

PALEOMAGNETISMO - EXEMPLOS DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA

NOS MANUAIS DE GEOLOGIA DO 12.º

Gina Pereira Correia¹ & Celeste Romualdo Gomes²,

¹ CITEUC. Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra. gina_maria@sapo.pt

² CITEUC. Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra. romualdo@dct.uc.pt

Resumo

O Paleomagnetismo tem sido fundamental para o desenvolvimento e construção da Teoria da Tectónica de Placas (TP). Neste contexto, o Paleomagnetismo é um conteúdo de leção obrigatória na disciplina de Geologia do 12.º ano (Amador & Silva, 2004). As orientações curriculares para o ensino das Geociências têm vindo a apontar para o recurso a estratégias baseadas em exemplos e relatos de episódios da História da Ciência (HC). Por esta razão parece-nos consensual a sua inclusão nos manuais escolares, dado que, em conjunto com os professores e alunos, constituem um trinómio único na Educação em Geociências. Os objetivos deste estudo, que integram um projeto mais abrangente, têm como finalidade avaliar, em manuais escolares: os exemplos de episódios que fazem referência à HC; a importância atribuída aos seus protagonistas; a forma de apresentação desta informação histórica. Para o cumprimento dos objetivos procedeu-se a uma análise qualitativa do universo dos manuais disponíveis para Geologia do 12.º (N=3) e selecionou-se o conteúdo programático “Os primeiros passos de uma nova teoria. A Teoria da Tectónica de Placas”. A grelha de análise foi adaptada da proposta por Leite (2002) e é constituída por duas categorias, “Tipo e organização da informação histórica” e “Material usado para apresentar a informação histórica”. Os manuais analisados contêm diversas menções de teor informativo-histórico, contudo, nenhum evidencia uma preocupação com a inclusão de fontes primárias para a apresentação deste tipo de informação. Sobressai o recurso a representações pictóricas, particularmente de personagens-chave. Verifica-se que no manual de edição mais antiga (2005) existe uma maior frequência de episódios históricos, se o confrontarmos com o manual mais recente (2009). É dada uma relevância particular ao trabalho individual em detrimento daquele desenvolvido por grupos de cientistas. Os pictogramas pessoais, acompanhados de uma breve caracterização (profissão, nacionalidade e trabalho desenvolvido), são a fonte privilegiada de informação.

Palavras-chave: Ensino da Geologia; História da Ciência; Manuais escolares; Paleomagnetismo; Tectónica de Placas.

Abstract

Palaeomagnetism has been fundamental for the development and foundation of Plate Tectonics Theory (PT). Within this context, Palaeomagnetism is a compulsive content of 12th grade Geology (Amador & Silva, 2004). The curriculum orientation for Geology has been enhancing the usage of strategies based on examples and episodes of the History of Science (HS). For this reason we consider that its inclusion in textbooks, along with teacher and students, constitute an unique trinomial in what teaching Geology is concerned. The aim of this study, which is part of a broader one, is to evaluate textbooks in what follows: examples of episodes referring to the HS; the importance given to its protagonists; the way this historical data is presented. In order to achieve these goals we implemented a qualitative analysis of all 12th grade Geology textbooks available (N=3) and selected the item "The first steps for a new theory. Plate Tectonics Theory." The assessment grid was adapted from the proposal after Leite (2002) and it comprises 2 categories, "Type and organisation of historical data" and "Resources used to present historical data". All textbooks considered contain several historical references, however in none of them we found the concern to make reference to the sources from which information was taken. One aspect that stands out is the usage of pictorial representations, particularly key characters. After comparing the most recent textbook (2009) with the oldest one (2005) we realised that there is now more predominance of historical episodes. We were also able to check that it is now being given more relevance to individual work to the detriment of that developed by groups of scientists. Personal pictograms followed by a brief description (job, nationality and work developed) are the privileged source of information.

Keywords: Teaching Geology; History of Science; Textbooks; Paleomagnetism; Tectonic Plates.

Introdução

"O *Paleomagnetismo é a área do saber que se ocupa com o estudo da configuração do campo magnético no passado geológico*" (Gomes, 1996: 10) e o seu principal objetivo é obter um registo das configurações antigas do campo geomagnético (Butler, 1992), sendo, inclusive, a única forma de se obter informação sobre o campo magnético ancestral (Tauxe, 2005).

Os estudos paleomagnéticos realizados em rochas, um pouco por todo o planeta, permitiram descobertas que foram fundamentais em algumas das evoluções científicas mais relevantes no âmbito das geociências, entre as quais se salienta a descoberta da

ocorrência de sucessivas migrações e inversões dos polos magnéticos. Particularmente, este comportamento está registado nas lavas basálticas em ambos os lados das dorsais meso-oceânicas, alternando entre períodos de polaridade normal e inversa. Isto mesmo foi comprovado pelos estudos geofísicos realizados, durante a segunda metade do séc. XX, nos fundos oceânicos.

Mas os estudos paleomagnéticos não se desenvolveram apenas nos fundos oceânicos. Determinações efetuadas em rochas continentais contemporâneas (com a mesma idade) situadas em continentes distintos vieram comprovar: a) uma mudança no norte magnético, pois este nem sempre se situou no mesmo local (inversões magnéticas); b) que a localização presente dessas rochas difere da indicada pelas mesmas em tempos passados. Ou seja, a latitude atual difere da paleolatidade, concluindo-se que os continentes já se situaram em locais diferentes dos atuais.

Assim, a interpretação dos resultados paleomagnéticos, das rochas dos fundos oceânicos e continentais, permitem-nos saber que o campo magnético sofreu inversões de polaridade, bem como qual a posição e evolução das placas litosféricas, informação fundamental para a construção da Teoria da Tectónica de Placas (TP). Uma teoria que marcou o avanço do conhecimento geocientífico nos últimos 50 anos (Ribeiro, 2011).

No presente, o paleomagnetismo continua a ser um método qualitativo e quantitativo, ou mesmo o único disponível para testar movimentos laterais por placas tectónicas em toda a superfície da Terra antiga (Evans & Pisarevsky, 2008). Estes autores defendem ainda que os métodos paleomagnéticos podem, em teoria, ser usados com o objetivo de testar os elementos fundamentais cinemáticos das placas tectónicas no início da história da Terra - informação que consideramos poder vir a contribuir positivamente para a discussão sobre a TP.

No âmbito desta temática, o trabalho apresentado, que integra um projeto mais alargado, tem por objetivos avaliar nos manuais escolares de Geologia do 12.º ano: a) os exemplos de episódios que fazem referência à História da Ciência (HC); b) a importância atribuída aos seus protagonistas; c) a forma de apresentação desta informação histórica.

Material e métodos

Para o cumprimento dos objetivos procedeu-se a uma análise qualitativa do universo dos manuais atualmente disponíveis no mercado para Geologia do 12.º ano (N=3) e selecionou-se o conteúdo programático “Os primeiros passos de uma nova teoria. A Teoria da Tectónica de Placas”, integrante do “Tema I - Da Teoria da Deriva

dos Continentes à Teoria da Tectónica de Placas”. A grelha de análise composta por duas categorias é apresentada na tabela 1 e foi adaptada da proposta por Leite (2002).

Tabela 1 - Grelha de análise.

Categoria	Subcategoria
Tipo e organização da informação histórica	Evolução do conhecimento científico
	Os protagonistas
Material usado para apresentar a informação histórica	Representações pictóricas
	Documentos/textos
	Relatos de observações/experiências históricas

Para a primeira categoria “*Tipo e organização da informação histórica*” foram analisados aspetos que conduziram ao conhecimento do paleomagnetismo e à construção da TP, entre os quais os intervenientes diretos e as atividades de observação/experimentação que permitiram obter informação e produzir novos modelos científicos sobre esta temática. Foram, ainda, observadas pequenas curiosidades, particularidades ou relatos históricos de situações que, pela sua singularidade por vezes até humorística, se transformaram em oportunidade de integrar a HC.

Na categoria “Material usado para apresentar a informação histórica” foi considerada toda a informação pictórica (p. ex. fotos pessoais ou de instrumentos/equipamentos), as fontes escritas (p. ex. textos ou parte destes) com origem em fontes primárias e que se apresentam como testemunhos de acontecimentos ou evidências da HC, bem como as descrições pormenorizadas de acontecimentos reais da época, embora o discurso seja dos autores dos manuais.

Resultados e discussão

Categoria “*Tipo e organização da informação escrita*”

Uma primeira análise permite afirmar que todos os manuais do 12.º ano de Geologia incluem diversas menções de teor informativo-histórico (Tabela 2).

Tabela 2 - Resultados da análise da categoria "Tipo e organização da informação histórica" em manuais de Geologia do 12.º ano (f).

Subcategoria	Item	Subitem	Manuais		
			12A	12B	12C
Evolução do conhecimento científico	Referências a progressos científicos		14	15	10
		Descrição de atividades, observação/experimentação ao longo do tempo	12	5	3
	Modelos evolutivos	Perspetiva linear e acumulativa	12	1	2
		Referências a revoluções científicas, controvérsias, mudanças teóricas, etc.	9	6	5
		Trabalho individual	14	5	13
	Responsáveis pela evolução	Grupos restritos (≤ 3)	3	1	2
		Comunidades científicas (> 3)	5	2	1
Total			69	35	36
Os Protagonistas	Dados biográficos		3	-----	4
	Características pessoais		2	16	8
	Episódios com interesse		-----	2	4
Total			5	18	16

O manual 12A é aquele que apresenta mais referências na primeira subcategoria (69) e o item 'Referências a progressos científicos' é o mais representativo em toda a amostragem. De entre os progressos científicos referidos, os trabalhos no âmbito do paleomagnetismo são mencionados como tendo tido um contributo fundamental para a formulação da TP, nomeadamente para a:

a) aceitação do mobilismo da superfície terrestre:

"A determinação do paleomagnetismo de rochas vulcânicas do Pérmico, do continente Norte-Americano, permitiu localizar o pólo norte magnético, deste período geológico, na Asia Oriental. Por outro lado, rochas do Pérmico do continente europeu localizavam o mesmo pólo próximo do Japão." (Manual 12A: 31)

"Os dados resultantes do estudo do paleomagnetismo (...) têm permitido aos geólogos um conhecimento cada vez maior da dinâmica interna do nosso planeta. Estes dados foram muito importantes, pois permitiram convencer a maioria da comunidade científica, nomeadamente os geofísicos, que a mobilidade dos continentes é um facto incontestável." (Manual 12B: 32)

“Os desenvolvimentos tecnológicos verificados após a II Grande Guerra Mundial permitiram explorar de uma forma mais eficaz os fundos oceânicos e obter novos dados sobre a deriva dos continentes, nomeadamente:

- a descoberta da existência de um campo magnético terrestre, cujo pólo magnético varia ao longo do tempo geológico (de positivo a negativo).”
(Manual 12C: 22)

b) formulação da Teoria da Expansão dos Fundos Oceânicos e da teoria da TP:

“ (...) Frederick Vine e Drummond Matthews, avançam com uma interpretação diferente – as anomalias magnéticas são testemunhos da expansão dos oceanos”. (Manual 12A: 32)

“Os dados obtidos através dos perfis magnéticos mostravam a existência de um padrão característico nos fundos oceânicos (...).

Este tipo de dados sugeriu a existência de um alastramento dos fundos oceânicos (...).” (Manual 12B: 34)

“Embora muitas das conclusões de Wegener e Holmes estivessem incorrectas ou baseadas em argumentos pouco sólidos, as suas ideias foram a base para a compreensão dos mecanismos da expansão dos fundos oceânicos, A descoberta do paleomagnetismo e o desenvolvimento acentuado da oceanografia constituíram pontos cruciais no desenvolvimento das novas teorias.” (Manual 12C: 24)

A evolução do conhecimento científico implica necessariamente o estudo empírico, pelo que nos parece fundamental que a ‘Descrição de atividades, observação/experimentação ao longo do tempo’ tenha uma presença habitual em manuais escolares. Particularmente, quando os assuntos apontam para um necessário conhecimento da HC, deve ser dada ênfase às referências que, de algum modo, contribuíram para o progresso científico.

Tendo em conta este pressuposto, a leitura da tabela 2 permite-nos afirmar que, apenas os autores do manual 12A parecem ter tido alguma preocupação no desenvolvimento deste parâmetro, uma vez que nele encontramos 12 referências quantificáveis, enquanto nos outros dois a frequência é significativamente inferior. Dos relatos de observação identificados chamamos à atenção, uma vez mais, para o

destaque dado aos estudos paleomagnéticos como tendo sido essenciais no rompimento com as teorias imobilistas e a aceitação da mobilidade da litosfera:

“Esta recolha sistemática de dados paleomagnéticos permitiu afirmar, por volta de 1955, que, desde o Pérmico, a América do Norte e do Sul se afastaram consideravelmente da Europa e da África.” (Manual 12A: 32)

*“A cartografia do paleomagnetismo nos fundos oceânicos permitiu verificar a alternância de anomalias magnéticas (...). Estas observações permitiram concluir que ocorre a **expansão dos fundos oceânicos** ao nível das dorsais médio-oceânicas.”* (Manual 12C: 26)

O conteúdo que constitui a base de análise deste estudo qualitativo é um tema que, por si só, encerra uma transformação nos modelos aceites pela comunidade científica: a) da imobilidade da superfície terrestre evoluiu-se para a mobilidade; b) dos fundos oceânicos constituídos por planícies submersas, veio o reconhecimento da existência de cadeias de montanhas e fossas sob as grandes massas de água oceânica; c) de um globo terrestre possuidor de uma superfície contínua e estável, surgiu o conceito de uma litosfera fraturada e dinâmica. Como tal, seria expectável uma frequência significativa de referências no item ‘Modelos evolutivos’. Não cumprindo as expectativas, mas tal como nos parâmetros anteriores da subcategoria em análise, é no manual 12A que se regista um maior número de referências comparativamente aos restantes. A maioria das menções identificadas são alusões ao surgimento da Teoria da Expansão dos Fundos Oceânicos e da teoria da TP. No entanto, note-se que estas mudanças de modelo são indissociáveis e sequenciais no tempo, às quais acresce, sem dúvida, o contributo dos estudos paleomagnéticos.

“Este modelo de Hess representa uma evolução relativamente ao modelo de Wegener. Para Wegener, os fundos oceânicos permaneciam estacionários à medida que os continentes derivavam sobre eles; para Hess, os oceanos estão animados de movimento – a contínua formação de crosta oceânica no rife empurra a crosta adjacente obrigando a afastar-se da dorsal, expandindo o fundo oceânico.” (Manual 12A: 29)

“Com a explicação das anomalias magnéticas detectadas ao longo da dorsal médio-atlântica, a hipótese da expansão dos fundos oceânicos ganhou

rapidamente adeptos e representou um novo avanço principal no desenvolvimento da Teoria da Tectónica de Placas.” (Manual 12B: 34)

“(…) Fred Vine e Drummond Matthews publicaram um trabalho relacionando a expansão dos fundos oceânicos com os estudos de paleomagnetismo.” (Manual 12C: 31)

No parâmetro ‘Responsáveis pela evolução’ é dada muita ênfase ao trabalho individual de diversos cientistas, sendo a frequência a referências individuais significativamente maior nos manuais 12A (14) e 12C (13). Os nomes mais registados são os de Alfred Wegener (M12A: 29, 41; M12B: 29; M12C: 24), Arthur Holmes (M12C: 22, 24, 31), Harry Hess (M12A: 26, 28, 29, 30, 35, 41; M12C: 24, 28, 31), Robert Dietz (M12A: 29, 30, 41; M12C: 31) e Tuzo Wilson (M12A: 35, 36; M12B: 34; M12C: 28). Ainda assim, nem todos os manuais aludem a totalidade destes cientistas, e unicamente o primeiro e o último dos nomes são comuns aos três manuais. Neste ponto, chame-se a atenção para a ausência de referências ao geólogo Harry Hesse no corpo do texto do manual 12B, uma vez que apenas no final da unidade (M12B: 64, 65), numa súpula histórica que agrega alguns eventos importantes no desenvolvimento da TP, é mencionado o trabalho realizado por este cientista. Esta ausência parece-nos significativa, na medida em que Harry Hesse foi fundamental na interpretação dos dados dos estudos paleomagnéticos efetuados nos fundos oceânicos, estudos que permitiram apresentar a Teoria da Expansão dos Fundos Oceânicos e, assim, abrir a porta para a construção da TP.

No trabalho desenvolvido por grupos restritos é sempre, e apenas, referida a dupla Fred Vive e Drummond Mathews (M12A: 32, 34, 35; M12B: 32; M12C: 28, 31). Este grupo estudou as anomalias dos fundos oceânicos, com recurso a dados paleomagnéticos que comprovavam a expansão dos fundos oceânicos, tendo igualmente contribuído para o desenvolvimento da TP.

No que respeita à subcategoria *Os Protagonistas*, os manuais 12B e 12C possuem um número significativamente maior de referências do que o manual 12A (Tabela 2). Este resultado não deixa de ser curioso, na medida em que é oposto ao encontrado na subcategoria *Evolução do conhecimento científico*. Ou seja, o manual com uma maior frequência de alusões informativas sobre a história da evolução do conhecimento científico (M12A), é aquele que possui menos elementos sobre os protagonistas dessa mesma evolução.

Da análise geral, verificamos ainda que, contrariamente ao expectável, não é o manual escolar de edição mais recente (2009) que apresenta mais informação histórica dos protagonistas, pese embora as reconhecidas indicações para a importância da sua inclusão no ensino das ciências. Outra nota relevante é a ausência total da descrição de ‘Episódios com interesse’ no manual 12A para o conteúdo estudado.

Relativamente ao manual 12B há uma outra particularidade a referir. Grande parte das referências históricas aos protagonistas da construção do conhecimento científico, presentes no subcapítulo que dedica à temática em estudo, não integram as páginas principais que destina ao desenvolvimento teórico-prático do conteúdo. Esta informação encontra-se no final de toda a unidade em que este subcapítulo está incluído numa síntese que, embora não individualizada por conteúdo, constitui um sumário que inclui personagens históricas, suas características pessoais e acontecimentos de referência neste campo científico (M12B: 64, 65).

Numa leitura mais pormenorizada verificamos que o manual 12C apresenta uma frequência maior de informação, tanto no que diz respeito a ‘Dados biográficos’ como a ‘Episódios com interesse’, enquanto que as ‘Características pessoais’ são mais consideradas no manual 12B (Tabela 2).

Particularmente, no manual 12A os dados biográficos surgem na totalidade em caixas na margem da página, sempre associados a imagens fotográficas dos personagens e com a respetiva data de nascimento e de óbito (M12A: 26, 29, 35). Contudo, as características pessoais, embora breves, encontram-se integradas no corpo do texto principal (M12A: 26, 35). Há que enfatizar o facto de os protagonistas serem descritos como elementos socialmente ilustres e capazes, como de seguida se exemplifica:

“Harry Hess, professor da Universidade de Princeton, nos EUA, durante a Segunda Guerra Mundial, foi oficial da marinha norte-americana. Sendo Geólogo, Hess procedeu ao levantamento da topografia do Oceano Pacífico, tendo obtido dados surpreendentes.” (Manual 12A: 26).

“Em 1963, Tuzo Wilson, um importante geólogo canadiano, que sempre se assumiu como um contracionista (...).” (Manual 12A: 35).

No manual 12C, os dados biográficos dos protagonistas encontram-se, num dos exemplos, numa informação adicional, na margem do texto (M12C: 24). Enquanto nos restantes, esses dados se descobrem num resumo no final do capítulo, fazendo-se

acompanhar de uma imagem fotográfica e de uma pequena descrição das suas características pessoais (M12C: 76). Na globalidade dos manuais analisados, as características pessoais mais aludidas dizem respeito à profissão e à nacionalidade.

No último item desta segunda subcategoria, 'Episódios com interesse', registamos alguns exemplos que confirmam a importância que a HC tem para o ensino. Neste particular, concordamos com Pereira e Amador (2007) quando referem que estas "pequenas 'histórias'", quando devidamente enquadradas, "podem desempenhar uma função positiva" (2007: 198). Por exemplo, os alunos deverão ter consciência de que em ciência não há verdades absolutas e que aquilo que hoje é considerado uma certeza indubitável, nem sempre o foi:

"A mobilidade continental foi debatida antes e após a morte de Wegener, sendo considerada nas décadas seguintes como excêntrica e improvável pela maior parte da comunidade científica de então." (Manual 10B: 24).

Ou, ainda, que a ligeireza de divulgação e partilha do conhecimento já foi bem difícil e condicionante, criando por vezes injustiças. A título de exemplo, refira-se a casualidade e injustiça com que, por vezes, foram atribuídos os êxitos das descobertas:

"(...) em 1963, (...) Fred Vine e Drummond Matthews publicaram um trabalho relacionando a expansão dos fundos oceânicos com os estudos de paleomagnetismo. No entanto, o geólogo L. W. Morley tinha tentado publicar nove meses antes um trabalho semelhante, mas que não foi aceite por uma revista. (...) O trabalho acabou por ser publicado em 1964, mas os créditos da formulação da tectónica de placas já tinham sido atribuídos a Vine e Matthews." (Manual 12C: 31).

Categoria "Material usado para apresentar a informação histórica"

De um modo geral, nenhum dos manuais analisados evidencia uma preocupação com a inclusão de fontes primárias para a apresentação de informação histórica sobre o tema do Paleomagnetismo (Tabela 3). Embora estes recursos pedagógicos possuam bastantes referências históricas (Tabela 2), a sua inclusão corresponde, na maioria, a referências e descrições da lavra dos autores dos manuais e integradas no corpo do texto, pelo que não são aqui contabilizadas.

Tabela 3 – “Resultados da análise da categoria “Material usado para apresentar a informação histórica” em manuais de Geologia do 12.º ano (f).

Subcategoria	Item	Manuais		
		12A	12B	12C
Representações pictóricas	Pessoais	3	-----	3
	Instrumentos/equipamentos	1	2	1
		4	2	4
Documentos/textos		-----	1	-----
Relatos de observações/experiências históricas		-----	1	-----

Deste modo, somente a subcategoria *Representações pictóricas* é alvo de maior atenção por estes autores, uma vez que se registam referências em todos os manuais. Com maior significado, registamos o parâmetro em que se incluem as imagens pictóricas de personagens-chave. As fotografias identificadas dizem respeito a cinco cientistas: Alfred Wegener (M12C: 76), Arthur Holmes (M12C: 76), Harry Hess (M12A: 26; M12C: 76), Robert Dietz (M12A: 29) e Tuzo Wilson (M12A: 35).

Neste âmbito, há uma questão que importa destacar: a ausência de referências a acompanhar as fontes. Dos manuais em estudo, apenas o M12C possui, nas páginas finais, um quadro com a fonte das figuras utilizadas (M12C: 254). Porém, nenhuma das imagens que integra as páginas analisadas remete para a leitura deste quadro e apenas uma minoria dos pictogramas de todo o manual é aí referenciada. A falta de referência é uma falha que julgamos pertinente salientar, na medida em que poderá pôr em causa a credibilidade de alguma informação utilizada. Por outro lado, ninguém se deve apoderar da propriedade intelectual de terceiros e, simultaneamente, o leitor tem direito ao conhecimento da origem da informação.

As representações pictóricas de ‘Instrumentos/Equipamentos’ correspondem: ao aparelho “sonar” (M12B: 25) e aos navios, “Glomar Challenger” (M12A: 35) e “Joides Resolution” (M12B: 32; M12C: 26), todos eles elementos essenciais no desenrolar desta temática. As imagens destes navios podem ser encontradas no site Google Imagens, tal como o registado com a maioria dos pictogramas pessoais. Uma nota final para a ausência, uma vez mais, de fonte bibliográfica a acompanhar as imagens de Instrumentos/equipamentos. Apenas a fotografia do navio “Joides Resolution”, presente no manual 12C, possui no final do manual a indicação da sua origem (M12C: 254).

No que respeita à subcategoria *Documentos/textos*, a sua referência ocorre apenas no manual M12B. O único exemplo registado corresponde a um pequeno texto informativo (M12B: 24) que, embora não seja da lavra dos autores do manual, a ausência de fonte bibliográfica não nos permite clarificar a sua origem.

Por último, a subcategoria *Relatos de observações/experiências históricas* surge, apenas no manual 12B. Neste, no final da unidade, os autores apresentam uma sinopse descritiva de alguns acontecimentos históricos que marcaram a história desta temática (12B: 65).

Conclusões

A partir dos dados pode concluir-se ser o manual de edição mais antiga (2005) o que possui uma maior frequência de episódios históricos, quando confrontado com o manual mais recente (2009). Uma evidência que vem contrariar as orientações curriculares que sugerem um incremento deste género de informação (Amador & Silva, 2004). Ainda, a globalidade destes recursos pedagógicos dá uma ênfase aos progressos científicos, contudo fazem poucas descrições das atividades de observação/experimentação ao longo do tempo. Sabendo-se que o progresso da ciência depende destes procedimentos não se percebe essa ausência. O trabalho desenvolvido de forma individual apresenta uma frequência com particular relevância, em detrimento do trabalho desenvolvido por grupos de cientistas. À luz do que acontece na atualidade, estes dados surgem-nos como um resultado pouco natural, na medida em que o trabalho colaborativo entre investigadores e mesmo instituições é uma realidade indispensável de considerar. Sobre esta matéria uma última conclusão que diz respeito ao tipo de informação disponibilizada sobre os seus protagonistas, em que a caracterização pessoal com alusão à profissão, à nacionalidade e aos trabalhos desenvolvidos, são os atributos mais referenciados. Concordando com a pertinência destes esclarecimentos, julgamos que a presença de informação sobre os dados biográficos será igualmente importante, na medida em que, ao balizar o período de vida desse investigador, transporta o leitor (aluno/professor) situando-o num contexto histórico e social relativamente à ciência.

Sobre à forma como a informação histórica é apresentada, podemos concluir que as fontes primárias são pouco utilizadas. Nos manuais analisados registamos a presença, essencialmente, de pictogramas de pessoas. Atendendo à valorização que o programa desta disciplina atribui à lecionação de conteúdos da HC, seria expectável que se testemunhasse a presença de um maior número de fontes primárias. Uma inclusão que na nossa opinião traria vantagens, na medida que enriqueceria os manuais, transmitindo ao leitor, particularmente o aluno, uma realidade do percurso científico, dos acontecimentos/processos ocorridos que conduziram à evolução da ciência, tal como a conhecemos na atualidade. Esta matéria merece-nos uma outra reflexão. Todas as fontes primárias identificadas na nossa análise pecam pela

ausência de fonte bibliográfica. Uma particularidade que, a bem do rigor científico e dos direitos de autor, deverá ser corrigida em futuras edições.

Como nota final chamamos à atenção para a importância do recurso a episódios da HC, particularmente, quando se aborda esta temática do paleomagnetismo, como mostra o estudo realizado por Correia & Gomes (2014). Neste contexto, reforçamos a convicção na obrigatoriedade de inclusão de conteúdos da HC nos manuais escolares das Geociências, a bem da literacia científica e cultura geral dos alunos acerca da evolução da ciência e da sociedade. E nesta matéria consideramos que o Ministério da Educação e Ciência, enquanto entidade competente na regulação e certificação dos manuais escolares, tem falhado no controlo da aplicação efetiva das suas próprias orientações curriculares.

Referências bibliográficas

- Amador, F. & Silva, M. (2004). *Programa de Geologia 12º ano – Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias*. Lisboa: DGIDC, Ministério da Educação.
- Butler, R.F. (1992). *Paleomagnetism: Magnetic Domains to Geologic Terranes*. Electronic Edition.
- Correia, G.P. & Gomes, C. (2014). Concepções dos professores de BG sobre o ensino do Paleomagnetismo no ensino secundário. *Comunicações Geológicas*, 101, Especial III, 1241-1245.
- Evans, A.D.D. & Pisarevsky, S.A. (2008). Plate tectonic on early Earth? Weighing the paleomagnetic evidence. In: Condie, K.C. & Pease, V. (Eds). *When Did Plate Tectonic Begin on Planet Earth?*, pp. 249-263. Geological Society of America, Special Paper 440.
- Gomes, C.S.R. (1996). *Observações Paleomagnéticas no Quadro da Bacia Lusitaniana - 1ª Fase de Rifting (Estudo da Estabilidade da Magnetização Remanescente Natural)*. Tese de Doutoramento, Universidade de Coimbra (não publicada).
- Leite, L. (2002). History of science in science education: development and validation of a checklist for analysing the historical content of science textbooks. *Science & Education*, 11, 333-359.
- Pereira, A.I. & Amador, F. (2007). A História da Ciência em manuais escolares de Ciências da Natureza. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), 191-216.
- Ribeiro, A. (2011). Tectónica de Placas. *Geonovas*, 23 e 24, 95-96.

Tauxe, L. (2005). *Lectures in Paleomagnetism*. Acedido em agosto 30, 2009, em http://faculty.ksu.edu.sa/21841/courses/GPH_471_lectures.02.pdf

Manuais analisados:

Dias, A.G.; Guimarães, P; Rocha, P. (2005) - *Geologia 12*. Porto: Areal Editores.

Félix, J.M.; Sengo, I.C.; Chaves, R.B. (2006) - *Geologia 12.º*. Porto: Porto Editora.

Oliveira, Ó; Silva, J.C.; Ribeiro, E. (2009) - *GeoDesafios*. Porto: Edições ASA.

Referências bibliográficas

- Amador, F. & Silva, M. (2004) Programa de Geologia 12º ano – Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias. Lisboa: DGIDC, Ministério da Educação.
- Butler, R.F. (1992). *Paleomagnetism: Magnetic Domains to Geologic Timescales*. Electronic Edition.
- Correia, G.P. & Gomes, C. (2014). Conceções dos professores de BG sobre o ensino do Paleomagnetismo no ensino secundário. *Comunicações Geológicas*, 101, Especial III, 1241-1245.
- Evans, A.D.D. & Pizarovskiy, S.A. (2008). Plate tectonic on early Earth? Weighing the paleomagnetic evidence. In: *Condie, K.C. & Pease, V. (Eds). When Did Plate Tectonic Begin on Planet Earth?*, pp. 248-263. Geological Society of America, Special Paper 440.
- Gomes, C.S.R. (1998). Observações Paleomagnéticas no Quadro da Bacia Lusitana - 1ª Fase de Rifting (Estudo da Estabilidade da Magnetização Remanescente Natural). Tese de Doutoramento, Universidade de Coimbra (não publicada).
- Lette, J. (2002). History of science in science education: development and validation of a checklist for analysing the historical content of science textbooks. *Science & Education*, 11, 333-359.
- Pereira, A.I. & Amador, F. (2007). A História da Ciência em manuais escolares de Ciências da Natureza. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (1), 191-216.
- Ribeiro, A. (2011). *Técnica de Placas*. *Geonovas*, 23 e 24, 95-98.