

**ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO, CONSTRUÇÃO DE  
HIPERDOCUMENTOS E ENSINO DAS CIÊNCIAS DA TERRA**  
(**Knowledge organization, hyperdocuments construction and Earth sciences teaching**)

**Edith Bolacha** [ebolacha@netcabo.pt]

Escola Secundária de Camarate

Rua Heróis de Mucaba, Camarate, Portugal

**Filomena Amador** [famad@univ-ab.pt]

Departamento de Ciências Exactas e Tecnológicas

Universidade Aberta, n<sup>o</sup>147, 1250-100 Lisboa, Portugal

**Resumo**

O presente trabalho foi motivado pela premente necessidade de elaboração de materiais didáticos em suporte informático (CD- Rom e outros) ou a sua publicação nas redes da informação (*Internet*) e a escassa investigação que, numa perspectiva construtivista, existe nesta área. Procurámos no nosso estudo averiguar da existência ou não de relação entre o tipo de organização hipertextual da informação e o tipo de aprendizagem e/ou raciocínios daí decorrentes, tentando compreender quais as melhores soluções em termos de construção de documentos hipermedia. Para sustentarmos teoricamente o nosso estudo recorreremos às Teorias da Aprendizagem Significativa e da Flexibilidade Cognitiva. Foram construídos dois hiperdocumentos com conteúdos semelhantes, mas diferente organização (hierárquica e em rede), que foram aplicados a uma amostra de 31 alunos (14 a 16 anos). Na construção dos hiperdocumentos foram também tidos em consideração os trabalhos de Chi *et al.* sobre mudança conceptual. A análise dos resultados obtidos sugere que a estrutura hierárquica hipertextual parece favorecer as aprendizagens significativas subordinadas e superordenadas associadas a raciocínios de tipo descritivo e classificativo. Enquanto a estrutura hipertextual em rede, ao favorecer a flexibilidade cognitiva, pode também estimular a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora promovendo, as aprendizagens combinatórias, associadas a raciocínios do tipo interpretativo e explicativo.

**Palavras-chave:** estrutura hipertextual, ciências da terra, aprendizagem significativa

**Abstract**

This paper was motivated by the strong need of preparing instructional materials in electronic support (CD-Rom and others) or its diffusion through information nets (internet), as well by the scarcity of research studies, under a constructivist view, in the area of Earth sciences. We tried to investigate whether there is a relationship between the type of hypertextual organization of information and the resulting type of learning and/or reasoning, attempting to understand which are the best solutions in terms of hypermedia documents construction. In order to support theoretically our study we used the theories of meaningful learning and cognitive flexibility. Two hyperdocuments, constructed with similar contents but different organization (hierarchically and in network) were applied to a sample of 31 students (14 to 16 years). In the construction of the hyperdocuments studies by Chi *et al.* on conceptual change were also taken into account. Research findings suggest that hierarchical hypertextual structure seems to favor subordinate and superordinate meaningful learning associated to descriptive and classificative reasonings. However, the network hypertextual structure, while favoring cognitive flexibility, might stimulate progressive differentiation and integrative reconciliation promoting combinatorial learning associated to interpretive and explicative reasonings.

**Key-words:** hypertextual structure, Earth sciences, meaningful learning.

## **Introdução**

Os estudos sobre a problemática da utilização das *TIC (Tecnologias da Informação e da Comunicação)*, em contexto de sala de aula, numa perspectiva construtivista, são ainda escassos, no âmbito do ensino das ciências. Diversas razões são apontadas (Oliveira, 1999): o facto de ser uma área de investigação recente; a natureza ainda tradicional e conservadora do ensino das ciências; as concepções dos professores sobre a natureza da ciência; o hermetismo que ainda rodeia as *TIC* e por último as dificuldades de investigação em contexto de sala de aula.

A nosso ver é urgente realizar investigação nesta área que permita identificar as potencialidades e as limitações da utilização das *TIC* no ensino das ciências. Por outro lado, num mundo em que a informação está cada vez mais disponível, torna-se necessário que a escola ensine os alunos a pesquisar e a organizar a informação, abandonando o seu papel tradicional de simples transmissora de saberes (Praia, 1999). Se assumirmos que o processo de aprendizagem corresponde a uma construção e reconstrução de conhecimentos, as *TIC* poderão desempenhar uma função relevante se contribuírem para o desenvolvimento cognitivo, permitindo transformar informação em conhecimento.

A organização do conhecimento foi, desde sempre, uma preocupação da humanidade. A *Encyclopédie raisonné des sciences, des arts et des métiers*, organizada por D'Alembert e Diderot no século XVIII que tinha como principal objectivo a difusão do saber e a sua sistematização ordenada foi uma manifestação da preocupação já existente com a organização do conhecimento. Mas à medida que a quantidade de informação tem vindo a aumentar, também têm aumentado as exigências relativas à sua organização e acessibilidade. No âmbito do ensino/aprendizagem das ciências este problema poderá suscitar algumas questões: qual a forma de organização mais adequada a determinado tipo de informação? Serão certos tipos de organização da informação potencialmente facilitadores de aprendizagens?

O hipertexto apresenta-se na actualidade como uma tecnologia capaz de suportar de um modo motivador e aliciante, variadas formas de organização da informação (linear, em grelha, hierárquica, em rede, ...) e diversos tipos de representação da informação (texto, som, imagem,...). Para além disso, faz já parte das competências básicas do cidadão da Sociedade da Informação, a utilização da tecnologia hipertexto base das auto-estradas da informação. Perante a escassa investigação que, numa perspectiva construtivista, existe nesta área e perante a necessidade urgente de elaboração de materiais didácticos em suporte informático (*CD-Rom* e outros) ou a sua publicação nas redes da 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 nosso estudo recorreremos às Teorias da Aprendizagem significativa e da Flexibilidade Cognitiva que abordam o problema da organização do conhecimento, tanto no que se refere à forma como é apresentado aos alunos como em relação ao modo como se organiza na mente humana.

### **1. Caracterização geral do estudo**

Procurámos no nosso estudo averiguar a existência ou não de relação entre o tipo de organização hipertextual da informação e o tipo de aprendizagem e/ou raciocínios daí

decorrentes, tentando compreender quais as melhores soluções em termos de construção de documentos hipermedia. Estabelecemos para isso 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? A decomposição deste problema permitiu ainda individualizar 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 organizada em rede favorecem as aprendizagens significativas combinatórias?

A amostra estudada (N=31) era constituída por indivíduos que se encontravam, pela primeira vez, a frequentar a disciplina de Ciências da Terra e da Vida (10ºano de escolaridade) numa escola secundária da região de Lisboa, com idades compreendidas entre os 14 e os 16 anos. Foram seleccionados para a elaboração dos hiperdocumentos conteúdos no domínio das Ciências da Terra. Esta área científica faz uso frequente de diversos conceitos que podem ser integrados nas categorias ontológicas de matéria, processo e método (Chi *et al.*). Estes conceitos/termos são utilizados para identificar e relacionar, no espaço e no tempo, entidades como objectos, configurações e substâncias. A própria reconstrução dos processos geológicos ocorridos no passado constitui uma tarefa frequente neste domínio, tornando o conceito de processo numa categoria bastante utilizada na área das Ciências da Terra. Este conjunto de características particular pareceu-nos potencialmente facilitador da construção de hiperdocumentos neste domínio.

## 2. Fundamentação teórica

Apesar de o conceito de hipertexto ter sido definido, pela primeira vez, nos anos sessenta, só vinte anos mais tarde chegou às escolas. Foi por esta altura que se iniciaram as investigações sobre as consequências da utilização do hipertexto no processo de ensino/aprendizagem e que este passou a ter o estatuto de tecnologia educativa. A introdução na sala de aula de tecnologias educativas tem sido suportada por distintas teorias de aprendizagem. A nosso ver são as Teorias da Aprendizagem Significativa e da Flexibilidade Cognitiva que melhor poderão fundamentar a construção e utilização de hiperdocumentos em ambientes de ensino/aprendizagem. Estas duas teorias preocupam-se ambas com a aprendizagem e a organização do conhecimento. Aliás a teoria da Flexibilidade Cognitiva, mais recente no tempo que a Teoria da Aprendizagem Significativa, baseou parte das suas ideias em autores construtivistas como Piaget, Bruner, Vygotsky e o próprio Ausubel.

De acordo com Ausubel (1980) os conhecimentos prévios sofrem no decurso da aprendizagem um processo de reorganização resultante de uma interacção entre o novo material e a estrutura cognitiva existente. Há aprendizagem significativa quando o aluno manifesta disposição para relacionar, de forma não arbitrária e substantiva, o novo conhecimento com significados já anteriormente interiorizados. No quadro desta teoria princípios programáticos como a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora, a organização sequencial e a consolidação são facilitadores das aprendizagens significativas. A diferenciação progressiva é um processo que decorre durante a aprendizagem quando os conceitos mais abrangentes são, sucessivamente decompostos noutros conceitos mais específicos. A par deste processo, e para que a aprendizagem seja significativa, deve ocorrer o

processo oposto, a reconciliação integradora, ou seja, partindo dos conceitos mais específicos há uma integração sucessiva até aos conceitos mais gerais.

Tanto na aprendizagem representacional como na 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 adjectivo subordinada, revelando que a estrutura cognitiva tende a organizar-se de forma hierárquica em relação ao nível de abstracção, de generalização e de abrangência das ideias. Porém o aluno pode aprender um conceito ou proposição que seja mais abrangente que os já existentes na sua estrutura cognitiva e que, por isso, passe a subordinar ou a “subsumir” esses conceitos e proposições. Este tipo de aprendizagem, menos comum que a subordinada, designa-se por aprendizagem significativa superordenada. Há, no entanto, conceitos novos que não são subordinados nem superordenados, a sua compreensão resulta da combinação entre conceitos e proposições que já fazem parte da estrutura cognitiva do aluno. Este tipo de aprendizagens foi designado por Ausubel *et al.* (1980), por aprendizagens significativas combinatórias. Estas aprendizagens são mais difíceis que as anteriores, embora apresentem a “mesma estabilidade interna” (Ausubel *et al.*, 1980, p.50) na estrutura cognitiva. A sua importância é reconhecida, na aprendizagem de muitas generalizações novas em diversas áreas disciplinares, e especialmente, na aprendizagem de conceitos científicos.

Por sua vez, para tentarem 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. Estes autores consideram que a flexibilidade cognitiva é a capacidade de reestruturarmos o nosso conhecimento, espontaneamente, de variadas formas consoante a situação em causa. A teoria tem como metáfora central a ideia do atravessar cruzado de uma paisagem, inspirada na obra de Wittgenstein, *Investigações Filosóficas* (1953). Neste caso, trata-se de atravessar paisagens conceptuais através de leituras de um mesmo conteúdo em diversas direcções, permitindo a construção de redes de conhecimento que proporcionam uma maior flexibilidade na forma como os saberes podem ser estruturados para serem utilizados na compreensão ou resolução de problemas (Carvalho & Dias, 1995).

Os autores da Teoria da Flexibilidade Cognitiva referem que quando um novo 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). A pouca estruturação dos conteúdos pode não ser encarada como um problema sério. Não é exigido normalmente aos alunos a aprendizagem de conceitos complexos nem a transferência de conhecimentos a novas situações. Nesta etapa introdutória da aprendizagem, “os alunos possuem poucos conhecimentos prévios que possam transferir acerca de uma competência ou área de conteúdos” (Jonassen *et al.*, 1994). Porém, mais tarde, a aquisição de conhecimentos complexos e a sua transferência tornam-se objectivos importantes. A segunda fase de construção do conhecimento é de aquisição avançada (Jonassen, 1991) durante a qual os alunos adquirem mais conhecimentos de modo a interpretarem e resolverem problemas de maior complexidade. É neste estágio de construção do conhecimento que o ensino/aprendizagem de conteúdos pertencentes a domínios pouco estruturados se transforma num problema sério (Spiro *et al.*, 1991). Os autores da Teoria da Flexibilidade Cognitiva, apontam como causas relevantes para este tipo de dificuldades sentidas pelos alunos: i)

deficiências na aprendizagem como a simplificação excessiva e a compartimentação de conceitos; elementos conceptuais altamente interdependentes, são tratados isoladamente, omitindo-se aspectos importantes que os interrelacionam; ii) abordagens simples na aprendizagem introdutória que produzem sucesso, podem mais tarde impedir que se atinjam objectivos de aprendizagem mais ambiciosos; iii) a simplificação excessiva e a compartimentação dos tópicos de aprendizagem cria nos alunos concepções alternativas difíceis de modificar ou substituir; iv) domínios já de si pouco estruturados, ao contrário dos que são bem estruturados requerem um alto grau de interligação de conhecimento. Em resumo, de acordo com esta perspectiva 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 *et al.*, 1991). Para ultrapassar este problema Spiro *et al.*(1991) aconselham a utilização de ambientes de aprendizagem flexível que permitam que os mesmos conteúdos sejam apresentados e aprendidos através de diferentes vias correspondentes, por sua vez, de uma variedade de objectivos diversificada.

Ambas as teorias, anteriormente citadas, constataam que a aprendizagem de conteúdos/conceitos complexos não pode ser feita apenas através de informação organizada de modo hierárquico, os cruzamentos e as relações entre vários conceitos são aspectos a realçar. A nosso ver, existe uma correspondência entre as aprendizagens significativas combinatórias de Ausubel e as aprendizagens por flexibilidade cognitiva quando devido à introdução de novos significados se reorganiza temporariamente, por que sujeita a constantes mudanças, a estrutura cognitiva do aprendente.

### 3. Metodologia

O presente estudo situa-se, como já foi referido, numa área de investigação recente, o hipertexto na educação. Por sua vez, o problema que formulámos e que foi o fio condutor do nosso estudo, conduziu-nos a uma abordagem específica da tecnologia hipertexto ainda pouco explorada nesta nova área de trabalho. Esta situação levou-nos a optar pela realização de um estudo exploratório. É objectivo dos estudos exploratórios, reconhecer uma dada realidade pouco estudada (Carmo & Ferreira, 1998), através da observação e da reflexão que, por sua vez, conduzam à formulação de hipóteses que levam a novos estudos.

O estudo desenvolveu-se em situação de sala de aula, em “ambiente natural”, por isso, o processo de ensino-aprendizagem foi estudado no seu contexto, assim como os indivíduos que o protagonizaram. Adoptámos um plano de investigação equivalente a dois estudos de caso comparativos (Bodgan & Biklen, 1994), consistindo este na comparação e contrastação dos efeitos observados em dois grupos, após aplicação de dois tratamentos distintos. Não nos pareceu correcto aplicar dois tratamentos idênticos sucessivos, ao mesmo grupo (*vide* quadro I).

**Quadro I - Plano da investigação adoptado.**

<b>Grupos</b>	<b>Nº de Alunos</b>	<b>Tratamento</b>	<b>Observação</b>
Grupo 1	14	X	O <sub>1</sub>
Grupo 2	17	Y	O <sub>2</sub>

X- Exploração de um hiperdocumento com estrutura hierárquica<sup>1</sup>.

Y- Exploração de um hiperdocumento com estrutura em rede<sup>2</sup>.

Apesar da validade externa deste tipo de estudos poder ser questionada, devido ao tamanho da amostra e à forma como foi seleccionada (amostragem de conveniência) tentámos, contudo, assegurar a validade interna e a fiabilidade do estudo. A validade interna, que garante que os resultados revelem a realidade estudada, foi assegurada através da triangulação de dados. Para esse objectivo, utilizámos três tipos de instrumentos de recolha de dados (questionário, mapas de conceitos e grelhas de observação), de modo a permitir, através da comparação dos resultados obtidos pela aplicação dos três instrumentos, aumentar a validade interna do estudo. A fiabilidade da investigação foi assegurada através da descrição pormenorizada e rigorosa da forma como o estudo decorreu, quer no que diz respeito aos pressupostos e teorias subjacentes, como à descrição do processo de recolha de dados e dos métodos utilizados na obtenção dos resultados.

O questionário encontrava-se dividido em três partes: na parte I foram solicitados alguns dados pessoais dos alunos que permitissem a posterior caracterização da amostra, na parte II um conjunto de perguntas abertas e fechadas pedia aos alunos para categorizarem e relacionarem diversos conceitos.

Para que a partir das respostas dadas ao questionário fosse possível retirar algumas conclusões que relacionassem o tipo de organização hipertextual com os raciocínios daí decorrentes, pediu-se aos alunos que respondessem às questões à medida que iam explorando o hiperdocumento por isso também se lhe chamou ficha de exploração. Como tem sido referido por outros investigadores (Gomes, 1996; Sousa, 1996) na área do hipertexto, os questionários podem funcionar, simultaneamente, como instrumentos de recolha de dados e como forma de orientar os alunos na exploração dos hiperdocumentos.

Era nosso objectivo, com a utilização dos mapas de conceitos: fornecer um outro instrumento de investigação, para além do questionário, que orientasse a exploração dos hiperdocumentos, fomentasse as relações entre conceitos e permitisse averiguar a influência do tipo de organização hipertextual no estabelecimento de relações entre conceitos.

<sup>1</sup> 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, 1997<sup>a</sup>). Normalmente trata-se de uma estrutura de tópicos e subtópicos, em que é dada particular ênfase a assuntos globalizantes, a partir dos quais se deriva para níveis de maior detalhe (Sousa, 1996).

<sup>2</sup> 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.

#### 4. Construção dos hiperdocumentos

A construção de hiperdocumentos exige que se tomem decisões a nível da selecção, da organização e da apresentação da informação, que devem ser teoricamente fundamentadas. 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 os conhecimentos prévios dos utilizadores. Potencialmente, poderão facilitar os processos de aprendizagem na medida em que focalizam a atenção nas relações entre ideias, facilitando a memorização e a compreensão de conceitos.

A selecção dos conteúdos teve como critério, por um lado, a sua adequação ao currículo oficial e por outro conduzir os alunos a uma visão geral sobre as diversas causas que actualmente são apontadas como responsáveis da extinção dos dinossauros, colocando em evidência as diferentes perspectivas.

Os hiperdocumentos que os alunos da amostra exploraram foram construídos no programa *Power Point 97*<sup>3</sup>, utilizando para o efeito, conteúdos no domínio das Ciências da Terra. A elaboração destes documentos enquadrou-se numa perspectiva construtivista da aprendizagem, dentro de um quadro teórico composto pela teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1980) e pela teoria da Flexibilidade Cognitiva de Spiro *et al.* (1991). Os trabalhos de Chi *et al.* (1994) sobre mudança conceptual também nos serviram de orientação na estruturação dos hiperdocumentos.

Construímos um primeiro hiperdocumento em que os conteúdos seleccionados foram organizados de forma hierárquica. Com base neste, foi elaborado um segundo hiperdocumento 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 (A) e outro, em rede (B). A construção dos hiperdocumentos teve por base um guião prévio, que orientou a sua elaboração e que foi sendo modificado durante o processo (*vide* figuras 1 e 2).

Os diversos conteúdos científicos seleccionados foram integrados em três grandes categorias: materiais, processos e métodos. Na opinião de Chi *et al.* (1994) nas aprendizagens iniciais ou introdutórias, os alunos tendem a categorizar os processos como materiais e apresentam uma menor dificuldade em aprendizagens que correspondam a mudanças conceptuais na mesma categoria ontológica do que em aprendizagens que envolvam mudança de categoria ontológica. Para estes autores 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 torna-se complicada, porque o processo de mudança conceptual é dificultado quando está em jogo uma mudança de categoria ontológica.

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

---

<sup>3</sup> Um dos critérios que presidiu à selecção deste programa foi o facto de se tratar de um programa que se encontra bastante divulgado, inclusivamente nas escolas, facilitando deste modo a nossa investigação. Contudo, reconhece-se algumas das suas limitações.

objectos e entidades mais 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 hiperdocumento A (hierárquico), 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 e construindo o hiperdocumento B (rede) juntamente com a tentativa de prever os modos como esta organização da informação ia ser explorada pelos utilizadores.

Os hiperdocumentos incluíam, para além do texto, diversos tipos de imagens (mapas, fotografias e desenhos gráficos). A introdução de imagens teve como objectivo, na maioria dos casos, ilustrar e explicar conceitos geológicos.

## 5. Análise dos dados e resultados da aplicação dos dois hiperdocumentos (A e B)

Neste ponto, analisam-se os dados obtidos através da aplicação dos instrumentos de investigação seleccionados (questionário, mapas de conceitos e grelhas de observação). Devido à sua extensão apenas apresentamos os dados resultantes da aplicação de uma parte do questionário.

### 5.1 Questionário

Na primeira pergunta da parte II do questionário, os alunos foram colocados perante uma série de conceitos e foi-lhes solicitado que os agrupassem nas seguintes categorias ontológicas: materiais, processos e métodos. Foi igualmente solicitado aos alunos que justificassem as classificações a que procederam. A partir das respostas dadas pelos 31 elementos da amostra, elaborámos os quadros II, III e IV, que mostram, respectivamente, os diversos conceitos agrupados nas três categorias ontológicas pré-estabelecidas na investigação, pelos alunos que exploraram o hiperdocumento A e pelos que exploraram o hiperdocumento B.

a) Categoria ontológica – materiais

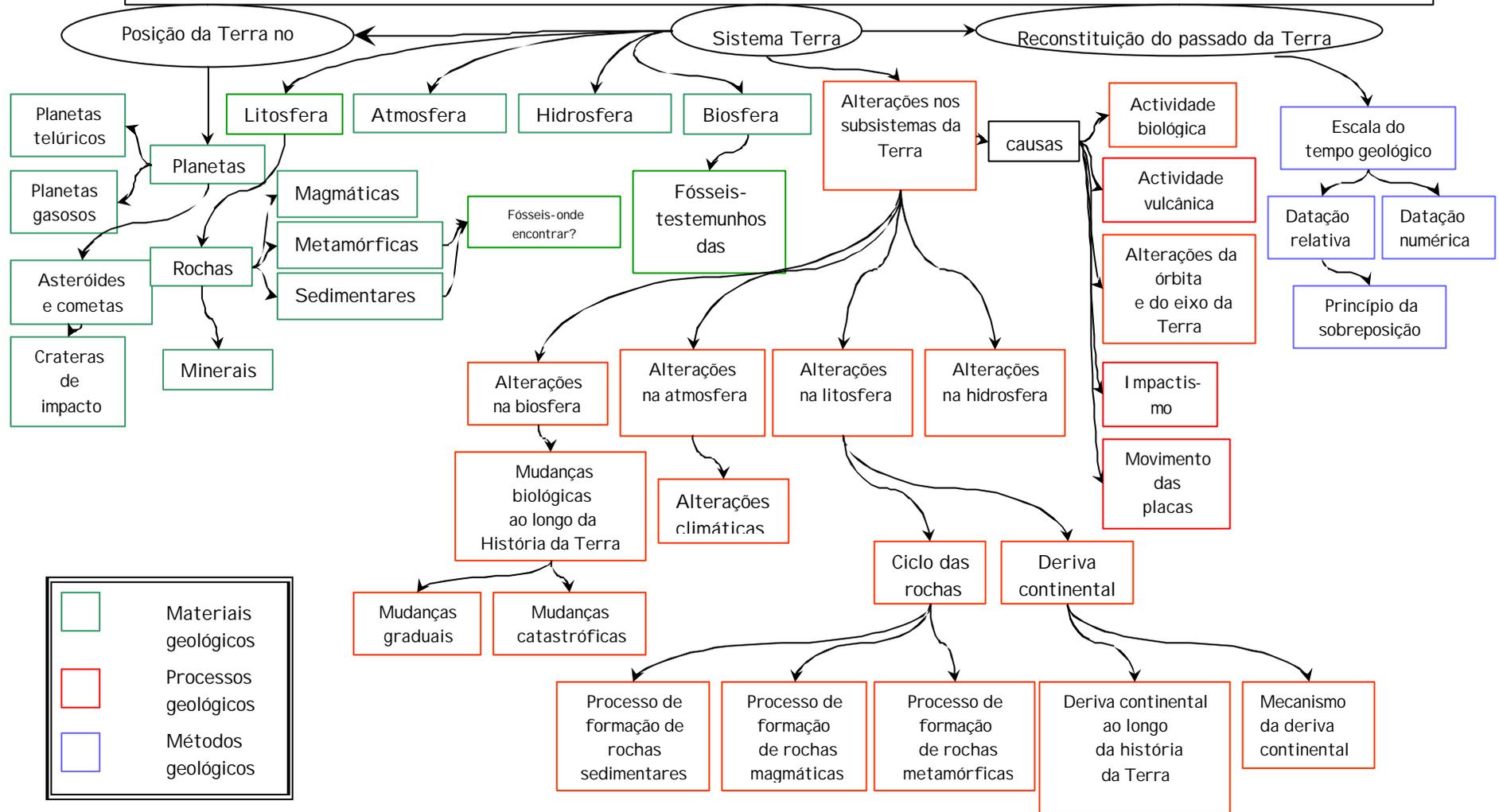
**Quadro II – Classificação de conceitos efectuada pelos alunos que exploraram os hiperdocumentos A e B na categoria materiais (nº de alunos/conceitos).**

Conceitos									
Hiperdocumentos	Rocha metamórfica	Datação numérica	Mineral	Actividade vulcânica	Impacto de meteoritos	Princípio da sobreposição	Movimento das placas litosféricas	Ilhas vulcânicas	Magma
A	10	-	13	2	3	1	2	6	11
B	11	1	13	-	-	1	-	-	11

**Fig. 1- Estrutura do hiperdocumento A**

**Problema inicial: Porque se extinguiram os dinossauros?**

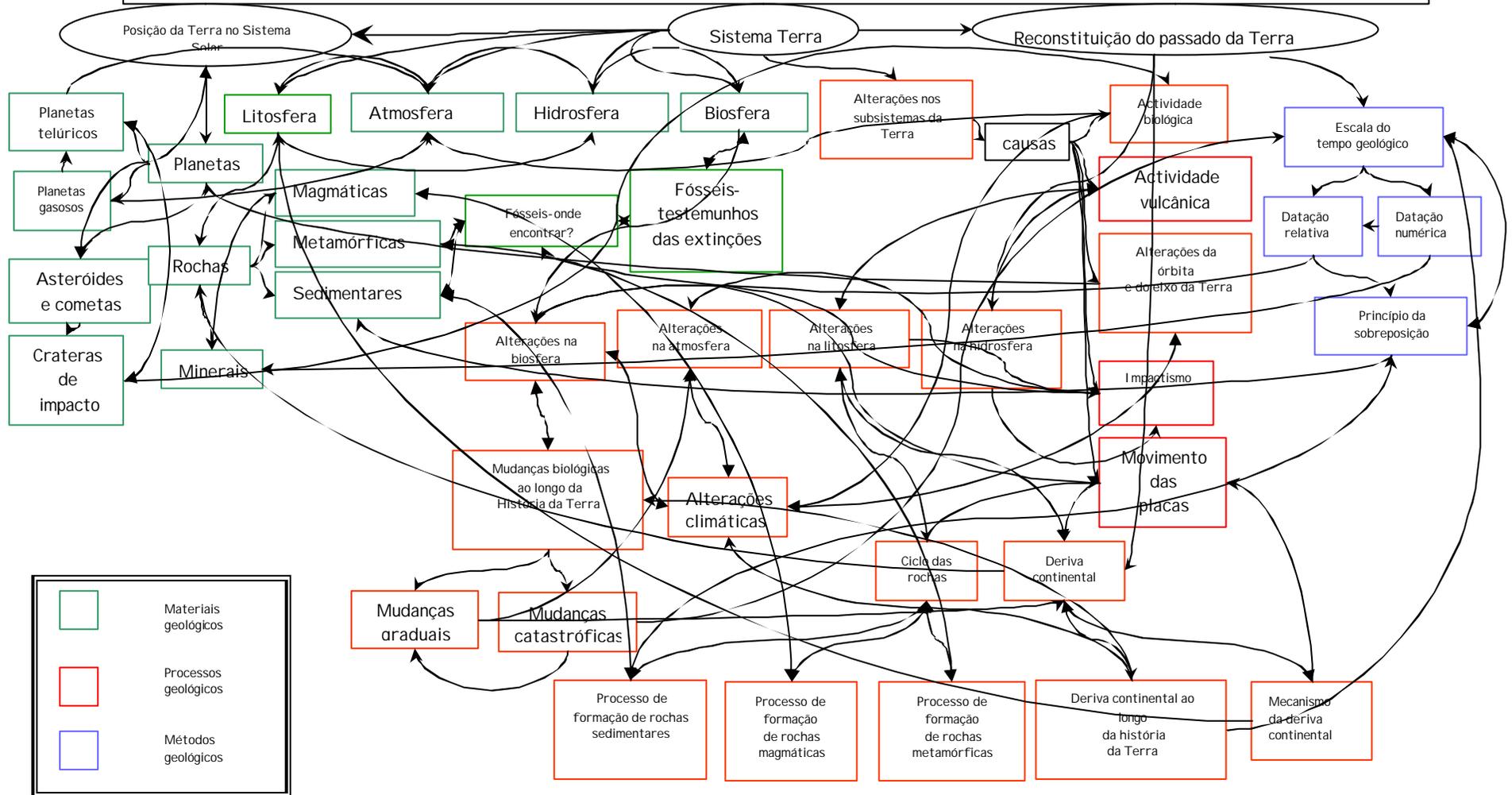
Ao longo da história da Terra, aconteceram repetidamente extinções de muitas espécies biológicas- **EXTINÇÕES MACIÇAS**. A mais divulgada, apesar de não ter sido a maior, foi a que atingiu, além de outras espécies, os **Dinossauros**, seres que possuíam dimensões variadas e que habitavam todas as latitudes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



**Fig. 2 - Estrutura do hiperdocumento 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..



Dos 14 alunos que trabalharam com o hiperdocumento A, apenas 4 justificaram as suas opções, enquanto dos 17 alunos que trabalharam com o hiperdocumento B, 12 fundamentaram as suas escolhas. Analisando, com detalhe, os registos obtidos, e comparando as suas respostas com a resposta considerada cientificamente correcta, podemos inferir que, no conjunto (totalidade da amostra):

- não houve dificuldade na classificação dos conceitos *mineral* e *magma*; quase todos os alunos os classificaram como materiais;
- relativamente ao conceito rocha *metamórfica*, a facilidade de classificação já não foi tão evidente como nos conceitos anteriormente referidos; um maior número de alunos não o integrou na categoria material;
- quanto ao conceito *ilhas vulcânicas* a dificuldade de classificação como material foi evidente; foram poucos os alunos que o fizeram.

Uma das explicações possíveis para a relativa facilidade de classificação dos conceitos *mineral* e *magma*, como materiais geológicos, relativamente aos outros dois conceitos, *rocha metamórfica* e *ilhas vulcânicas*, poderá ser o maior grau de familiaridade que os alunos têm com os dois primeiros conceitos. O facto destes dois últimos conceitos serem expressos por mais que uma palavra pode também dificultar a sua categorização. Ainda no que diz respeito ao conceito *ilhas vulcânicas*, a dificuldade de classificá-lo como material pode ainda estar relacionada com a dimensão do objecto em causa, comparativamente com os materiais mais comuns para os alunos (ex: mineral).

Relativamente aos resultados de cada grupo de alunos, podemos considerar que no grupo que explorou o hiperdocumento A, não se registou, em geral, dificuldade na classificação dos diferentes conceitos. Porém, é 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*. Este tipo de resultado está de acordo com o referido por Chi *et al.* (1994). Os alunos tiveram tendência a categorizar processos (neste caso, também métodos) como materiais, nas aprendizagens introdutórias, dificultando aprendizagens mais avançadas que exigem mudanças conceptuais que impliquem mudança de categoria ontológica.

Quanto ao grupo de alunos que explorou o hiperdocumento B, de um modo geral, também não se registaram dificuldades na classificação dos vários conceitos, à excepção do conceito *ilhas vulcânicas*, que não foi classificado como material por nenhum aluno. O *princípio da sobreposição* e a *datação numérica* são referenciados como materiais apenas por dois alunos.

Quando questionados sobre o significado da inclusão de alguns conceitos na categoria ontológica materiais, a maior parte dos alunos, que responderam, justificaram-no com base na composição e/ou estado físico ou, ainda, pelo facto de serem produtos de processos geológicos. Quanto aos alunos que exploraram o hiperdocumento 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, porque o estado físico ou a composição são considerados atributos do conceito mineral, estando-lhe subjacente. Em relação ao grupo que explorou o hiperdocumento B, a maioria apresentou uma justificação, sendo que, 3 alunos definem material através da sua composição química e/ou estado físico, enquanto 7 definem material como resultante de um processo geológico. Os 7 alunos que relacionaram os materiais com os processos que os originaram poderão ter desenvolvido uma aprendizagem significativa combinatória, ao estabelecer relações entre diversos conceitos. Quando se compreende que um material resultou da actuação de um determinado processo, é desenvolvida uma aprendizagem decorrente da combinação de vários conceitos, neste caso, dentro das categorias ontológicas materiais e processos.

O hiperdocumento B pode ter facilitado as aprendizagens significativas combinatórias pelo facto de apresentar ligações entre materiais (por exemplo, rochas) e os seus respectivos processos de formação (por exemplo, processos de formação de rochas), ao contrário do hiperdocumento A.

#### b) Categoria ontológica - processos

A partir das respostas dadas pelos 31 elementos da amostra, elaborámos o quadro III, que mostra os conceitos categorizados como processos geológicos, respectivamente, pelos alunos que exploraram o hiperdocumento A e pelos alunos que exploraram o hiperdocumento B.

**Quadro III – Classificação de conceitos efectuada pelos alunos que exploraram os hiperdocumentos A e B na categoria processos (nº de alunos/conceitos).**

Hiperdocu- mentos	Conceitos								
	Rocha metamórfica	Datação numérica	Mineral	Actividade vulcânica	Impacto de meteoritos	Princípio da sobreposição	Movimento das placas litosféricas	Ilhas vulcânicas	Magma
A	2	4	-	8	8	2	10	2	2
B	6	3	1	15	11	5	13	12	4

Apenas 4 dos alunos que trabalharam com o hiperdocumento A justificaram as suas opções, enquanto 12 dos alunos que trabalharam com o hiperdocumento B fundamentaram as suas escolhas. A análise do quadro III, permite-nos 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*;
- alguns dos alunos classificaram outros conceitos como processos, verificando-se uma maior incidência nos conceitos de *rocha metamórfica* e *ilhas vulcânicas*;
- para além dos já referidos, são ainda categorizados como processos com menor incidência outros conceitos, como é o caso de *datação numérica*, *princípio da sobreposição* e *magma*;
- grande parte dos alunos não justifica a integração que fez de alguns conceitos nesta categoria.

A 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). Neste caso, os alunos tiveram tendência a classificar métodos como processos, ou seja, classificaram conceitos mais abstractos numa categoria de conceitos de menor nível de abstracção.

Quanto à justificação das opções assumidas, como já referimos, grande parte dos alunos não responderam. Entre os que o fizeram, mais de metade consideram que os processos são transformações que ocorrem ao longo do tempo, enquanto que alguns alunos não conseguem produzir uma resposta lógica, ou confundem claramente processos com materiais.

Uma análise separada dos dois grupos de alunos revela que o grupo que trabalhou com o hiperdocumento A apresentou uma maior dificuldade em justificar as suas opções. Parece-nos que, em parte, se pode associar, esta dificuldade à estrutura do hiperdocumento A, sem perder contudo de vista muitas outras variáveis que podem ter interferido no processo de categorização.

Uma análise mais detalhada revela-nos que os alunos que não justificaram as suas classificações nesta categoria (processos) à outra categoria (materiais), pelo que, consideramos que a dificuldade sentida não se encontra apenas relacionada com o conceito a definir (material ou processo).

Para definir material e processo, a partir da exploração de qualquer dos dois hiperdocumentos, 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 na justificação das categorizações efectuadas visto não termos identificado previamente os seus conhecimentos.

Relativamente aos alunos que exploraram o hiperdocumento 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 o *magma* (dados já interpretados) verificou-se alguma dispersão quanto a outros dois conceitos: *rocha metamórfica* – 6 alunos classificam-na como processo; *ilhas vulcânicas* - a maioria dos alunos categoriza-as como processos.

No que se respeita à justificação das categorizações, já referimos que a maioria dos alunos que explorou o hiperdocumento B fundamentou as suas escolhas, tal como aconteceu para a categoria materiais, o que revela que houve maior motivação, por parte destes alunos, para responder a este tipo de questões. Na maioria das suas respostas consideraram os processos como fenómenos ou acontecimentos que transformam ou modificam a paisagem e os materiais geológicos, ao longo do tempo. Aparentemente, apenas cinco dos alunos que exploraram o hiperdocumento B, não distinguem materiais de processos.

Em resumo, a maior parte dos estudantes que trabalharam o hiperdocumento B, demonstrou facilidade em explicar o que são processos, mas alguma dificuldade para precisar os atributos comuns. Parece-nos que estes alunos terão desenvolvido aprendizagens significativas combinatórias.

#### c) Categoria ontológica - métodos

A partir das respostas dadas pelos 31 elementos da amostra, elaborámos o quadro VI, que coloca em evidência os conceitos categorizados como métodos, respectivamente, pelos alunos que exploraram o documento A e pelos que exploraram o documento B.

#### **Quadro IV - Classificação de conceitos efectuada pelos alunos que exploraram os hiperdocumentos A e B na categoria métodos (nº de alunos/conceitos).**

Hiperdocu- mentos	Conceitos								
	Rocha metamórfica	Datação numérica	Mineral	Actividade vulcânica	Impacto de meteoritos	Princípio da sobreposição	Movimento das placas litosféricas	Ilhas vulcânicas	Magma
A	-	9	-	1	1	9	1	4	-
B	-	10	2	1	4	8	2	1	1

Dos 14 alunos que trabalharam com o hiperdocumento A, 6 justificaram as suas classificações, enquanto dos 17 alunos que trabalharam com o hiperdocumento B, 7 fundamentaram as suas escolhas. Pela análise do quadro IV, 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* e *impacto de meteoritos*, que alguns alunos também classificam como métodos;
- dois alunos ainda classificam *mineral* como método e outros dois, o *movimento das placas litosféricas* também como método.

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.

Relativamente ao grupo que explorou o hiperdocumento A, verificámos que:

- a maioria indica, como métodos, a *datação numérica* e o *princípio da sobreposição*;
- as *ilhas vulcânicas* são integradas por 4 dos alunos nos métodos.

Dos alunos que exploraram o hiperdocumento A e que justificaram as suas categorizações, apenas 3 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 com o número reduzido de métodos referidos nos documentos, relativamente ao número de materiais e processos.

Relativamente aos alunos que exploraram o hiperdocumento 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 nas respostas relativamente à norma geral no que diz respeito ao conceito *impacto de meteoritos*, integrado por 4 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 hiperdocumento B (*vide* figura 2). 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* tenha induzido ao estabelecimento desta associação.

Dos 5 alunos que desenvolvem uma argumentação lógica, apenas um dá uma definição de método como algo que possibilita o estudo de processos ou materiais, enquanto que os outros 4 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 hiperdocumento A e os que exploraram o hiperdocumento 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 próprio conceito método assim como, ao facto de, nos hiperdocumentos existirem poucos conceitos que se integrem nesta categoria ontológica.

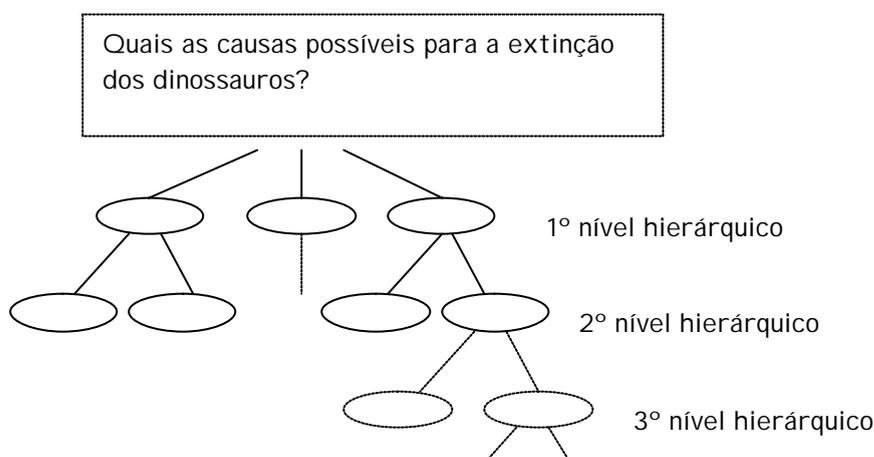
## 5.2 Análise dos mapas de conceitos

Novak (2000) propõe 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 seguinte questão: quais as causas possíveis para a extinção dos dinossauros?

A interpretação dos mapas de conceitos assentou numa análise prévia de conteúdo seguida de uma análise mais minuciosa de alguns casos considerados mais relevantes. Foram estabelecidos inicialmente alguns critérios de categorização que permitissem analisar e recolher dados significativos susceptíveis de posterior utilização. Devido à simplicidade dos mapas elaborados, e ao facto de apenas 3 alunos terem 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.

A primeira categoria permitiu recolher informação sobre as ideias que os alunos retiveram dos hiperdocumentos, relativamente ao problema colocado. Enquanto que o número de níveis hierárquicos presente nos mapas conceptuais fornece-nos informações sobre o grau de diferenciação que o aluno poderá ter atingido no tema em causa. Considerámos as causas apresentadas pelos alunos como o primeiro nível da hierarquia, de acordo com a figura 3 (conforme Novak & Gowin, 1996 e Novak, 2000).



**Figura 3** - Níveis hierárquicos de um mapa de conceitos de acordo com Novak & Gowin (1996) e Novak (2000).

A partir da combinação dos dois critérios estabelecidos, definimos quatro categorias a que juntámos uma quinta para contemplar os alunos que não elaboraram mapas de conceitos. Relativamente às causas, separámos os alunos que colocaram no primeiro nível hierárquico do mapa, um número de causas inferior a três, dos que consideraram um número de causas igual ou superior a três. Poderíamos ter utilizado outro critério, mas considerámos que os alunos que, pelo menos, reconhecem três causas, já compreenderam que o assunto é polémico e/ou que podem existir várias perspectivas e pontos de vista, ou ainda que pode não ter existido uma única causa para a extinção dos dinossauros. No que diz respeito aos níveis hierárquicos, como o hiperdocumento A apresenta três níveis hierárquicos, separámos os mapas em dois grupos: os que apresentavam um ou dois níveis de hierarquização e os que apresentavam um número de níveis igual ou superior a três, ou seja, cujos autores conseguiram realizar uma diferenciação progressiva igual ou superior à que o hiperdocumento A poderia induzir *a priori*.

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.

O quadro V revela a categorização dos mapas de conceitos, respectivamente, dos alunos que exploraram o hiperdocumento A e dos que exploraram o hiperdocumento B, assim como informação sobre o número de níveis hierárquicos atingido nos mapas.

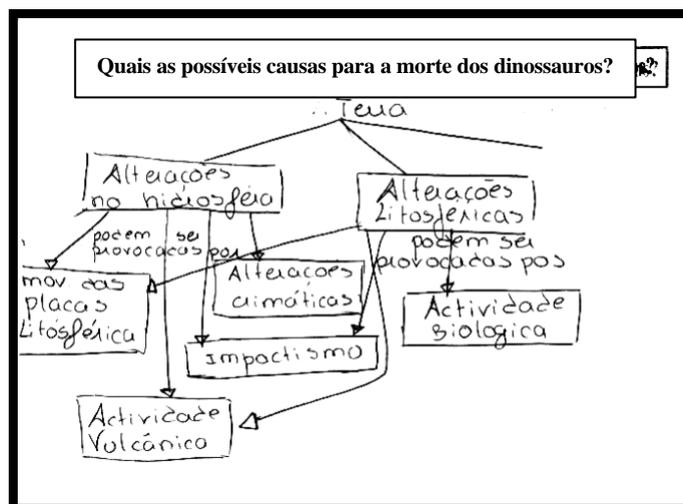
**Quadro V - Análise dos mapas de conceitos construídos pelos alunos que exploraram os hiperdocumentos A e B (nº de mapas/categoria; média do nível hierárquico atingido por hiperdocumento explorado).**

Hiperdocumento	Categorias					Média/nível hierárquico atingido
	A	B	C	D	E	
A	3	2	4	4	1	2,7
B	5	2	2	6	2	3,4

Pela análise do quadro V, verificámos que:

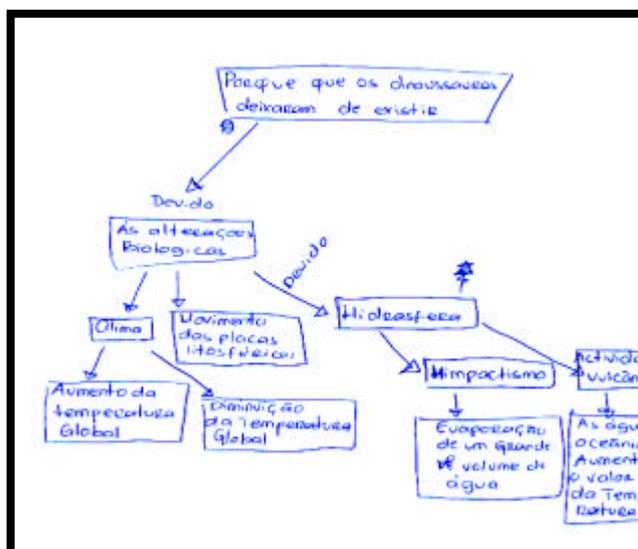
- a maioria dos alunos não apresentou dificuldade na construção dos mapas - apenas 3 alunos não os construíram;
- cerca de metade dos alunos (dezasseis em trinta e um), identificou mais de três causas (categorias C+D) como responsáveis para a extinção dos dinossauros;
- cerca de 14 alunos conseguiram construir mapas com um número de níveis hierárquicos, superior ao do hiperdocumento A (categorias B+D).

Estes resultados revelaram que a exploração de qualquer um dos hiperdocumentos, 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 8, 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 de que as causas para a extinção dos dinossauros se restringem a uma ou duas. É o caso da aluna Ab18 (figura 4), que pode igualmente não ter dispostado de tempo suficiente para acabar o seu mapa.



**Figura 4** - Mapa de conceitos da aluna Ab18, integrado na categoria A (duas causas - alterações na hidrosfera e alterações litosféricas - e dois níveis hierárquicos)

Na categoria B integrámos apenas 4 alunos que indicando uma ou duas causas, estabeleceram no seu mapa pelo menos três níveis hierárquicos (vide figura 5). Entre estes alunos dois exploraram o hiperdocumento A e outros dois, o hiperdocumento B.

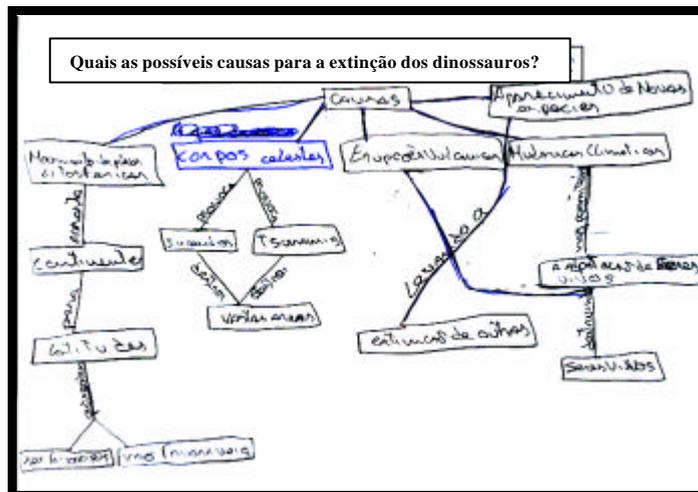


**Figura 5** - Mapa de conceitos da aluna Bb2, que considera como causa principal para a extinção dos dinossauros, as alterações biológicas, apresentando quatro níveis hierárquicos.

Foram 6 os alunos cujos mapas de conceitos integrámos na categoria C, sendo que 4 exploraram o hiperdocumento A e 2, o hiperdocumento 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. É o caso do aluno Ba3 cujo mapa pode ser observado na figura 6.



maior diferenciação progressiva dos conceitos que os que exploraram o hiperdocumento A, pelo facto de os primeiros terem estabelecido mais relações hierárquicas entre os conceitos. Como exemplo, observe-se o mapa do aluno Ab17 (fig. 8) que denota alguma diferenciação da sua estrutura cognitiva que, muito provável, terá sido acompanhada de reconciliação integradora.



**Figura 8** - O aluno Ab17 ao estabelecer no seu mapa quatro níveis de hierarquização e relações que parecem significativas.

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, do modo como o indivíduo readquiriu 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).

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 hiperdocumento 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 hiperdocumento A, contudo este tipo de indícios carece 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 existirem indícios, através da análise das respostas ao questionário e dos mapas de conceitos, elaborados pelos elementos da amostra que o hiperdocumento B, em rede, possa favorecer este tipo de aprendizagem.

### 5.3 Grelhas de observação

A análise das grelhas de observação permitiu confirmar 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 e preferência pela transcrição simples de informação.

Em geral, face à tarefa solicitada, não houve grandes diferenças entre as atitudes dos alunos, observadas em sala de aula, que exploraram o hiperdocumento A e dos alunos que exploraram o hiperdocumento B.

### **Considerações finais**

Consideramos que os resultados obtidos na nossa investigação sugerem a existência de relações entre o tipo de organização hipertextual do conhecimento, neste caso concreto, no domínio das Ciências da Terra, e o tipo de aprendizagens que os alunos realizam.

Relativamente à estrutura de organização hipertextual hierárquica (hiperdocumento A) os resultados obtidos a partir da recolha de dados efectuada através dos três instrumentos de investigação, revelam existir uma tendência para que estes facilitem:

- a recolha de informação e evitem a desorientação;
- a classificação de conceitos;
- 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.

E para que dificultem:

- os raciocínios de tipo explicativo que obriguem a relacionar diversos conceitos pertencentes a ramos/categorias ontológicas diferentes.

Quanto ao hiperdocumento em rede (B) consideramos que este tende a facilitar:

- as aprendizagens significativas combinatórias ao favorecer as relações entre conceitos de hierarquias diferentes;
- a flexibilidade cognitiva.

E a dificultar:

- a recolha de informação muito pontual e muito dirigida, pela maior complexidade dos percursos;

Em síntese, a estrutura hierárquica hipertextual parece favorecer as aprendizagens significativas subordinadas e superordenadas associadas a raciocínios do tipo descritivo e classificativo. Enquanto a estrutura hipertextual em rede, ao favorecer a flexibilidade cognitiva, pode também estimular a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora promovendo, eventualmente, as aprendizagens significativas subordinadas e superordenadas, assim como as combinatórias mas, neste caso, associadas a raciocínios de tipo interpretativo e explicativo.

Consideramos que a confirmarem-se as tendências que detectamos no nosso estudo poderão servir de orientação à construção de hiperdocumentos, adequando-os aos objectivos que se pretendam atingir, em termos de aprendizagens. Contudo, será necessário desenvolver novas investigações para proceder à testagem destas hipóteses, que contemplem uma fase prévia de identificação dos conceitos dos alunos e utilizem um programa informático com menos limitações do que o *Power Point 97*, que permita a reconstrução e posterior análise do percurso de exploração efectuada pelos alunos. Por sua vez, a construção dos hiperdocumentos e do próprio guião de

exploração (questionário) deverá resultar do trabalho de uma equipa de investigadores que contemple várias valências, para se obviarem problemas que poderão influenciar os resultados da pesquisa.

## Referências

- ALLAL, L. & CRAHAY, M.(1997). *Hypertexte et apprentissage*.  
<http://tecfa.unige.ch/staf/staf9698/frei/HyperTexte/trav2Grob.htm>. (31 de Julho 1999)
- ALMEIDA D'ÊÇA, T. (1998). *NetAprendizagem*. Porto: Porto Editora.
- AUSUBEL, D., NOVAK, J. & HANESIAN, H. (1980). *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana.
- BENCOMO, S. (1992). Qué son los multimedia? *Revista de Educación a Distancia*, 4, 71-79.
- BODGAN, R. & BIKLEN, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora.
- BONNEAU, P. (1997). Travail 1: Hypertexte sur l'hipertexte.  
[http://www.oricom.ca/bono/index\\_pages/ulaval/ulaval\\_pages/tem\\_64448/T1/t1.html](http://www.oricom.ca/bono/index_pages/ulaval/ulaval_pages/tem_64448/T1/t1.html). (31 Julho 1999)
- CARMO, H. & FERREIRA, M. (1998). *Metodologia da Investigação: Guia para Auto-aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta.
- CARVALHO, A. & DIAS, P. (1995). A teoria da flexibilidade cognitiva na estruturação de documentos hipermedia.  
[http://www.iep.uminho.pt/aac/frmain5\\_6.htm](http://www.iep.uminho.pt/aac/frmain5_6.htm). (7 de 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.
- GOMES, M.J. (1996). Algumas reflexões em torno da fundamentação da utilização educativa de sistemas hipermedia. *Revista Portuguesa de Educação*, 9 (2), 43-59.
- JONASSEN, D. (1991). Evaluating Constructivistic Learning. *Educational Technology*, 9, 28-33.
- JONASSEN, D., MAYES, T. e MCALEESE, R. (1994). A Manifesto for a Construtivist Approach to Technology in Higher Education.  
<http://www.icbl.hw.ac.uk/ctl/msc/ceejw1/paper11.html>. (21 Outubro 1999)
- MOREIRA, M.A. (1998). Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. In Actas do II Congresso sobre Aprendizagem Significativa (p. 19-43). Burgos: Universidad de Burgos.
- MOREIRA, M.A. e BUCHWEITZ, B. (1993). *Novas estratégias de ensino-aprendizagem: os mapas conceptuais e o vê epistemológico*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- 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. e GOWIN, D. (1996). *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

- OLIVEIRA, M. (1996). *Bases orientadoras para a concepção e realização de aplicações hipermídia para o ensino-aprendizagem*. Dissertação de mestrado (não publicada). Lisboa: Universidade Aberta.
- OLIVEIRA, T. (1999). As novas tecnologias de informação e o desenvolvimento de competências cognitivas. In CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (Eds.), *A Sociedade de Informação na Escola*, (119-128). Lisboa: Ministério da Educação.
- PERRAULT, P. (1997<sup>a</sup>). Concepts.  
<http://www.uqtr.quebec.ca/~perrault/RECHER/HYPER/CONCEPT.htm>. (23 Setembro 1999)
- PRAIA, J.F. (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* (157-168). Lisboa: Ministério da educação.
- SOUSA, A. (1996). O mapa de navegação como instrumento de auxílio à exploração de ambientes hipermídia. Dissertação de Mestrado em Educação na especialidade de Tecnologia Educativa (não publicada). Braga: Universidade do Minho.
- SPIRO, R., FELTOVICH, P., JACOBSON, M. e COULSON, R. (1991). Cognitive Flexibility, Constructivism, and Hypertext: Random Access Instruction Advanced Knowledge Acquisition in Ill-Structured Domains. *Educational Technology*, 5, 24-33.

Recebido em: 10.06.2002

Aceito em: 18.02.2003