

# CONTRIBUIÇÕES DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA PARA OS PROCESSOS DE DESENHO CURRICULAR

*Filomena Amador*

*Departamento de Ciências e Tecnologia. Universidade Aberta.*

## 1. INTRODUÇÃO

A História da Ciência (HC) pode assumir, em contextos didácticos, entre as inúmeras funções já elencadas por diversos autores (Sequeira e Leite, 1988; Matthews, 1994; Cachapuz *et al.*, 2002; Amador, 2004; Marques e Praia, 2004), um papel relevante nos processos de desenho curricular. Os conhecimentos e a reflexão que a historiografia da ciência é capaz de fornecer e suscitar, podem apoiar os responsáveis pelos referidos processos na selecção, hierarquização e ordenação de conteúdos. No presente trabalho, analisa-se e discute-se, numa primeira fase, esta função didáctica para de seguida se apresentarem dois exemplos, retirados dos programas de Geologia do ensino secundário português, onde se colocam em evidência as contribuições da HC para o desenho curricular.

Defendemos que o conhecimento não deve ser apresentado dissociado do seu contexto histórico, sendo este último particularmente importante na atribuição do respectivo significado epistémico. Porém, não é nossa intenção seguir a via da epistemologia genética de Piaget, a qual se apoia por sua vez na psicogénese e na HC. O paralelismo que Piaget e Garcia (1987) pretenderam estabelecer entre a epistemologia histórico-crítica e a epistemologia genética, isto é, aceitando a existência de processos semelhantes na psicogénese e na HC, tem sido objecto de inúmeras críticas (Nardi, 1994). Contudo, julgamos que deve ser realçado, como aproximação didáctica potencialmente significativa, o facto de estes autores valorizarem o estudo das etapas sucessivas de desenvolvimento de um conceito, assim como a procura de uma interpretação para a evolução do referido conceito. Nesta linha argumentativa entendemos ainda ser de destacar o facto de Piaget e Garcia (*ibid.*) considerarem que “cada estádio ou período começa por uma reorganização daquilo que ele herda dos precedentes, do que deriva uma integração parcial até aos níveis superiores ...” (p. 23). É crucial atender a este aspecto durante as várias fases de desenho curricular, fornecendo a HC elementos importantes para a consecução deste objectivo.

Porém, não é razoável propor que os estudantes sigam todas as etapas evolutivas do conhecimento científico até chegarem à aprendizagem dos paradigmas aceites pela ciência no presente. Uma proposta deste tipo, se levada ao extremo, carece, a nosso ver, de realismo. Como refere Gagliardi (1988) “...o aluno actual vive, pensa, constrói os seus conhecimentos

em uma sociedade diferente da qual se produziram os conhecimentos que se devem reproduzir em sala de aula”. Mas a HC pode e deve funcionar como suporte de estratégias didáticas que façam evoluir o conhecimento dos estudantes, assim como deve permitir sustentar, em conjunto com outras abordagens, as tarefas de desenho curricular. Gagliardi (1986) também propõe que a partir da HC se identifiquem os conceitos estruturantes numa determinada área científica e que estes sirvam de base para a definição dos conteúdos de um novo curso.

A abordagem que seguimos neste trabalho está preferencialmente ancorada no quadro teórico dos processos de transposição didáctica (TD), conceptualizando-se os currículos escolares como respostas a problemas mais gerais e complexos, os quais correspondem à passagem de um determinado conteúdo científico para a respectiva versão didáctica desse mesmo conteúdo. Tomamos como hipótese de trabalho a possibilidade da análise da génese e da evolução de um determinado conceito, permitir fundamentar e legitimar a forma como deve ser introduzido nos currículos. O trabalho de Grosbois *et al.* (1992) constitui um bom exemplo da utilização deste tipo de abordagem, distinguindo os autores a “esfera da produção do conhecimento” da “esfera didáctica: *curriculum*”, para a qual a HC fornece um contributo.

Numa obra intitulada *Science Teaching – The Role of History and Philosophy of Science curricula*, Matthews (1994) elenca de uma forma que consideramos bastante exaustiva diversos aspectos que podem convergir para uma valorização, em termos curriculares, da historiografia da ciência: i) A HC facilita as aprendizagens de conceitos/modelos/teorias; ii) A introdução de uma perspectiva histórica permite estabelecer relações entre modelos representacionais individuais e conceitos/modelos/teorias científicas, nas suas diferentes fases de desenvolvimento; iii) Devido ao carácter universal da HC alguns dos seus episódios devem ser do conhecimento dos estudantes, mesmo daqueles que não prosseguem uma carreira científica; iv) A HC é necessária para a compreensão da natureza do conhecimento científico; v) A HC pode contribuir para matizar e desmistificar visões mais dogmáticas de ciência; vi) Através da análise de episódios históricos, que coloquem em evidência o contexto social em que a ciência se produz, é possível, por vezes, tornar o seu estudo menos abstracto, principalmente em fases introdutórias; vii) A HC fornece um quadro integrador que permite colocar em destaque a interdependência das várias áreas de conhecimento.

Porém, a relação entre HC e Educação em Ciência (EC) tem sido objecto de algumas críticas, tanto por parte de historiadores, face ao uso didáctico da HC, como de alguns investigadores em EC e mesmo de professores que continuam a encarar com um certo ceticismo a possibilidade de HC fornecer contributos significativos para o ensino (Amador, 2003). Uma das acusações mais frequentes, formuladas pelos historiadores, tem como base a simplificação e a distorção a que a HC é sujeita com frequência no domínio da educação (Lombardi, 1997). Klein (1972, cit. em Matthews, 1995) afirma que em cursos de ciências apenas seria possível ensinar uma pseudo-história, enquanto Whitaker (1979) se refere mesmo a uma quasi-história onde está implícita uma deturpação intencional da história. Por outro lado, uma leitura possível da obra de Kuhn (1990), *The Structure of Scientific Revolutions* também indicaria que a HC poderia contribuir para abalar as convicções científicas necessárias à conclusão de uma formação na área das ciências.

Nos últimos anos, tem-se assistido ao emergir de novas perspectivas, aspecto que se tem traduzido no aparecimento de linhas investigativas, fundadas na possibilidade de uma perspectiva histórica permitir estabelecer relações entre modelos representacionais individuais e conceitos/modelos/teorias científicas, nas suas diferentes fases de desenvolvimento. Também do ponto de vista da HC se tem vindo a assistir ao surgir de abordagens que procuram estabelecer uma relação entre esta área do conhecimento e as ciências cognitivas, a qual se tem traduzido em investigações centradas na análise detalhada dos modos de pensar/argumentar dos naturalistas/cientistas. Acreditamos que esta convergência pode vir a constituir-se, no futuro, como uma via promissora para o desenvolvimento de uma relação mais profícua entre HC e EC (Amador, *no prelo*).

A nosso ver, é importante que se repensem os diferentes modos como a HC pode ser utilizada na EC, numa perspectiva em que se procurem privilegiar também as diversas tendências historiográficas. Assim, neste contexto, identificamos de seguida quatro possíveis vias de utilização da HC em processos de desenho curricular (Amador, 2004):

#### A- Nível da fundamentação epistemológica

- i) Identificar as principais operações mentais necessárias para a construção do conhecimento em determinadas domínios, isto é, o tipo de explicações científicas usadas, a sua caracterização e exemplificação.
- ii) Reconhecer e interpretar processos de evolução teórica no decurso da história, tipificando e exemplificando diversas situações.
- iii) Permitir contextualizar a produção do conhecimento científico e deste modo não só humanizá-lo, como também chamar a atenção para os inúmeros aspectos sócio-económicos, políticos, religiosos, etc., que influenciam a prática científica.
- iv) Diferenciar explicações científicas (ciência) de explicações não científicas (pseudo-ciência).

#### B – Nível mais directo da prática docente, dependente, porém, do nível A.

- i) Construir materiais e estratégias didácticas, suportados no conhecimento da evolução sincrónica e diacrónica de teorias e da influência que nesta evolução podem desempenhar os factores sociais. Consideramos como particularmente significativos os seguintes processos: contrastar ideias, relatar (contar) histórias, recriar instrumentos e experiências, reconstruir

redes e contextos sociais, associados à produção e divulgação do conhecimento científico (*Amador, no prelo*).

ii) Organizar e desenhar currículos científicos.

iii) Ajudar a identificar concepções alternativas, presentes nos alunos, que podem ser pontos de ancoragem para novas aprendizagens ou obstáculos à aprendizagem.

C – Nível meta-teórico, externo ao âmbito da didáctica específica, mas com influência no nível B.

i) Contribuir para a construção da consciência de pertença a um determinado grupo, país ou cultura, por exemplo, a criação de uma consciência de cidadão europeu.

ii) Valorizar o papel da ciência nas sociedades modernas.

Mas seja qual for a via que se pretenda seguir é importante ter presente não só a própria evolução da historiografia da ciência, como também as perspectivas distintas com que no presente ela continua a ser encarada, pese embora o facto de com frequência se pretender transmitir a ideia de existir apenas um paradigma dominante. O professor que se socorre de uma fonte histórica deve estar consciente de que esta abrange, na actualidade, uma grande variedade de estudos e de investigações, desde trabalhos biográficos até análises teóricas que pretendem interpretar as relações entre teorias científicas contemporâneas e/ou a evolução temporal dessas teorias (*Amador e Contenças, 2001*).

## **2. A FILOSOFIA E A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NOS CURRÍCULOS ESCOLARES**

A aquisição de conhecimentos e de competências numa determinada área científica deverá implicar não só o domínio de um conjunto alargado de conceitos, de modelos e de teorias, como também a compreensão da evolução histórica das referidas ideias. Praticamente todas as orientações internacionais convergem neste aspecto, os estudantes devem aprender não apenas ciência, como também devem compreender a natureza do conhecimento científico.

À HC, de modo idêntico ao da Filosofia da Ciência (FC), também deve corresponder uma reflexão sobre o modo como a ciência foi produzida, o que conduz a que se procurem respostas para questões como: Que elementos distinguem a ciência de outros tipos de conhecimento? Que condições influenciaram, em cada época, a forma como os naturalistas/cientistas

investigaram a natureza? Que modelos evolutivos de ciência podem ser suportados em dados históricos? Que momentos podem ser considerados significativos em termos de evolução do conhecimento científico? (Chalmers, 1982; Losee, 1991)

De acordo com Kragh (2001) podemos contrapor uma “*História da Ciência*” a uma “*História da Ciência*”, em função da ênfase colocada nos conteúdos científicos ou no enquadramento histórico e social. Esta distinção poderá ter origem nas designadas correntes internalistas e externalistas que surgiram a partir dos anos trinta do século passado, que por sua vez reflectiam uma antiga contraposição entre epistemólogos e historiadores (Mikulinsky, 1989). Para esta aparente separação entre as duas correntes também terá contribuído a distinção, oriunda de filósofos da ciência como Karl Popper e Rudolf Carnap, influenciados por sua vez por Hans Reichenbach, entre contextos de justificação e de descoberta. O primeiro seria do domínio da própria FC e de uma HC “internalista” e o segundo ficaria reservado para a HC mais “externalista”. Este debate, que no presente se considera superado, foi por vezes bastante intenso.

Autores como McComas *et al.* (1998) sugerem a substituição, no contexto da EC, da expressão “*História e Filosofia da Ciência*” (HFC) por “*Natureza da Ciência*” (*Nature of Science - NOS*), considerando que esta última é possuidora de uma maior abrangência, ao cruzar conhecimentos e perspectivas oriundas de domínios como a história, a sociologia, a filosofia, a que se juntam contribuições das ciências cognitivas. Esta aproximação, a nosso ver, encontra-se excessivamente influenciada por abordagens sociológicas, colocando praticamente em segundo plano a própria ciência. Por esse motivo, utilizaremos neste trabalho a designação de HFC (*História e Filosofia da Ciência*), sempre que julgarmos conveniente. Importa, porém, destacar que as propostas de integração da HFC, tanto no ensino das ciências, como em programas de formação de professores, têm vindo a adoptar na última década abordagens “contextualistas”.

Se a HFC pode ser encarada como uma ferramenta que permite estudar processos de construção/reconstrução dos modelos mentais dos estudantes sobre o mundo físico, capaz de fomentar estratégias de ensino, suportadas numa perspectiva histórico-cognitiva, a inversa poderá ser igualmente válida, como sugerem Nersessian (1992) e Palmieiri (2003) ao destacarem a importância do conhecimento das representações mentais dos jovens, para os historiadores e filósofos da ciência.

### **3. A HISTÓRIA DA CIÊNCIA COMO ELEMENTO ORIENTADOR DOS PROCESSOS DE DESENHO CURRICULAR**

A selecção dos conteúdos programáticos deve estar baseada num conjunto de critérios de diversa ordem, os quais devem ser ordenados no *curriculum*, tendo-se presente que a passagem de um objecto do saber para um objecto de ensino não corresponde a uma mera operação de simplificação de conhecimentos complexos (Chevallard & Joshua, 1991). Este processo de

transposição didáctica ao exigir que os referidos conhecimentos se reorganizem de uma outra forma obriga a repensar uma série de aspectos de natureza epistemológica e pedagógica. Ensinar um determinado assunto exige que se pense previamente no modo como o tema vai ser apresentado aos estudantes, de forma a construir-se um corpo de discurso articulado sobre o mesmo.

O modelo de transposição didáctica (TD) foi proposto inicialmente pelo sociólogo Verret (1975) e depois desenvolvido por Chevellard (1985), que analisou, no domínio da Matemática, a passagem do “conhecimento científico” de referência, para o “conhecimento a ensinar” e deste para o “conhecimento ensinado”. Este modelo foi numa segunda fase aplicado a outras áreas disciplinares em duas vertentes: a transposição didáctica externa, centrada nos processos de selecção dos conteúdos curriculares a partir do conhecimento científico de referência, assim como numa vertente de transposição didáctica interna que se preocupa com a forma como os referidos conteúdos são usados em contextos de aprendizagem formais e não formais. Clément (2006) propôs o modelo KVP (conhecimento científico/valores/práticas sociais), considerando ainda que a TD não é um processo linear, antes pelo contrário pode implicar retroacções a diversos níveis (Carvalho & Clément, 2007). Neste estudo, interessa-nos em particular destacar o valor que no presente se atribui na investigação à dimensão histórica, que permite “a posteriori analisar a evolução dos conhecimentos científicos sob o ângulo das suas interacções com práticas sociais e com os valores dominantes de cada época” (Clément, 2004).

As primeiras referências à utilização da HC em contextos didácticos surgiram no início do século XX, com particular destaque para as contribuições de John Dewey (1859-1952) e James Conant (1893-1978). Mas foi a partir da II Grande Guerra que se começaram a realizar algumas experiências de introdução da HC nos currículos universitários, embora seja importante referir que a tradição de apresentar o conhecimento através de uma breve introdução histórica é anterior a esta época. Conant, Presidente da *Universidade Harvard*, foi um dos primeiros defensores da importância do ensino da HC, não só para futuros cientistas como também para os que frequentavam cursos humanísticos. O sucesso da aplicação da obra de Conant (*Harvard Case Histories*) teve impacto no pensamento de autores como Kuhn (2002), que no prefácio de *The Copernican Revolution* admite a influência que sobre ele exerceu o ideário de Conant. Também Bernard Cohen (1914-2003), que trabalhou com Conant e que em conjunto publicou *On Understanding Science: An Historical Approach* (1947), segue a mesma linha de pensamento, defendendo que a historiografia da ciência é necessária para a compreensão da ciência. De igual modo na *Universidade de Harvard*, Gerald Holton (1922-), foi um dos precursores da utilização da História da Ciência no ensino, destacando-se como um dos directores do *Harvard Project Physics*. Holton considera o conhecimento da evolução dos conceitos e do contexto de justificação, fundamental no domínio do ensino da ciência (Holton, 1991).

Por outro lado, a nível do ensino secundário foi o advento dos grandes projectos curriculares da década de sessenta do século passado, que impulsionou a relação entre HC e EC. Autores como Klopfer, Rutherford, Holton e Schwab escreveram obras seminais nesta área que se traduziram em cerca de quinze anos de intenso trabalho, marcados por vários encontros

internacionais. Porém, como referem McComas *et al.* (1998a) poucas mudanças ocorreram, sendo esta uma linha de investigação, em EC, cujos desenvolvimentos não têm sido significativos nos últimos anos. Os *standards* definidos em vários países revelam uma série de concordâncias de pontos de vista (McComas, 1998b), mas a *praxis* não é consistente com este tipo de orientações curriculares.

O conceito de desenho curricular tem tradução num produto visível, os programas escolares, documentos onde de uma forma estruturada se explicitam uma série de concepções pedagógicas e de orientações didáticas (Escudero *et al.*, 1997). Podemos considerar este conceito como parte de um outro mais amplo de desenvolvimento curricular que Gimeno (1988, p. 350) define como um “processo de elaboração, construção, e concreção progressiva do *curriculum*, função realizada de forma peculiar em cada sistema educativo, enquanto que o desenho se refere à forma ou esquema de racionalização que deliberadamente se utiliza no dito processo ou em fases diferenciadas do mesmo”.

#### **4. OS CURRÍCULOS DE ENSINO SECUNDÁRIO PORTUGUESES DE GEOLOGIA - ANÁLISE DE DOIS EXEMPLOS**

Nos programas de Geologia do ensino secundário advoga-se de forma explícita que deve ser atribuído um “especial destaque à HC, em particular no suporte de estratégias de ensino baseadas em exemplos históricos. O conhecimento de antigas formas de pensar, obstaculizadoras, em determinados momentos, do desenvolvimento científico, associado à compreensão e valorização de episódios históricos que traduzem uma mudança conceptual, ajuda a identificar não só os conceitos estruturantes como pode, igualmente, ser uma ferramenta importante na sua superação”.

Por sua vez, reconhece-se que a investigação geológica se orienta essencialmente para dois tipos de objectivos: de natureza causal e de natureza evolutiva. Por um lado, a Geologia procura encontrar as leis que regem os processos geológicos, mas por outro lado, também, procura descrever a evolução do globo terrestre, desde a sua formação até ao presente. Os programas do 10º e do 11º anos correspondem, no essencial, ao primeiro destes objectivos. O programa do 12º ano, embora não descurando o primeiro tipo de metas, introduz perspectivas históricas, não só em termos do próprio conhecimento geológico como, também, atribui uma maior atenção ao desenvolvimento da Geologia como ciência, afirmando-se que não basta adquirir os conteúdos geológicos é também necessário compreender a sua formação e desenvolvimento. Avaliar teorias científicas, no sentido de interpretarmos as respectivas mudanças temporais, poderá ser uma via para reorientar o ensino da Geologia.

Uma perspectiva histórica ajudará os alunos a desenvolverem o sentido crítico e a criatividade, uma vez que os conhecimentos não são apresentados como entidades definitivas e terminadas, mas sim como entidades que vão sofrendo alterações. Além disso, é importante

que sejamos capazes de identificar as principais características do raciocínio científico. Só desse modo poderemos distinguir a ciência de outras formas de conhecimento.

Em termos mais específicos refere-se, no programa do 10º ano, que o desenho programático do primeiro tema resulta da identificação, com base na História da Geologia, de quatro conceitos estruturantes: i) A Terra, como sistema resultante da interação de vários subsistemas (geosfera, hidrosfera, atmosfera, biosfera); ii) As rochas como arquivos fornecedores de informações sobre o passado da Terra; iii) O tempo geológico é um tempo longo – a Terra tem uma idade aproximada de 4 600 milhões de anos; iv) A Terra é um planeta em constante mudança, tanto do ponto de vista biológico, como geológico. Os designados conceitos estruturantes, inseridos num modelo construtivista de ensino e de aprendizagem, correspondem a conceitos que podem transformar o sistema cognitivo dos alunos de tal maneira que lhes permita, de uma forma coerente, adquirirem novos conhecimentos, por construção de novos significados, ou modificar os anteriores, por reconstrução de significados antigos.

No programa de 10º ano de escolaridade são propostas diversas actividades com base na HC. Já no programa do 12º ano, para além desse tipo de função didáctica, também se inclui a própria HC nos temas programáticos. Assim, o primeiro tópico aborda um período relativamente recente da História da Geologia - a mudança da teoria da deriva dos continentes para a teoria da tectónica de placas, procurando chamar a atenção para os aspectos que condicionaram este processo evolutivo. Analisa-se ainda a dinâmica das placas litosféricas (teoria da tectónica de placas), procurando identificar os principais modelos que no presente suportam a teoria, sem contudo, deixar de chamar a atenção para o facto da investigação científica estar em constante progresso e que novos problemas surgem e novas respostas são dadas continuamente.

O trabalho de Chi *et al.* (1994) sobre mudança conceptual serviu de orientação para estabelecermos um conjunto de categorias ontológicas, “objectos com significado espaço/temporal”, “processos” e “métodos” (Quadro I), que por sua vez contribuíram para o processo de desenho curricular, cruzadas posteriormente com outros referenciais oriundos da ciência cognitiva (Giere, 1988; 1991). De acordo com Chi *et al.* (1994) existe a tendência, numa fase inicial ou introdutória, para os estudantes categorizarem os processos como materiais e apresentarem uma maior dificuldade em realizarem aprendizagens que envolvam mudanças de categoria ontológica, por isso a pertinência de, em processos de desenho curricular, se ter em consideração este tipo de distinções.



**Quadro I** - Categorias ontológicas definidas para os programas de Geologia do ensino secundário.

<b>Objectos com significado espaço/temporal</b>	<b>Processos</b>	<b>Métodos</b>
Estrato	Sedimentação	Observação (recolha de dados)
Placa litosférica	Geodinâmica interna	Experimentação (recolha de dados)
Fóssil	Geodinâmica externa	Inferência (formulação hipóteses)
Formas de relevo	Fossilização	Modelação
Minerais e rochas	Evolução	Prever (inferir a partir de modelo)
Magma e lava	Cristalização fraccionada	Testagem (validação de modelo)
Falhas e dobras	Metamorfismo	
	Vulcanismo	
	Deformação	

Nas últimas décadas, as ciências cognitivas, em particular o modelo cognitivo de ciência, no qual se atribui ênfase à construção, manipulação e retenção na memória de representações, isto é, ao conjunto de processos mentais envolvidos na produção do conhecimento científico (Giere, 1988; 1991), tem contribuído de forma significativa para a compreensão da evolução da ciência e do modo como esta é produzida. Giere (1991) considera ser possível diferenciar várias fases: 1 – Identificar os aspectos da realidade que são objecto de estudo; 2 – Identificar o modelo teórico utilizado para representar o mundo real; 3 – Identificar a informação recolhida através de observação e experimentação, do mundo real que está a ser objecto de investigação; 4 – Identificar as previsões baseadas no modelo, que indicam qual a informação que pode ser obtida caso o modelo seja o adequado; 5 – A informação obtida está de acordo com a previsão feita?; 6 – Há outros modelos que permitam fazer previsões semelhantes?

Procedemos a uma adaptação do esquema anterior com vista à definição da categoria “método”, considerando, para o efeito do processo de desenho curricular, ser necessário ter em consideração quatro etapas, as quais passamos a descrever.

Etapa 1 - Recolher dados do mundo real através de processos de observação e de experimentação

Esta etapa não pressupõe a assunção de um indutivismo ingénuo. Estamos de acordo com Popper (1988, 1990) sobre as limitações em se proceder a inferências, partindo de enunciados singulares, como a descrição de observações ou experiências, para a formulação de enunciados universais, sejam eles hipóteses ou teorias. Todos os modelos e teorias devem ser vistos como tendo carácter hipotético, sendo objecto de verificação ou falsificação empírica. Aliás, as concepções popperianas suportaram muitas das críticas que nas últimas décadas do século XX foram feitas, em contextos educativos, ao designado método científico, que incluiria uma sequência linear e temporal de processos, nomeadamente observação, formulação de hipóteses, experimentação e conclusões (Cachapuz *et al.*, 2002), ou na versão de Giordan (1978) um pseudo-método do qual fariam parte as seguintes fases: observação, hipótese, experimentação, resultados, interpretação e conclusão (OHERIC). Estas ideias encontram-se também associadas à concepção ingénuo de que a nossa mente é uma espécie de *tabula rasa* ou de cubo vazio que será preenchido com conhecimentos oriundos dos nossos órgãos sensoriais (Popper, 1988).

Etapa 2 - Partir do conhecimento do mundo real para a formulação de modelos explicativos

Quando os indivíduos são colocados perante um problema socorrem-se das suas representações internas, para desenvolverem previsões e soluções, sendo este o processo que está na base da produção do conhecimento científico. Com as devidas diferenças, a este nível de abordagem, é possível estabelecer também um paralelismo com a aprendizagem da ciência.

Não nos devemos esquecer que a ciência em última instância tem como objectivo dar resposta a questões do tipo “o que é?”, produzindo-se afirmações que relatam, por exemplo, onde se encontra determinada entidade, a sua composição, dimensão, etc., ou ainda se referida a processos, “quando” ou “como” se verificou, “qual” a intensidade, etc. E, por último, a questões do tipo “porquê?” em que se procura determinar as causas e as respectivas implicações.

De acordo com Salmon (cit. em Gonçalves, 2002) a explicação deve corresponder a um conteúdo cognitivo que forneça resposta a uma questão concreta (porque sucede de tal modo?) e que o faça em função do conhecimento científico que se possui da realidade. Isto significa que nem toda a pergunta formulada na forma de “porquê” deverá obrigatoriamente corresponder a uma explicação científica, pode ser apenas a procura de uma justificação de tipo causa-efeito ou de provas empíricas. Estas perspectivas correspondem a novas visões de encarar as explicações científicas, em que estas já não são vistas como um argumento, nem tão pouco como um mero enunciado, mas sim como uma resposta a um determinado tipo de perguntas.

A HC fornece contributos significativos para o conhecimento dos modelos que foram sendo sucessivamente desenvolvidos para explicar o mundo real, assim como para a compreensão do (s) motivo (s) pelo qual um determinado modelo foi substituído por outro.

### Etapa 3 - Desenvolver previsões com base em modelos

Partindo de um modelo conhecido é possível com base em raciocínios ou em cálculos desenvolver previsões. Este aspecto do processo de construção do conhecimento científico é importante do ponto de vista epistemológico, porque será com base na comparação dessas previsões com os dados obtidos do mundo real, que os cientistas irão compreender se o modelo é ou não adequado. Neste último caso, dará origem provavelmente à génese de um outro modelo. Para além deste aspecto, destaca-se ainda o facto de no presente, ciências como a Geologia serem essenciais para a área da prevenção e minimização de riscos naturais, com base exactamente na modelação.

### Etapa 4 - Comparar as previsões com os dados (testagem do modelo)

Nesta fase, importa contrastar os dados recolhidos do mundo real através de processos de observação e de experimentação, com as previsões que resultam dos modelos aplicados às situações em causa. Pode ser identificada uma discordância entre estes dois aspectos, que obrigará os cientistas a reformularem o modelo inicial, mas em caso afirmativo também deverão questionar-se sobre a possibilidade de os dados recolhidos não serem suficientes para confirmarem a aplicação do modelo à realidade.

Estas quatro etapas que acabamos de enunciar fazem parte de um esquema cíclico que pode ser aplicado à análise de episódios históricos, que envolvam a formulação de hipóteses teóricas (Giere, 1988; 1991). Nesta medida, podem também converter-se numa orientação para o desenho curricular.

De seguida analisam-se duas situações distintas. Na primeira, a HC foi incluída nos próprios conteúdos programáticos, para além de ser fonte de orientação para a estrutura e sequenciação dos conteúdos, enquanto que na segunda, a HC apenas tem esta última função.

a) Análise de um tema programático, desenhado com base na HC em que esta também é parte dos conteúdos a ensinar

O programa do 12º ano de Geologia, disciplina com carácter opcional no sistema de ensino português, encontra-se dividido em três temas. Neste artigo centramos a nossa atenção no tema 1 - “Da teoria da deriva dos continentes à teoria da tectónica de placas. A dinâmica da litosfera“. Neste tópico é tratado um período relativamente recente da História da Geologia, a passagem da teoria da deriva dos continentes para a teoria da tectónica de placas, procurando-se chamar a atenção para os aspectos que condicionaram esta evolução.

A teoria da deriva dos continentes, proposta por Alfred Wegener (1880-1930) no início do século XX, introduziu modelos interpretativos inovadores para a dinâmica do globo terrestre. Porém, apesar das evidências que a apoiavam existiam limitações que não foram ultrapassadas. Para além disso, importa ainda ter presente o contexto sociopolítico em que a referida teoria foi apresentada. Assim, só passados cerca de quarenta anos é que as concepções mobilistas, propostas por Wegener e por outros investigadores, foram finalmente aceites pela comunidade científica. No presente, a teoria da tectónica de placas corresponde ao paradigma dominante, enquadrando a investigação que se realiza no âmbito da Geologia.

O programa estabelece seis objectivos a serem atingidos com a leccionação deste tema, entre os quais destacamos os três primeiros: i) Reconhecer a importância das controvérsias e mudanças teóricas na construção do conhecimento geológico, na perspectiva de que a ciência não deve ser encarada como um acumular gradual e linear de conhecimentos; ii) Conhecer os principais argumentos que apoiavam a teoria da deriva dos continentes; iii) Identificar os factores de mudança/dificuldades, internos e externos, na passagem da teoria da deriva dos continentes para a teoria da tectónica de placas. No programa é sugerido aos professores que abordem o assunto a partir da seguinte situação-problema: “Serão as teorias científicas entidades que permanecem estáveis no tempo?”. Os alunos deverão ser conduzidos à análise dos problemas que “marcaram a evolução histórica da Geologia no último século, assim como a questões actuais, nomeadamente: a necessidade de investimento na investigação científica, os critérios de selecção das áreas a serem apoiadas, as polémicas entre escolas rivais, os avanços na técnicas de recolha de informação, etc.” (programa do 12º ano).

Relativamente às categorias anteriormente definidas, destacam-se dois conceitos-chave “placa litosférica” e “geodinâmica interna”, os quais se associam também a outros conceitos que constam da Quadro II, sendo na sua leccionação abordados os diversos métodos elencados já no Quadro I.

**Quadro II** - Categorias ontológicas definidas para o tema 1 do programa de 12º ano de Geologia.

<b>Objectos com significado espaço/temporal</b>	<b>Processos</b>	<b>Métodos</b>
<b>Placa litosférica</b>	<b>Geodinâmica interna</b>	<b>Observação (recolha de dados)</b>
		Experimentação (recolha de dados)
Minerais e rochas	Cristalização fraccionada	<b>Inferência (formulação hipóteses)</b>
		<b>Modelação</b>
Magma e lava		<b>Previsão (inferir a partir de modelo)</b>
Falhas e dobras	Metamorfismo	<b>Testagem (validação de modelo)</b>
	Vulcanismo	
	Deformação	

Estabeleceu-se, à partida, um conjunto de conceitos e de temas enquadráveis nas três categorias ontológicas anteriormente definidas (Quadro II), entre os quais destacamos o de “placa litosférica” e o de “geodinâmica interna”, associados a um conjunto alargado de métodos.

A HC permite aos alunos trabalharem aspectos relativos à testagem (validação de modelos). Para esse efeito, propõe-se que sejam contrastadas as explicações que eram fornecidas pelas teorias contraccionista e imobilista, com um conjunto de dados e evidências que se tornaram conhecidos a partir do início do século XX. O objectivo, em termos didácticos, é colocar os alunos perante discrepâncias que os levem a compreender como foram ultrapassados esses problemas.

De acordo com o modelo mobilista, desenvolvido por Wegener, os continentes seriam formados por materiais mais leves, que se teriam deslocado no decurso da história da Terra. Em apoio deste modelo Wegener contava com evidências positivas oriundas da: geodesia, geofísica, geologia, paleontologia e paleoclimatologia. Porém, este modelo foi sujeito a inúmeras críticas, suportadas em dados distintos ou numa interpretação diversa do seu significado, verificando-se contudo que a maior fragilidade era a ausência de um mecanismo credível que justificasse a movimentação horizontal das massas continentais.

Deste modo a HC permite colocar em destaque um episódio relativo ao aparecimento de uma nova teoria (deriva dos continentes), identificando as evidências positivas que a suportavam, o tipo de explicações que forneceu e as dificuldades com que se deparou. Neste último aspecto, estamos a referir não apenas limitações de natureza científica, como também de natureza social/política. Os métodos envolvidos no estudo deste tópico passam não só pela observação e recolha de dados, bem como pela inferência, com formulação de um modelo explicativo. Em termos históricos estamos a seguir uma sequência temporal, porém em termos de desenho curricular partimos de categorias mais complexas (testagem e validação de modelo) para categorias mais simples, como são as que anteriormente enunciámos.

b) Análise de um tema programático, desenhado com base na HC, mas em que esta não faz parte dos conteúdos a ensinar

A HC permite-nos compreender que um dos grandes obstáculos epistemológicos ao progresso da Geologia, até ao século XVIII, foi a escala de tempo utilizada para interpretar os fenómenos geológicos. A admissão de um tempo “cíclico”, isto é a possibilidade dos mesmos fenómenos se repetirem ao longo do tempo, assim como a aceitação de uma concepção de tempo linear (unidireccional), transmitida pelos textos sagrados judaico-cristãos, a qual correspondia também a uma cronologia curta, dificultou o progresso da Geologia. Só a partir da aceitação de uma escala cronológica longa foi possível começar a reconstruir uma história da Terra, baseada em dados empíricos. Esta informação é a nosso ver crucial para o desenho de um currículo de Geologia, uma vez que sabemos também as dificuldades que se colocam à compreensão de escalas de tempo longas, facto que se traduz com frequência na utilização, em termos didácticos, de analogias e de metáforas na sua representação.

**Quadro III** - Categorias ontológicas definidas para o tema 1 do programa de 10º ano da disciplina de “Biologia e Geologia”.

<b>Objectos com significado espaço/temporal</b>	<b>Processos</b>	<b>Métodos</b>
<b>Estrato</b>	<b>Sedimentação</b>	<b>Observação (recolha de dados)</b>
Placa litosférica	Geodinâmica interna	<b>Experimentação (recolha de dados)</b>
Fóssil	<b>Geodinâmica externa</b>	<b>Inferência (formulação hipóteses)</b>
Minerais e rochas	Fossilização	

Assim, os alunos necessitam de observar um certo número de objectos com significado espaço/temporal. O conceito de “estrato” e o de processo de sedimentação que lhe está associado, incluído este último na designação mais genérica de geodinâmica externa, são fulcrais no ensino da Geologia (Quadro III). Os estratos são unidades de sedimentação que correspondem ao registo geológico de um determinado período de tempo, durante o qual as condições de sedimentação locais foram suficientemente homogéneas para que os materiais, depois de consolidados, originassem rochas sedimentares de aspecto homogéneo e ao mesmo tempo bastante distintas dos estratos inferiores e superiores, de forma a criar uma superfície limite (Brahic *et al.*, 1999). Desta definição é possível inferir que uma aprendizagem correcta deste conceito exige que os alunos compreendam que: i) as superfícies limites, inferior e superior, são as entidades que permitem definir um estrato; ii) existem diferentes tipos de limites; iii) as superfícies limite são indicadoras de mudanças nas condições locais de deposição.

No passado, foi Nicolás Steno (1638-1686), autor de *De Sólido intra Solidum naturaliter contento Dissertationis Prodomus* (1669), o responsável pela formulação dos princípios que posteriormente se revelaram fundamentais para o progresso da Geologia nesta área. As expressões latinas *stratum* e *sedimentum*, embora já fossem utilizadas, por exemplo na química e na medicina, foram pela primeira vez usadas em contexto geológico por Steno (Amador e Contenças, 2001).

Para Steno os estratos eram sedimentos depositados, a partir de fluidos, numa posição inicialmente horizontal que depois poderiam passar a inclinados por acção de correntes de ar subterrâneas ou pelo simples colapso, provocado pela remoção dos materiais subjacentes. Mas Steno ainda vai mais longe, relacionando as características apresentadas pelas diferentes camadas com os ambientes em que se formaram. Afirma, por exemplo, que se num estrato forem encontrados vestígios de sal marinho ou restos de seres marinhos, podemos ter a certeza que em determinado momento, o lugar onde se formou teria estado coberto pelo mar, estabelecendo deste modo uma série de conexões causais entre as condições ambientais e a composição dos estratos.

Numa investigação realizada por Silva e Amador (2005) procurou-se identificar as representações mentais de uma amostra de 19 alunos, com idades compreendidas entre os 15 e os 17 anos, a frequentarem no 10º ano de escolaridade a disciplina “Ciências da Terra e da Vida”, no que se refere a concepções temporais. Para esse efeito as autoras centraram a sua atenção no conceito de “estrato”, assim como nos princípios estratigráficos que com ele estão associados. Aos alunos foram colocadas cinco questões de resposta aberta: 1) O que é um estrato?, 2) Como se formam os estratos?, 3) Os estratos são limitados em termos espaciais?, 4) Os estratos são sempre horizontais? Qual ou quais são as relações entre os conceitos de “estrato” e de “fóssil”? Embora a investigação possa colocar questões metodológicas de validação interna, devido ao número reduzido de alunos envolvidos no estudo, mas principalmente pelo facto de esta ser uma amostra de conveniência, foram obtidos resultados que julgamos interessantes. Em termos gerais, constatámos que a maioria dos alunos consideram que:

- o termo “estrato” está unicamente associado a características litológicas, sem relação directa com qualquer significado temporal;
- os estratos formaram-se pela acumulação de detritos, resultantes de rochas pré-existentes;
- não é possível ou é difícil limitar um estrato e quando isso é possível corresponde a uma alteração da natureza da rocha a cuja causa não é atribuído significado temporal;
- os estratos podem não ser horizontais, apresentando como causas a topografia do local onde se depositaram os sedimentos, a existência de uma deformação contemporânea da deposição dos detritos ou ainda a ocorrência de erosão também contemporânea da deposição, suficientemente intensa para gerar alterações no perfil topográfico da região; só aproximadamente 21 % dos alunos afirmaram que inicialmente os estratos são sempre horizontais;
- somente um número reduzido de estudantes considerou que os fósseis permitem datar os estratos; a maior parte refere que os estratos contêm restos de seres vivos, sem com isso atribuir a este facto significado temporal.

Globalmente, os resultados revelaram que os alunos associam o termo “estrato” essencialmente a características litológicas, não o relacionando com mudanças nas condições de deposição, nem tão pouco com a ideia de sucessão temporal. Isto é, os estratos para grande parte dos alunos da amostra não são entidades que permitam contar a história da Terra (Silva e Amador, 2005).

Tendo em atenção que o conceito de “estrato” é uma concepção estruturante em Ciências da Terra, cuja compreensão, mesmo que a um nível básico, é necessária para se entender a evolução do globo terrestre, importa que no processo de desenho curricular se tenham em consideração este tipo de resultados. No programa do 10º ano de escolaridade da disciplina de “Biologia e Geologia” para além da HC ter sido um elemento que ajudou a definir os conteúdos prioritários e a organizá-los, é também encarada como suporte para a construção de materiais e estratégias metodológicas.

Se consideramos o processo de aprendizagem como estando condicionado pelo estabelecimento prévio de ligações entre as concepções dos estudantes e a estratégia que o professor tem em mente para ensinar um determinado conhecimento, compreendemos que é condição necessária para o sucesso de qualquer actividade didáctica que o professor encontre os subsunçores necessários ao início do processo (Moreira, 2000). A HC é uma ferramenta útil



para a consecução deste objectivo, principalmente quando as diferenças entre as representações dos alunos e alguns dos conteúdos (históricos) são significativos e estimulantes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As actuais problemáticas educativas e ambientais colocam ao ensino das ciências e, em particular, à Geologia, novos desafios. No início do século XXI, a Geologia cuja evolução esteve quase sempre associada à identificação, à classificação e à exploração de recursos oriundos da geosfera, precisa de conciliar o desenvolvimento económico, a que as sociedades legitimamente aspiram, com formas sustentáveis de exploração e de utilização dos referidos recursos naturais. Em simultâneo, deve ainda pugnar pelo desenvolvimento de atitudes de valorização do património natural que visem a sua conservação.

A História da Geologia ao contribuir para a compreensão da evolução do conhecimento geológico, é um instrumento capaz de favorecer processos reflexivos que visem o reconhecimento do sentido das mudanças que se registaram ao longo do tempo. Por outro lado, transcorrido quase meio século após a designada síndrome do Sputnik que impulsionou as profundas alterações que foram introduzidas nos currículos das ciências experimentais, a partir da década de sessenta do século XX, torna-se evidente ser preciso voltar a introduzir mudanças significativas nesta área, devido à necessidade de manter níveis de competitividade altos, nomeadamente dos Estados Unidos e da própria União Europeia, face a uma economia global onde emergem novas potências, com acentuadas taxas de crescimento (Bybee e Fuchs, 2006).

Neste contexto, os processos de desenvolvimento curricular, mais do que momentos de ruptura devem ser considerados como tarefas a serem realizadas em contínuo, tomando para esse efeito como suporte os resultados obtidos através de investigação em que se avaliou o modo como os *curricula* são aplicados.

Pensamos que a HC é uma ferramenta essencial nos processos de transposição didáctica, permitindo a sua inserção de forma natural tanto em fases de desenho curricular como na própria sala de aula. A nosso ver, é importante que nos próximos anos se recuperem algumas linhas de investigação que já evidenciaram no passado as suas potencialidades.

## REFERÊNCIAS

- Amador, F. & Contenças, P. (2001). *História da Biologia e da Geologia*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Amador, F. (2003). “História e Ensino da Geologia. Materiais e Percursos” em *Actas do X Encontro de Educação em Ciências*, Universidade de Lisboa, Lisboa. Editado em suporte digital, pp. 127-137.

- Amador, F. (2004). “Tradições investigativas em historiografia da ciência e respectiva influência na utilização didáctica da História da Ciência. Exemplos da História da Geologia”. In Marques, L., Praia, J. & Guerra, C. (Coord.), *História da Geologia na Educação Científica*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Amador, F. (*no prelo*). “As representações do tempo nas Ciências da Terra: uma abordagem histórico-cognitiva com vista à transposição didáctica”, para publicação nas Actas do *III Encuentro Iberoamericano en Investigación en Enseñanza de las Ciencias*, organizado pela Universidad de Burgos, 18 a 23 de Setembro de 2009.
- Brahic, A., Hoffert, M., Schaaf, A. & Tardy, M. (1999). *Sciences de la Terre et de l’Univers*. Paris: Vuibert.
- Bybee, R.W. & Fuchs, B. (2006). “Preparing the 21<sup>st</sup> Century Workforce: A New Reform in Science and Technology Education”. *Journal of Research in Science Teaching*, 43 (4), 349-352.
- Cachapuz, A., Praia, J. & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: IED (Ministério da Educação).
- Carvalho, G.S. & Clément, P. (2007). “Projecto ‘Educação em biologia, educação para a saúde e educação ambiental para uma melhor cidadania’: análise de manuais escolares e concepções de professores de 19 países (europeus, africanos e do próximo oriente)”. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 7 (2).
- Chalmers, A. (1982). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Madrid: Siglo XXI.
- Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique, du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble: La Pensée Sauvage, Editions.
- Chevallard, Y. e Johsua, MA. (1991). *La transposition didactique*. Paris: La Pensée Sauvage, Editions.
- 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.
- Clément, P. (2004). Science et idéologie: exemples en didactique et en épistémologie de la biologie. *Actes du colloque Science – Médias – Société*. Lyon: ENS-LSH (<http://sciences-medias.ens-lsh.fr>)
- Clément, P. (2006). Didactic Transposition and KVP Model: Conceptions as Interactions Between Scientific Knowledge, Values and Social Practices, *ESERA Summer School*, IEC, Univ. Minho, Braga, 9-18.

- Escudero, J. M., Bolívar, A., González, M.T. & Moreno, J.M. (1997). *Diseño y desarrollo del currículum en la educación secundaria*. Barcelona: I.C.E./Horsori.
- Gagliardi, R. (1986). “Los conceptos estruturales en el aprendizaje por investigación”. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (1), 30-35.
- Gagliardi, R. (1988). “Como utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias”. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), 291-296.
- Giere, R.N. (1988). *Explaining Science. A Cognitive Approach*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Giere, R.N. (1991). *Understanding Scientific Reasoning*. Fort Worth: Holt, Rinehart, and Winston.
- Gimeno, J. (1988). *El currículum: una reflexión sobre la práctica*. Madrid: Morata.
- Giordan, A. (1978). *Une pédagogie pour les sciences expérimentales*. Paris: Centurion.
- Gonçalves, W.J. (2002) (coord.). *Diversidad de la explicación científica*. Barcelona: Ariel.
- Grosbois, M., Ricco, G. & Sirota, R. (1992). *Du Laboratoire a la classe. Le parcours du savoir*. Paris: ADAPT.
- Holton. G. (1991), “Os temas no pensamento científico” em Carilho, M.M., *Epistemologia: Posições e Críticas* (159-201). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Lombardi, O.I. (1997). “La pertinência de la historia en la enseñanza de ciencias: argumentos y contraargumentos”. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (3), 343-349.
- Losee, J. (1991). *Introducción histórica a la filosofía de la ciencia*. Madrid: Alianza Editorial.
- Kragh, H. (2001). *Introdução à Historiografia da Ciência*. Porto: Porto Editora.
- Kuhn. T. (1990). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Marques, L. & Praia, J. (2004), “As teorias científicas na abordagem da tectónica de global : compreensão de um percurso histórico”. In Marques, L., Praia, J. e Guerra, C. (Coord.), *História da Geologia na Educação Científica*, Universidade de Aveiro, 28-36. (ISBN 978-972-789-24-64)
- Matthews, M.R. (1994). *Science Teaching. The Role of History and Philosophy of Science*. New

York: Routledge.

- Matthews, M.R. (1995). “História, Filosofia e Ensino das Ciências: a tendência atual de reaproximação”, *Cadernos Catarinenses de Ensino da Física*, 12 (3), 164-214.
- McComas, W.F., Clough, M.P. & Almazroa, H. (1998a). “The Role And Character of The Nature of Science”. In McComas, W.F. (ed.), *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies* (3-41). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W.F. & Olson, J. (1998b). “The Nature of Science in International Science Education Standars Documents”. In McComas, W.F. (ed.), *The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies* (53-73). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Mikulinsky, S.R. (1989), “La controversia internalismo-externalismo como falso problema”. In *Introducción a la Teoría de la Historia de las Ciencias* (231-257). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Moreira, M.A. (2000). “La teoría del aprendizaje significativo”. In Moreira, M.A., Caballero, C, Meneses, J., *Actas de la I Escuela de Verano sobre Investigación en Enseñanza de las Ciencias* (211-253). Burgos: Universidad de Burgos, .
- Nardi, R. (1994). “História da Ciência x aprendizagem: algumas semelhanças detectadas a partir de um estudo psicogenético sobre as idéias que evoluem para a noção de campo de força”. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (1), 101-106.
- Nersessian, N. (1992). “How do scientists think? Capturing the dynamics of conceptual change in science”. In Giere, R., *Cognitive Models of Science*. “Minnesota Studies in the Philosophy of Science” (Vol. 15, 3-44). Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Palmieri, P. (2003). ‘Mental models in Galileo’s early mathematization of nature’. *Studies in History and Philosophy of Science*, 34, 229-264.
- Piaget, J. & Garcia, R. (1987). *Psicogênese e História das Ciências*. Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- Popper, K. (1988). *Conocimiento Objetivo*. Madrid: Tecnos.
- Popper, K. (1990). *La Logica de la Investigación Científica*. Madrid: Tecnos.
- Sequeira, M. & Leite, L. (1988). “A História da Ciência no Ensino-Aprendizagem das Ciências” em *Revista Portuguesa de Educação*, 1 (2), 29-40.

Silva, M. & Amador, F. (2005). “El modelo de ‘estrato’ en Nicolás Steno (1638-1686): reflexión histórica conducente a propuesta didáctica”. *Actas do IX Congreso SEHCYT* (Sociedad Española de Historia de la Ciencia y de las Técnicas), Tomo II, 963-973.

Verret, M. (1975). *Le temps des études*. Paris: Librairie Honoré Champion.

Whitaker, M.A.B. (1979). “History and Quasi-history in Physics Education Pts I, II”, *Physics Education*, 14, 239-242.

## CONTRIBUIÇÕES DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA PARA OS PROCESSOS DE DESENHO CURRICULAR

### *RESUMO*

Neste trabalho analisa-se a função da História da Ciência em processos de desenho curricular. Atribui-se particular atenção ao ensino da Geologia nas escolas secundárias portuguesas.

#### **Palavras-chave:**

História da Ciência, Educação em Ciência, Desenho curricular, Geologia.

## CONTRIBUTIONS OF THE HISTORY OF SCIENCE TO THE PROCESSES OF CURRICULUM DESIGN

### *ABSTRACT*

The current work examines the role of History of Science in the processes of curricular design. Special attention was given to the teaching Geology in secondary Portuguese schools.

#### **Key-words:**

History of Science, Science Education, curricular design, Geology.