumento "À
Procura das causas para a extinção dos
Dinossauros"**

Versão A- Para ser preenchida por alunos.

Esta ficha tem por objectivo orientar a exploração do hiperdocumento. Integra-se num trabalho de investigação cuja principal finalidade é identificar a possível existência de uma relação entre o modo como se encontra organizada a informação num documento deste tipo e a aprendizagem daí resultante.

A tua participação é indispensável, por isso, responde com calma e sinceridade a cada uma das questões, expressando sempre a tua própria opinião. Lembra-te que as tuas respostas não terão nenhum peso na avaliação e que são confidenciais.

Antes de iniciares a exploração do documento, responde à parte I desta ficha. As questões da parte II e III devem ser respondidas à medida que vais explorando o documento.

Parte I

Nome: _____

Nº: _____ Turma: _____ Sexo: F M Idade: _____ anos.

Estou a repetir a disciplina de Ciências da Terra e da Vida do 10º ano:

Sim Não

Responde às perguntas que se seguem, seguindo para esse efeito as instruções fornecidas em cada uma delas.

1. Computador em casa

(Assinala com um X o quadrado correspondente).

Tenho computador em casa

Não tenho computador em casa

2. Utilização do computador (de casa, da escola ou de um amigo)

(Assinala com um X a opção correcta).

a- Utilizo o computador várias vezes por semana

b- Utilizo o computador, em média, uma vez por semana

c- Utilizo o computador, em média, uma vez por mês

d- Utilizo o computador muito raramente

e- Nunca utilizo o computador

3. Tipo de utilização do computador

(Assinala com um X, as opções que estão mais de acordo com a tua situação).

Já utilizei o computador para:

- a- Jogar
- b- Fazer trabalhos escolares (trabalhos de casa, relatórios, etc.)
- c- Navegar na Internet
- d- Comunicar com outras pessoas
- c- Explorar CD educativos (enciclopédias e outros)

4. Prática de utilização de sistemas hipertextuais

(Assinala com um X a opção que está mais de acordo com a tua situação).

Costumo navegar na Internet:

- a- Nunca.
- b- Muito raramente.
- c- Uma vez por mês, em média.
- d- Uma vez por semana, em média.
- e- Várias vezes por semana.

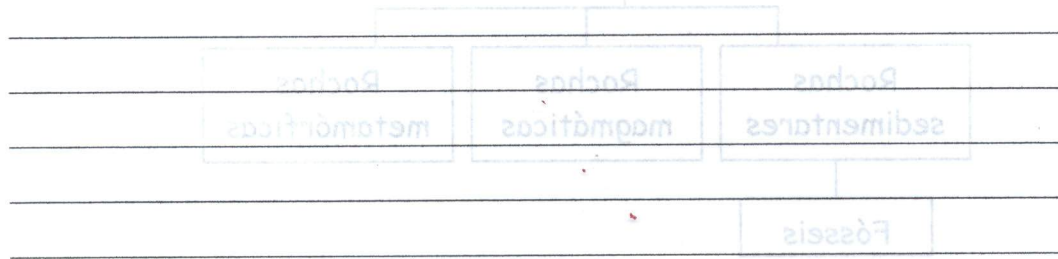
Parte II**Questões****1**

1.1. Entre os conceitos que a seguir se citam, identifica os que são **Materiais geológicos**, e os que são **Processos geológicos**, colocando um X no rectângulo respectivo.

	Materiais geológicos	Processos geológicos
<i>Rocha metamórfica</i>		
<i>Mineral</i>		
<i>Regressões e Transgressões</i>		
<i>Actividade vulcânica</i>		
<i>Impacto de corpos celestes</i>		
<i>Movimento das placas litosféricas</i>		
<i>Estrato</i>		
<i>Magma</i>		
<i>Datação relativa</i>		

1.2. Quais as razões, pelas quais, te levaram na questão 1.1., a considerar:

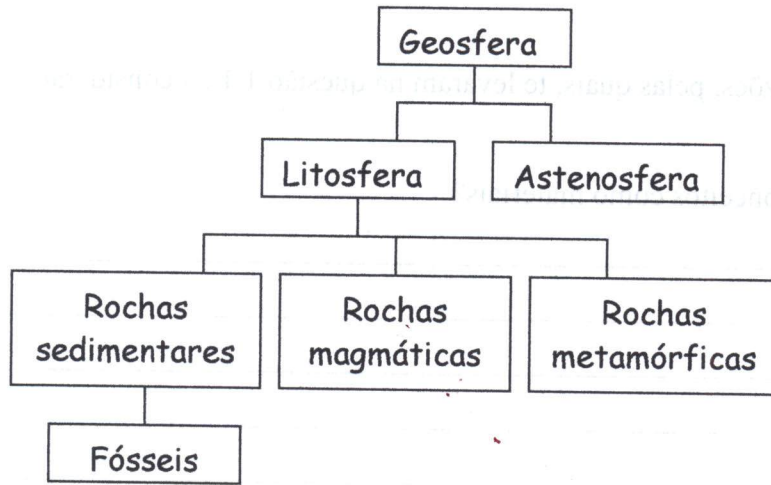
a) alguns dos conceitos como materiais?



b) alguns dos conceitos como processos?

2

Uma das tarefas do geólogo é a de ordenar e organizar conhecimentos. Imagina que és geólogo (a) e queres ordenar os seguintes conceitos: **litosfera**, **rochas magmáticas**, **rochas sedimentares**, **geosfera**, **rochas metamórficas**, **fósseis**, **astenosfera**. Para isso, podes, através de um diagrama, indicar o conceito mais geral (em cima), ao qual se ligam os que, a seguir a este, são menos gerais. Utilizando os conceitos anteriormente referidos, poderias obter um diagrama semelhante ao seguinte:



Tenta construir a partir dos conceitos indicados (em cada uma das alíneas seguintes) um diagrama semelhante ao anterior.

- a)
- Crateras de impacto
 - Sistema Solar
 - Planetas gigantes
 - Asteróides e cometas
 - Planetas telúricos

b) **Ciclo das rochas**

**Alterações na
geosfera**

**Deriva
continental**

**Formação das
rochas
metamórficas**

**Mecanismo da
deriva
continental**

c) **Alterações nos
subsistemas da
Terra**

Biosfera

Fósseis

**Movimento das
placas
litosféricas**

**Mudanças
biológicas
ao longo da História**

**Rochas
magmáticas**

Geosfera

3

Os (as) geólogos (as) são de algum modo "detectives" da natureza que têm de encontrar relações entre vários aspectos. Por exemplo, quando um geólogo afirma que "as rochas são constituídas por minerais" ou que "as crateras de impacto formam-se pela queda de um asteróide" estão a estabelecer relações entre conceitos. Tenta realizar uma tarefa de "detective" semelhante à dos geólogos, construindo frases que relacionem os dois conceitos que te são apresentados em cada alínea.

a) **Princípio da sobreposição dos estratos**

Datação relativa das rochas

b) **Geosfera**

Astenosfera

c) **Fósseis**

Mudanças biológicas ao longo da história da Terra

d)

Movimento das placas litosféricas

Deriva continental

e)

Actividade vulcânica

Hidrosfera

f)

Rochas sedimentares

Rochas metamórficas

4

Ao terem habitado vastas áreas do nosso planeta, os dinossauros deixaram vestígios da sua passagem. Os seus principais testemunhos são os fósseis, encontrados nas rochas sedimentares. No entanto, muitos destes vestígios acabam por desaparecer, por causas internas e externas à geosfera.



- a) Os fósseis de dinossauro, tal como os de outros seres, encontram-se essencialmente em rochas sedimentares calcárias. Tenta explicar porque não é frequente encontrar fósseis nouro tipo de rocha (magmática ou metamórfica).

- b) É sempre difícil encontrar fósseis de dinossauro. Indica algumas causas internas à geosfera que possam ser responsáveis pelo desaparecimento dos fósseis de dinossauro.

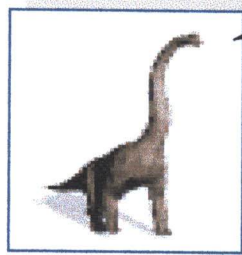
5

A Terra, Marte e a Lua, são atingidas regularmente, por corpos celestes de grande e de pequena dimensão, de que resulta, por vezes, a formação de crateras de impacto. Tal como na Terra, na Lua, em Marte e em Mercúrio, existem crateras de impacto.

- a) Como se identificam as crateras de impacto?

b) Como se pode explicar que a Terra apresente muito menos crateras de impacto que Marte?

Parte III



Quem
nos fez desaparecer?

Os "dinossauros" que nos acompanham ao longo desta história estão particularmente preocupados com as causas da sua extinção. Tenta ajudá-los!

Constrói um diagrama do tipo dos que já construístes na questão 2, que dê, aos nossos "personagens", resposta (s) à pergunta - porque desapareceram os dinossauros?

Causas da sua extinção

Assunto: Validação de documentos

Data: /07/2000

Exmº Sr. Doutor :

Sou aluna do Mestrado em Ensino das Ciências - variante ensino da Geologia, na Universidade Aberta e, estou a desenvolver um trabalho de investigação que conduzirá à dissertação de mestrado.

O principal objectivo desta investigação é averiguar se existe alguma relação entre o tipo de organização hipertextual e as aprendizagens daí resultantes.

Na tentativa de suscitar hipóteses que tentem relacionar formas diferentes de organização hipertextual (hierarquizada/rede) com diferentes tipos de aprendizagem (subordinada e superordenada/combinatória) e de raciocínios geológicos (descritivo/explicativo), foram elaborados dois hiperdocumentos com estruturas diferentes (um hierárquico e outro em rede).

A exploração de cada hiperdocumento será feita por grupos de alunos diferentes, mas todos da mesma faixa etária (10 ºano/ 15-17 anos de idade), e apoiada por uma ficha de exploração.

Ao enviar-lhe o CD, com os dois hiperdocumentos, e a ficha de exploração, gostaria que os analisasse, se possível, quanto a:

- rigor científico,
- qualidade pedagógico/didáctica,
- adequação ao nível etário,
- aspectos técnicos.

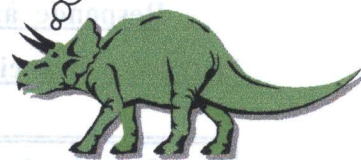
Desde já agradeço a sua atenção e disponibilidade.

Com os meus cumprimentos,

Os meus contactos:

Anexo III**Ficha de exploração do hiperdocumento "À
Procura das causas para a extinção dos
Dinossauros"**

Versão E- Para ser validada por especialistas.



Esta ficha tem por objectivo orientar a exploração do hiperdocumento. Integra-se num trabalho de investigação cuja principal finalidade é identificar a possível existência de uma relação entre o modo como se encontra organizada a informação num documento deste tipo e a aprendizagem daí resultante.

A tua participação é indispensável, por isso, responde com calma e sinceridade a cada uma das questões, expressando sempre a tua própria opinião. Lembra-te que as tuas respostas não terão nenhum peso na avaliação e que são confidenciais.

Antes de iniciares a exploração do documento, responde à parte I desta ficha. As questões da parte II e III devem ser respondidas à medida que vais explorando o documento.

Parte I

Nome: _____

Nº: _____ Turma: _____ Sexo: F M Idade: _____ anos.

Estou a repetir a disciplina de Ciências da Terra e da Vida do 10º ano:

Sim Não

Responde às perguntas que se seguem, seguindo para esse efeito as instruções fornecidas em cada uma delas.

1. Computador em casa

(Assinala com um X o quadrado correspondente).

Tenho computador em casa

Não tenho computador em casa

2. Utilização do computador (de casa, da escola ou de um amigo)

(Assinala com um X a opção correcta).

- a- Utilizo o computador várias vezes por semana
- b- Utilizo o computador, em média, uma vez por semana
- c- Utilizo o computador, em média, uma vez por mês
- d- Utilizo o computador muito raramente
- e- Nunca utilizo o computador

3. Tipo de utilização do computador

(Assinala com um X, as opções que estão mais de acordo com a tua situação).

Já utilizei o computador para:

- a- Jogar
- b- Fazer trabalhos escolares (trabalhos de casa, relatórios, etc.)
- c- Navegar na Internet
- d- Comunicar com outras pessoas
- e- Explorar CD educativos (enciclopédias e outros)

4. Prática de utilização de sistemas hipertextuais

(Assinala com um X a opção que está mais de acordo com a tua situação).

Costumo navegar na Internet:

- a- Nunca.
- b- Muito raramente.
- c- Uma vez por mês, em média.
- d- Uma vez por semana, em média.
- e- Várias vezes por semana.

Parte II

Questões

1

Objectivos

- Verificar se os alunos conseguem distinguir materiais geológicos (conceitos simples) de processos geológicos (conceitos complexos).
- Verificar se os alunos compreendem o conceito de material geológico.
- Verificar se os alunos compreendem o conceito de processo geológico.

1.1. Entre os conceitos que a seguir se citam, identifica os que são **Materiais geológicos**, e os que são **Processos geológicos**, colocando um X no rectângulo respectivo.

	Materiais geológicos	Processos geológicos
<i>Rocha metamórfica</i>		
<i>Mineral</i>		
<i>Regressões e Transgressões</i>		
<i>Actividade vulcânica</i>		
<i>Impacto de corpos celestes</i>		
<i>Movimento das placas litosféricas</i>		
<i>Estrato</i>		
<i>Magma</i>		
<i>Datação relativa</i>		

Resposta esperada

	Materiais geológicos	Processos geológicos
<i>Rocha metamórfica</i>	x	
<i>Mineral</i>	x	
<i>Regressões e Transgressões</i>		x
<i>Actividade vulcânica</i>		x
<i>Impacto de corpos celestes</i>		x
<i>Movimento das placas litosféricas</i>		x
<i>Estrato</i>	x	
<i>Magma</i>	x	
<i>Datação relativa</i>		x

1.2. Quais as razões, pelas quais, te levaram na questão 1.1., a considerar:

a) alguns dos conceitos como materiais?

b) alguns dos conceitos como processos?

Respostas esperadas

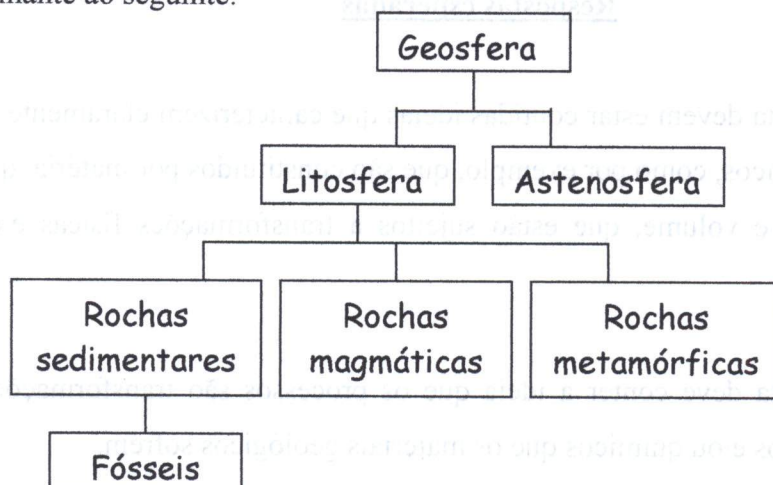
1.2-a) Na resposta devem estar contidas ideias que caracterizem claramente os materiais geológicos, como por exemplo, que são constituídos por matéria, que ocupam espaço e volume, que estão sujeitos a transformações físicas e/ou químicas.

1.2-b) A resposta deve conter a ideia que os processos são transformações, fenómenos físicos e/ou químicos que os materiais geológicos sofrem.

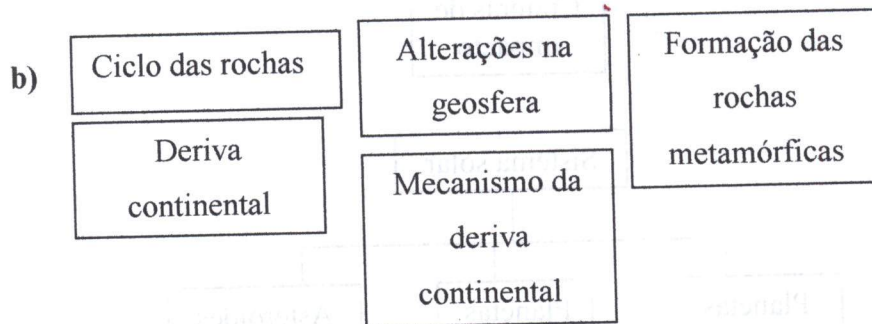
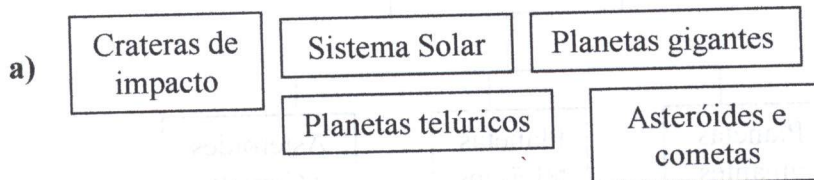
2**Objectivos**

- Verificar se os alunos conseguem organizar de forma hierárquica conceitos referentes a:
 - a) materiais geológicos.
 - b) processos geológicos.
 - c) materiais e processos geológicos, em conjunto.

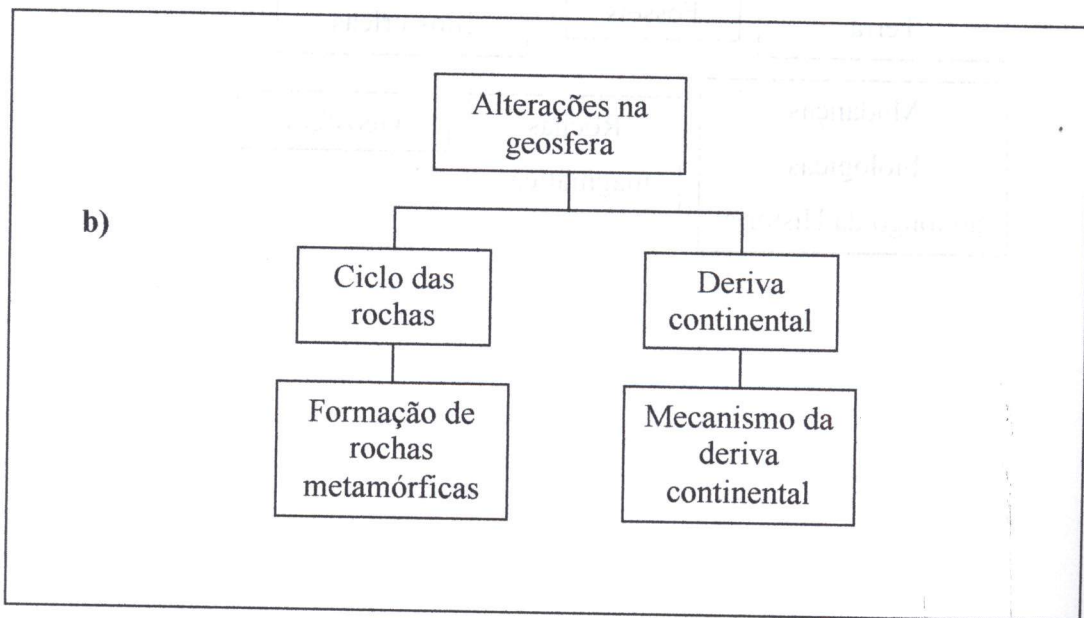
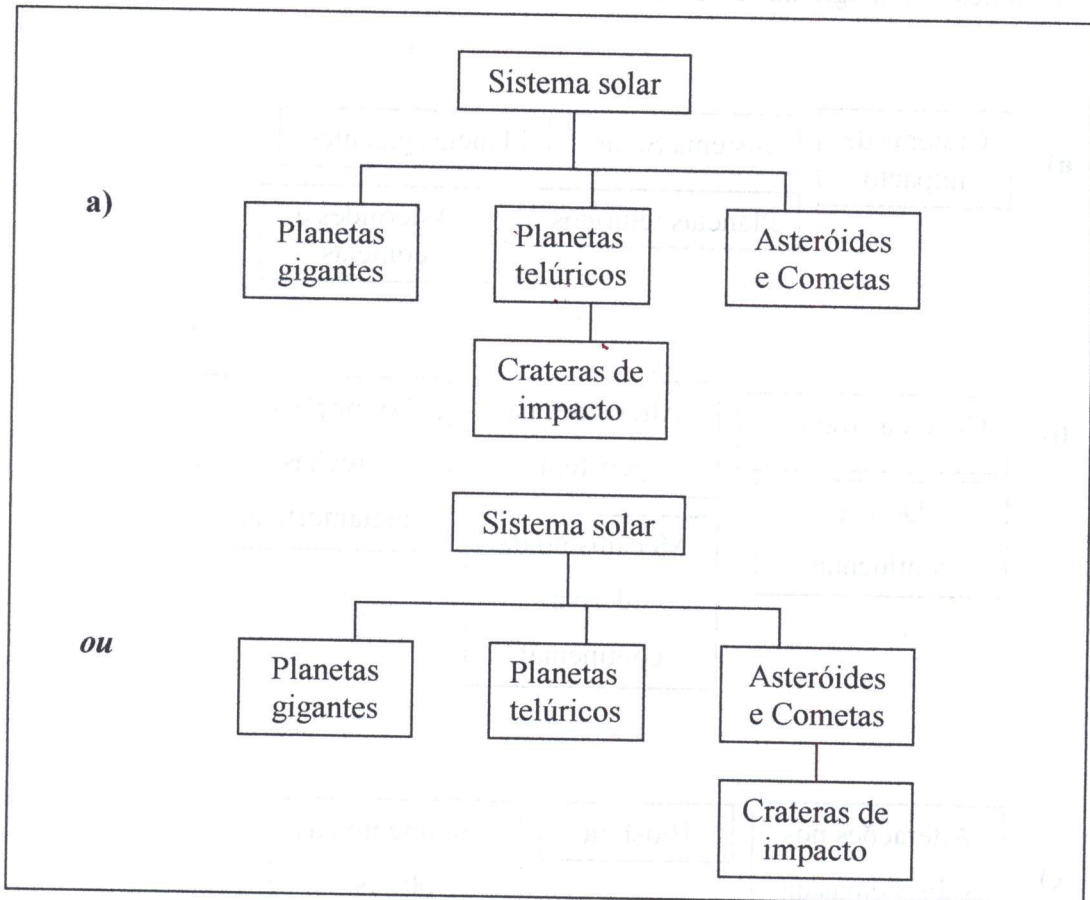
Uma das tarefas do geólogo é a de ordenar e organizar conhecimentos. Imagina que és geólogo (a) e queres ordenar os seguintes conceitos: **litosfera**, **rochas magmáticas**, **rochas sedimentares**, **geosfera**, **rochas metamórficas**, **fósseis**, **astenosfera**. Para isso, podes, através de um diagrama, indicar o conceito mais geral (em cima), ao qual se ligam os que, a seguir a este, são menos gerais. Utilizando os conceitos anteriormente referidos, poderias obter um diagrama semelhante ao seguinte:

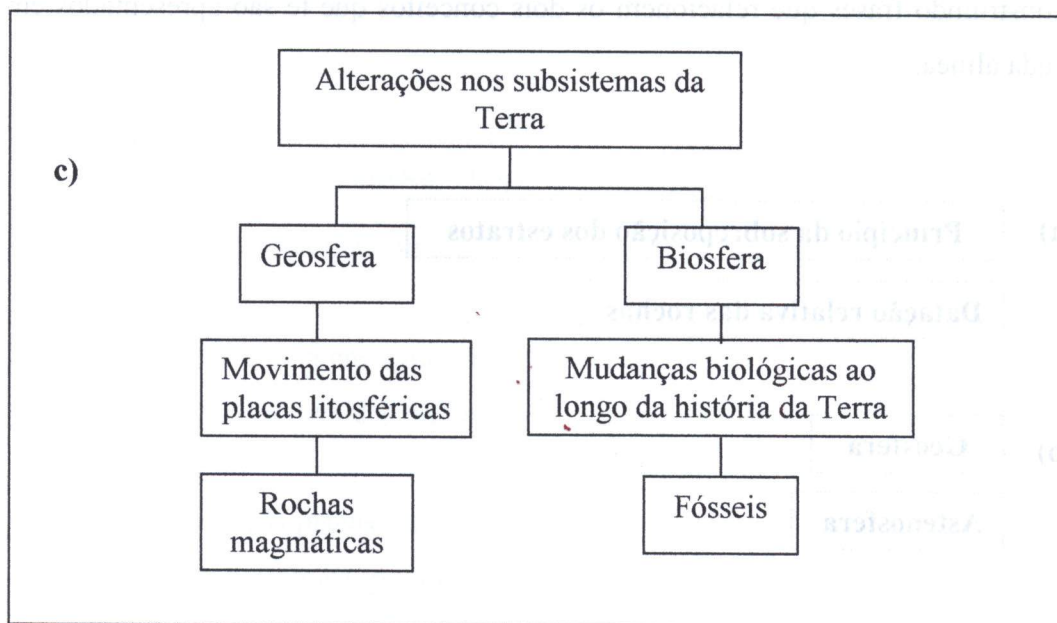


Tenta construir a partir dos conceitos indicados (em cada uma das alíneas seguintes) um diagrama semelhante ao anterior.



Respostas possíveis





3

Objectivos

- Verificar se os alunos conseguem estabelecer relações entre conceitos.
- Averiguar a influência exercida pelos dois documentos hipertextuais (versão 1 e 2), na maior ou menor facilidade com que os alunos estabelecem relações entre conceitos (materiais/materiais, processos/processos e materiais/processos).

Os (as) geólogos (as) são de algum modo "detectives" da natureza que têm de encontrar relações entre vários aspectos. Por exemplo, quando um geólogo afirma que "as rochas são constituídas por minerais" ou que "as crateras de impacto formam-se pela queda de um asteróide" estão a estabelecer relações entre conceitos. Tenta realizar uma tarefa de "detective" semelhante à dos geólogos

construindo frases que relacionem os dois conceitos que te são apresentados em cada alínea.

a) **Princípio da sobreposição dos estratos**

Datação relativa das rochas

b) **Geosfera**

Astenosfera

c) **Fósseis**

Mudanças biológicas ao longo da história da Terra

d) **Movimento das placas litosféricas**

Deriva continental

e) **Actividade vulcânica**

Hidrosfera

f) **Rochas sedimentares**

Rochas metamórficas

Algumas respostas possíveis

- a) O princípio da sobreposição dos estratos é utilizado na datação relativa das rochas.
- b) A astenosfera é uma das camadas da Geosfera.
- c) Os fósseis são a prova das mudanças biológicas ao longo da história da Terra.
- d) O movimento das placas litosféricas provoca a deriva continental.
- e) A actividade vulcânica, principalmente se for submarina, pode provocar alterações na hidrosfera.
- f) As rochas sedimentares podem-se formar a partir de partículas de rochas metamórficas pré-existentes.

4**Objectivos**

- Averiguar a influência exercida pelos dois documentos hipertextuais:
 - a) na elaboração de raciocínios interpretativos/explicativos a partir da informação disponível.
 - b) na compreensão de conceitos complexos à custa da combinação de outros conceitos.

Ao terem habitado vastas áreas do nosso planeta, os dinossauros deixaram vestígios da sua passagem. Os seus principais testemunhos são os fósseis, encontrados nas rochas sedimentares. No entanto, muitos destes vestígios acabam por desaparecer, por causas internas e externas à geosfera.



- a) Os fósseis de dinossauro, tal como os de outros seres, encontram-se essencialmente em rochas sedimentares calcárias. Tenta explicar porque não é frequente encontrar fósseis nouro tipo de rocha (magnética ou metamórfica).
- b) É sempre difícil encontrar fósseis de dinossauro. Indica algumas causas internas à geosfera que possam ser responsáveis pelo desaparecimento dos fósseis de dinossauro.

Respostas possíveis

- a) Enquanto que as rochas sedimentares se formam por deposição de partículas de rochas pré-existentes, as rochas metamórficas formam-se por transformações de outras rochas, que foram sujeitas a condições de pressão e temperatura diferente, e as rochas magmáticas resultam da solidificação do magma, que por sua vez se formou devido à fusão de outras rochas. Em geral, apenas as rochas sedimentares que, por um lado, se formam a temperaturas não muito elevadas e por outro, têm um processo de formação que permite a conservação de restos de organismos ou da sua actividade, têm a possibilidade de conter fósseis.
- b) Os vulcões e o movimento das placas litosféricas (deriva continental) resultam de processos internos à geosfera, e podem ser responsáveis pela destruição dos fósseis de dinossauro.

5**Objectivos**

- Averiguar a influência exercida pelos dois documentos hipertextuais:
 - a) na elaboração de raciocínios classificativos/descritivos a partir da informação disponível.
 - b) na compreensão de conceitos complexos à custa da combinação de outros conceitos.

A Terra, Marte e a Lua, são atingidas regularmente, por corpos celestes de grande e de pequena dimensão, de que resulta, por vezes, a formação de crateras de impacto. Tal como na Terra, na Lua, em Marte e em Mercúrio, existem crateras de impacto.

- a) Como se identificam as crateras de impacto?
- b) Como se pode explicar que a Terra apresente muito menos crateras de impacto que Marte?

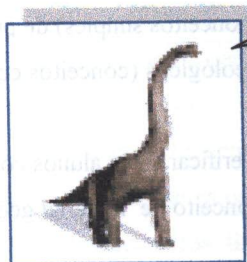
Respostas possíveis

- a) Têm geralmente uma forma arredondada e uma elevação no centro.
- b) A Terra tem uma atmosfera mais espessa que Marte, o que provoca que maior número de corpos celestes se desintegram antes de chegar à superfície do planeta.

Parte III

Objectivos

- Averiguar a influência exercida pelos dois documentos hipertextuais:
 - a) na elaboração de raciocínios classificativos/descritivos a partir da informação disponível.
 - b) na compreensão de conceitos complexos à custa da combinação de outros conceitos.



Quem
nos fez desaparecer?

Os "dinossauros" que nos acompanham ao longo desta história estão particularmente preocupados com as causas da sua extinção. Tenta ajudá-los!

Constrói um diagrama do tipo dos que já construístes na questão 2, que dê aos nossos "personagens" resposta (s), à sua pergunta - porque desapareceram os dinossauros?

Causas da sua extinção

Respostas possíveis

Neste caso, as respostas possíveis podem ser múltiplas e variadas. Vamos esperar pelas respostas dos alunos que vão "validar" este questionário, para depois estabelecermos algumas respostas possíveis.

Nº	Questão	Tipo de pergunta		Objectivos
		Aberta	Fechada	
(Parte II) 1.1	Entre os conceitos que a seguir se citam, identifica os que pertencem à categoria Materiais geológicos , e os que pertencem à categoria Processos geológicos , colocando um X no rectângulo respectivo.		X	<p>Verificar se os alunos conseguem distinguir materiais geológicos (conceitos simples) de processos geológicos (conceitos complexos).</p> <p>Verificar se os alunos compreendem o conceito de material geológico.</p> <p>Verificar se os alunos compreendem o conceito de processo geológico.</p>
1.2.	Quais as razões, pelas quais, te levaram na questão 1.1., a considerar: a) alguns dos conceitos como materiais? b) alguns dos conceitos como processos?	X X		<p>Verificar se os alunos conseguem distinguir materiais geológicos (conceitos simples) de processos geológicos (conceitos complexos).</p> <p>Verificar se os alunos compreendem o conceito de material geológico.</p> <p>Verificar se os alunos compreendem o conceito de processo geológico.</p>

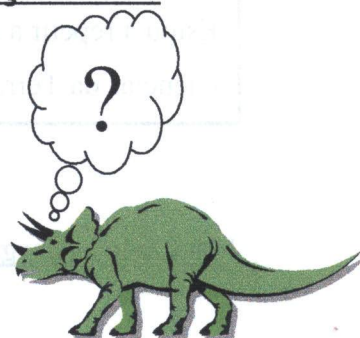
Nº	Questão	Tipo de pergunta		Objectivos
		Aberta	Fechada	
2	<p>Uma das tarefas do geólogo é a de ordenar e organizar conhecimentos. Imagina que és geólogo (a) e queres ordenar os seguintes conceitos: litosfera, rochas magmáticas, rochas sedimentares, geosfera, rochas metamórficas, fósseis, astenosfera. Para isso, podes, através de um diagrama, indicar o conceito mais geral (em cima), ao qual se ligam os que, a seguir a este, são menos gerais. Utilizando os conceitos anteriormente referidos, poderias obter um diagrama semelhante ao seguinte.</p> <p>Tenta construir a partir dos conceitos indicados (em cada uma das alíneas seguintes) um diagrama semelhante ao anterior.</p>	X		<p>Verificar se os alunos conseguem organizar de forma hierárquica conceitos referentes a:</p> <p>a) materiais geológicos.</p> <p>b) processos geológicos.</p> <p>c) materiais e processos geológicos, em conjunto.</p>

Nº	Questão	Tipo de pergunta		Objectivos
		Aberta	Fechada	
5	<p>A Terra, Marte e a Lua, são atingidas regularmente, por corpos celestes de grande e de pequena dimensão, de que resulta, por vezes, a formação de crateras de impacto. Tal como na Terra, na Lua, em Marte e em Mercúrio, existem crateras de impacto.</p> <p>a) Como se identificam as crateras de impacto?</p> <p>b) Como se pode explicar que a Terra apresente muito menos crateras de impacto que Marte?</p>	X	X	<p>Averiguar a influência exercida pelos dois documentos hipertextuais:</p> <p>a) na elaboração de raciocínios classificativos/descritivos a partir da informação disponível.</p> <p>b) na compreensão de conceitos complexos à custa da combinação de outros conceitos.</p>
Parte III	<p>Os "dinossauros" que nos acompanham ao longo desta história estão particularmente preocupados com as causas da sua extinção. Tenta ajudá-los!</p> <p>Constrói um diagrama do tipo dos que já construístes na questão 2, que dê aos nossos "personagens" resposta (s) à sua pergunta- <u>porque desapareceram os dinossauros?</u></p>	X		<p>Averiguar a influência exercida pelos dois documentos hipertextuais:</p> <p>a) na elaboração de raciocínios classificativos/descritivos a partir da informação disponível.</p> <p>b) na compreensão de conceitos complexos à custa da combinação de outros conceitos.</p>

Instrumento 1

Anexo III

Ficha de exploração do hiperdocumento:
"À procura das causas para a extinção dos
dinossauros"

**Objectivos e instruções de preenchimento**

Esta ficha, juntamente com o instrumento 2, tem por objectivo orientar a exploração do **hiperdocumento** (documento informatizado em que o leitor pode decidir o percurso de exploração). Integram-se num trabalho de investigação cuja principal finalidade é identificar a possível existência de uma relação entre o modo como se encontra organizada a informação num documento deste tipo e a aprendizagem daí resultante.

A tua participação é indispensável, por isso, responde com calma e sinceridade a cada uma das questões, expressando sempre a tua [própria] opinião. Lembra-te de que as tuas respostas não terão nenhum peso na avaliação e que são confidenciais, isto é, não serão divulgadas em nenhuma circunstância.

Antes de iniciares a exploração do documento, responde à **parte I** desta ficha. As questões da **parte II** devem ser respondidas à medida que vais explorando o documento.

Código do aluno
(a preencher pela
professora)

Parte I

Nome:	_____
Turma:	_____ Sexo: F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> Idade: _____ anos.
Data:	___/___/2000
Estou a repetir a disciplina de	
Ciências da Terra e da Vida do 10º ano:	Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/>

Responde às perguntas que se seguem, seguindo para esse efeito as instruções fornecidas (em cada uma delas).

1. Computador em casa

(Assinala com um X o quadrado correspondente).

a- Tenho computador em casa.

b- Não tenho computador em casa.

2. Utilização do computador (de casa, da escola ou de um amigo)

(Assinala com um X a opção correcta).

a- Utilizo o computador várias vezes por semana.

b- Utilizo o computador, em média, uma vez por semana.

c- Utilizo o computador, em média, uma vez por mês.

d- Utilizo o computador muito raramente.

e- Nunca utilizo o computador.

3. Tipo de utilização do computador (de casa, da escola ou de um amigo)

(Assinala com um X, as opções que estão mais de acordo com a tua situação).

Já utilizei o computador para:

- a- Jogar.
- b- Fazer trabalhos escolares (trabalhos de casa, relatórios, etc.).
- c- Navegar na Internet.
- d- Comunicar com outras pessoas.
- e- Explorar CD(s) educativos (enciclopédias e outros).

4. Prática de utilização de hiperdocumentos

(Assinala com um X a opção que está mais de acordo com a tua situação).

Costumo navegar na Internet:

- a- Nunca.
- b- Muito raramente.
- c- Uma vez por mês, em média.
- d- Uma vez por semana, em média.
- e- Várias vezes por semana.

Código do aluno
(a preencher pela
professora)

Parte II

(Deves agora iniciar a exploração do documento
"À procura das causas para a extinção dos dinossauros").

1

1.1. Entre os conceitos que a seguir se citam, identifica os que são **Materiais (geológicos)**, os que são **Processos (geológicos)**, e os que são **Métodos (geológicos) de estudo**, colocando um X no rectângulo respectivo.

	Materiais	Processos	Métodos
<i>Rocha metamórfica</i>			
<i>Datação numérica</i>			
<i>Mineral</i>			
<i>Actividade vulcânica</i>			
<i>Impacto de meteoritos</i>			
<i>Princípio da sobreposição</i>			
<i>Movimento das placas litosféricas</i>			
<i>Ilhas vulcânicas dos Açores</i>			
<i>Magma</i>			

1.2. Quais as razões que te levaram na questão 1.1., a considerar:

a) alguns dos conceitos como materiais?

b) alguns dos conceitos como processos?

c) alguns dos conceitos como métodos?

2

Os (as) geólogos (as) são de algum modo "detectives" da Natureza que têm de encontrar relações entre vários aspectos. Por exemplo, quando um geólogo afirma que "as rochas são constituídas por minerais" ou que "as crateras de impacto se formam pela queda de um meteorito" estão a estabelecer relações entre conceitos. Tenta realizar uma tarefa de "detective" semelhante à dos geólogos, construindo frases que contenham e relacionem os dois conceitos que te são apresentados em cada alínea.

a) **Deposição dos sedimentos**

Datação relativa

b)

Terra

Astenosfera

c)

Fósseis

Alterações biológicas

d)

Movimento das placas litosféricas

Deriva dos continentes

e)

Actividade vulcânica

Hidrosfera

f)

Rochas sedimentares

Rochas metamórficas

g)

Datação numérica**Minerais**

h)

Princípio da sobreposição**Determinação da idade dos fósseis****3**

Ao terem habitado vastas áreas do nosso planeta, os dinossauros deixaram vestígios da sua passagem. Os seus principais testemunhos são os fósseis, encontrados nas rochas. No entanto, muitos destes vestígios acabam por desaparecer, por causas internas e externas à Terra.



Código do aluno
(a preencher pela
professora)

a) Os fósseis de dinossauro, tal como os de outros seres, encontram-se essencialmente em rochas sedimentares. Tenta explicar porque é difícil encontrar fósseis em rochas metamórficas e, muito mais difícil, em rochas magmáticas.

b) A dificuldade em encontrar fósseis relaciona-se com várias causas, entre as quais estão, as condições especiais para a sua fossilização e a conservação posterior. Indica, justificando, algumas **causas internas** à Terra que possam ser responsáveis pelo desaparecimento de vestígios fossilizados de dinossauro.



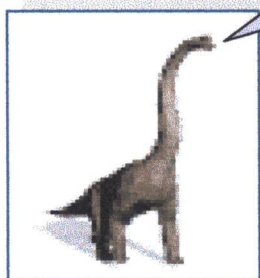
Código do aluno
(a preencher pela
professora)

Anexo III

Instrumento 2

Mapa de conceitos "À procura das causas para a extinção dos dinossauros"

Nome: _____ Turma: _____



O que nos fez desaparecer?

A finalidade principal do documento "À procura das causas para a extinção dos dinossauros" é ficares com algumas ideias acerca das possíveis causas que terão sido responsáveis pela extinção dos dinossauros e de outras espécies que desapareceram na mesma altura. Para responderes à questão: porque desapareceram os dinossauros?, constrói um mapa de conceitos que hierarquize e interrelacione todas as causas prováveis da extinção dos dinossauros, apresentadas pelo documento que estás a consultar. Para isso, utiliza a página seguinte, o lápis e a borracha.

Código do aluno

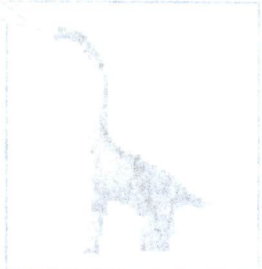
(a preencher pela professora)

Quais as causas possíveis para a extinção dos dinossauros?

Completar

Quais as causas possíveis para a extinção dos dinossauros?

Quais as causas possíveis para a extinção dos dinossauros?



Quais as causas possíveis para a extinção dos dinossauros?

Código do aluno
(a preencher pela professora)

Anexo IV

Grelha de Observação 1

Código do aluno	Documento explorado (A ou B)	Observações	Comentários	Tempo despendido (minutos ou horas)

Anexo IV

Grelha de Observação 2

1. Manipulação do rato

INDICADORES	CÓDIGO DO ALUNO				COMENTÁRIOS
1. Apresenta dificuldade na manipulação do rato.					
2. Manipula o rato com facilidade.					

2. Navegação

INDICADORES	CÓDIGO DO ALUNO				COMENTÁRIOS
1. Não leu as instruções iniciais.					
2. Apresenta dificuldades em descodificar os símbolos utilizados.					
3. "Perde-se" com facilidade					
4. Antes de responder às questões explora todo o hiperdocumento.					

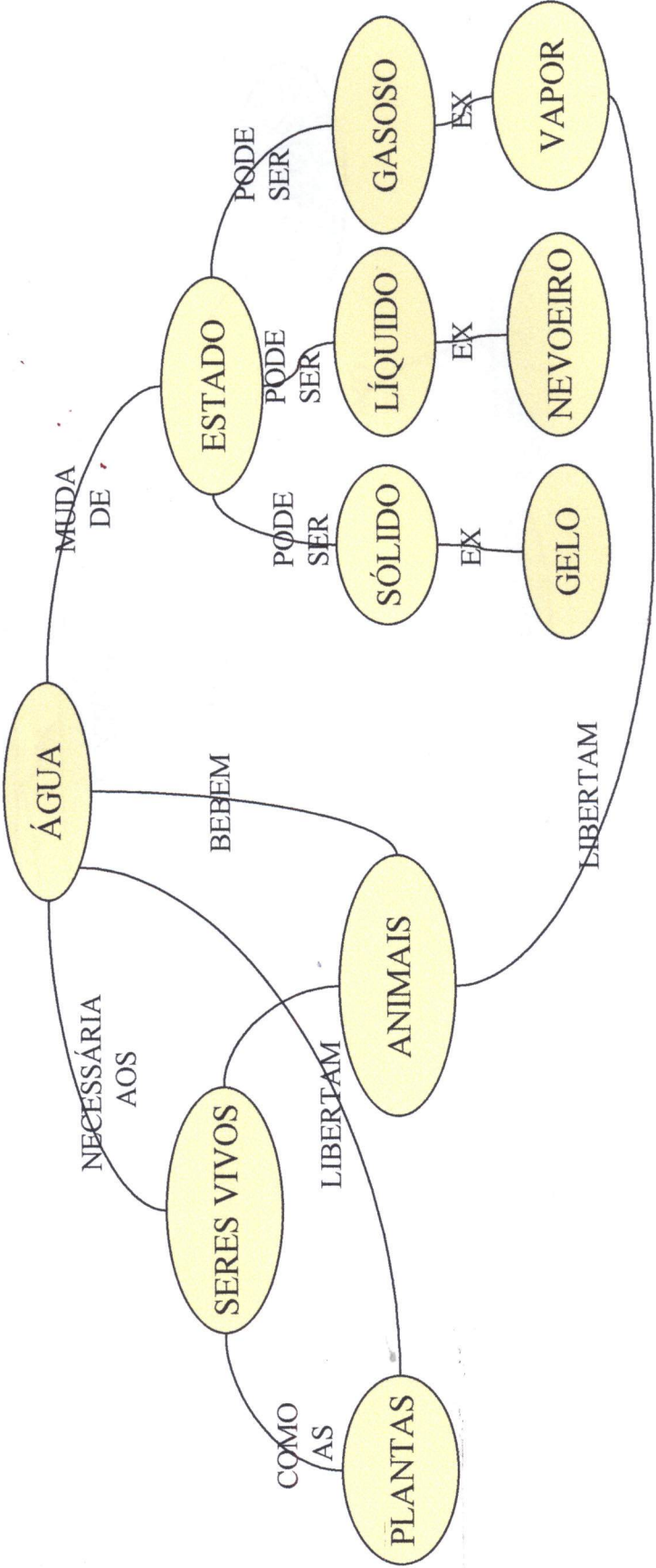
Grelha de Observação 2 (cont.)

3. Atitudes/Comportamentos

INDICADORES	CÓDIGO DO ALUNO					COMENTÁRIOS
1. Manifesta impaciência.						
2. Manifesta ansiedade.						
3. Manifesta insegurança						
4. Pede ajuda aos colegas.						
5. Pede ajuda aos professores.						
6. Espreita o trabalho dos colegas.						

Exemplo de um
mapa de
conceitos - 1

Anexo V



Exemplo de um mapa de conceitos - 2

Anexo V

