

O TEMPO GEOLÓGICO E A APRENDIZAGEM DA GEOLOGIA: CONCEPÇÕES DE ALUNOS DO 7.º ANO DO ENSINO BÁSICO (12-13 ANOS)

Geological time and the learning of Geology: students' conceptions (12-13 years old)

Margarida Morgado (1), Dorinda Rebelo (2), Graça Monteiro (3), Jorge Bonito (4), Jorge Medina (5), Luís Marques (6), Luísa Martins (7)

- (1) Escola Secundária de Viriato (Viseu), morgadommargarida@gmail.com
- (2) Escola Secundária de Estarreja, dorinda.rebelo@gmail.com
- (3) Escola Secundária Alcaides de Faria (Barcelos), gracamonteiro88@hotmail.com
- (4) Universidade de Évora, jbonito@uevora.pt
- (5) Universidade de Aveiro, jmedina@ua.pt
- (6) Universidade de Aveiro, luis@ua.pt
- (7) Escola Secundária Alves Martins (Viseu), luisalopesmartins@gmail.com

RESUMO

Este trabalho insere-se no projecto “*Deep time in schooling: contributions of students' perceptions for the development of scientifically literate citizens*”, que decorre no Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores, da Universidade de Aveiro (Portugal), envolvendo investigadores em geologia e em didáctica das ciências das universidades portuguesas de Aveiro e de Évora e professores de biologia e geologia de várias escolas públicas dos ensinos básico e secundário. Com esta comunicação pretende-se contribuir para a reflexão sobre a complexidade do conceito de tempo, nas suas vertentes filosófica e científica, reconhecendo-se a conseqüente necessidade de proceder ao aprofundamento da investigação no âmbito do ensino e da aprendizagem desta temática. São apresentados alguns resultados sobre concepções de alunos do 3.º ciclo do ensino básico (12-13 anos), nomeadamente, em relação à importância que os alunos atribuem ao “tempo” na aprendizagem da geologia.

ABSTRACT

This study was carried out within the context of the Project *Deep time in schooling: contributions of students' perceptions for the development of scientifically literate citizens*, being developed at the *Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores*, on the University of Aveiro (Portugal), and involves not only Geology and Didactic of Science investigators from portuguese universities, as Aveiro and Évora, but also Biology and Geology teachers of basic and secondary level from several public schools. This communication intends to give way to a deeper reflection about the complexity of time itself, in its philosophical and scientific aspects, recognizing the need to carry on with this investigation under teaching-learning this subject. Included in this paper are some results of students' conceptions about the importance they give to “time”, in Geology learning.

Palavras-chave: Tempo geológico; complexidade; concepções de alunos; ensino básico

Key words: *Deep time, complexity, students' perceptions, basic education.*

1. INTRODUÇÃO

O projecto de investigação que enforma esta comunicação tem como objectivos: a) identificar factores sociais e cognitivos que influenciam as concepções sobre tempo geológico; b) analisar o modo como o ambiente físico de uma pessoa afecta as suas concepções e a sua conceptualização em relação ao conceito de tempo geológico; c) desenvolver um quadro teórico que permita compreender as concepções sobre tempo geológico; d) apresentar sugestões para o desenvolvimento de estratégias e de materiais curriculares capazes de influenciar as concepções dos alunos sobre a história da Terra; e) fornecer condições que permitam reconhecer que há tópicos das ciências da Terra que assumem um papel relevante no desenvolvimento de cidadãos cientificamente literados.

A presente comunicação remete para uma reflexão sobre a natureza do conceito de tempo e apresenta alguns indicadores obtidos a partir da aplicação de um instrumento de recolha de dados concebido com o intuito de obter dados que permitissem caracterizar as concepções de alunos do 3.º ciclo do ensino básico (12-13 anos) acerca da temática do tempo geológico. Procura-se contribuir para melhorar as respostas às necessidades de formação contínua dos professores de geologia através da conceptualização, organização e acompanhamento do processo de ensino, ao nível da temática curricular do tempo geológico.

2. O TEMPO GEOLÓGICO, UM CONCEITO COMPLEXO COM RELEVÂNCIA CURRICULAR

O tempo geológico é um conceito que assume particular relevância no ensino e na aprendizagem das ciências (Alegret, Meléndez & Trallero, 2001), influenciando o estudo de áreas como a evolução biológica, a cosmologia, a ecologia, a geologia, entre outras. Compreender conceitos como o de fósil e o de estrato, que fazem parte de realidades presentes e de realidades que existiram no passado, implica posicioná-los numa escala cronológica (Escribano Ródenas, 2008). De igual modo, a compreensão destes conceitos

influencia a cultura científica dos alunos, podendo ajudá-los a assumirem uma cidadania mais consciente, interventiva e fundamentada, participando em debates sobre problemas ambientais, que têm cada vez mais presente a perspectiva temporal em relação à ocorrência de acontecimentos como, por exemplo, o aquecimento global e a alteração do nível do mar (Trend, 2005).

Reflectir sobre o tempo geológico remete-nos para o questionamento sobre o conceito de tempo. O que é o “tempo”? Para cada um de nós é uma evidência familiar e a experiência comum parece bastar para não duvidarmos da sua existência. O senso comum diz que pouco haverá tão óbvio como o tempo, já que o podemos quantificar, efectuar previsões do quotidiano e separá-lo cronologicamente em ontem, hoje e amanhã. No entanto, podemos questionar se a quantificação do tempo não corresponde à sua própria dissimulação, por detrás de uma mobilidade absolutamente regular. Parece-nos que será difícil enfrentar maior complexidade do que a que encontramos quando pretendemos clarificar a natureza do tempo.

Santo Agostinho (2010) ao reflectir sobre o conceito de tempo refere “Se ninguém me perguntar, eu sei; se o quiser explicar a quem me fizer a pergunta, já não sei” (Livro XI, 14, pp. 310). A reflexão sobre esta temática remete-nos até aos filósofos pré-socráticos, os quais articulavam a pergunta sobre a totalidade da existência com o tempo, que se assume como elemento que impõe a ordem e que nos transporta às origens. Na filosofia de Platão, o tempo – *a imagem móvel da eternidade imóvel* (Klein, 2007) – desenvolve-se em ciclo, tendo subjacente a periodicidade das marés, os solstícios ou as estações do ano. Em Aristóteles, a eternidade platónica é expressa com o suceder do tempo – *o número do movimento de acordo com o antes e o depois* (idem 2007).

Com a revolução científica emerge uma concepção de tempo substancialmente distinta (Coveney & Highfield, 1992), em que este é visto como um parâmetro que vale para todo o tipo de movimento e não só para o uniforme, como pensava Aristóteles. É desta forma que

tempo, espaço e matéria passam a ser os três grandes conceitos da física moderna clássica – o mecanicismo. A análise do tempo passa a ser centrada num contexto físico e encarado como uma realidade transcendente ou como uma relação. Para Newton tempo e espaço não são mais meras categorias dos corpos, são independentes deles e movem-se no respectivo contexto. O carácter absoluto do tempo em Newton é dominante na filosofia moderna, inclusive de Kant que, contudo, introduz uma nova inflexão no modo de considerar a situação – a completa independência do tempo em relação às coisas que nele ocorrem. Com Einstein, o tempo passa a ser percebido como estando afectado pela matéria e energia, podendo ser como que manipulado.

Embora reconhecendo o esforço de aprofundamento efectuado, tanto pela filosofia, como pela ciência, o Homem tem procurado conviver com o tempo através das percepções sobre ele desenvolvidas, estabelecendo no interior do próprio tempo, múltiplas variedades – tempo para pensar, tempo para intervir, tempo para partilhar, tempo para ser. Curiosamente, a expressão anglo-saxónica *deep time* está centrada no entendimento de que o Universo existe desde há muito, enquanto o aparecimento da humanidade se confina aos últimos segundos do metafórico relógio geológico, tendo esta situação, como já foi referido, implicações ao nível da cosmologia, da biologia, da ecologia e, obviamente, das ciências da Terra.

A complexidade da temática do tempo estende-se à educação em ciência, e em particular à educação em geologia (Sequeiros, Pedrinaci & Bergillos, 1996), espelhada em numerosos estudos que têm vindo a ser efectuados (Marques & Thompson, 1997; Dodick & Orion, 2003; Escribano Ródenas, 2008; Bonito *et al.*, 2010). Eles reforçam o facto da abordagem do tempo ser uma tarefa cognitivamente exigente, dificultando a apropriação, por parte dos alunos, do conceito de tempo geológico.

A reflexão sobre o conceito de tempo e o reconhecimento da sua imensidão assumem-se como fundamentais para o enriquecimento de um pensamento que permite integrar o impacte

dos imperceptíveis e lentos processos, como por exemplo sucede no âmbito da geomorfologia, na história da Terra.

3. ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Dado tratar-se de um estudo exploratório considerámos que o questionário era o instrumento mais adequado para a recolha de dados que nos permitissem caracterizar as concepções de alunos sobre o conceito de tempo. Com base na pesquisa bibliográfica efectuada (Dodick & Orion, 2003; Trend, 2005) e na reflexão dos investigadores deste projecto, estabelecemos um enquadramento que nos permitiu conceber o instrumento de recolha de dados utilizado, que visa atingir os objectivos apresentados na Tabela I, validá-lo e implementá-lo num estudo piloto e num estudo principal.

Tabela I – Objectivos das perguntas do questionário.

Objectivos	Perguntas do questionário (Parte II)
1. Diagnosticar as concepções dos alunos acerca do conceito de tempo	1; 1.1; 2.1; 2.2; 3; 4.1; 5; 6.1; 6.2; 4.2; 4.2.1; 7; 7.1; 9
2. Identificar os factores que condicionam a compreensão do conceito de tempo geológico	11.3; 11.5 11.1; 11.2; 11.8; 11.10
3. Diagnosticar a importância que os alunos atribuem ao “tempo” na aprendizagem da Geologia	8; 10; 11.4; 11.6; 11.7; 11.9

A amostra envolvida no estudo principal era constituída por 432 alunos, que no ano lectivo de 2008-2009 frequentavam o 7.º ano de escolaridade (12-13 anos) em vinte e uma escolas do ensino público das zonas Centro e Norte de Portugal.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta comunicação apresentamos os resultados obtidos relativamente ao objectivo 3, que nos permitem explicitar as concepções dos alunos acerca da importância que atribuem ao “tempo” na aprendizagem da Geologia, tendo os indicadores obtidos relativamente aos objectivos 1 e 2 sido apresentados em trabalhos anteriores (Bonito *et al.*, 2010).

No tratamento da informação tivemos em conta o objectivo definido e recorremos ao método *análise estatística descritiva* para tratar os dados recolhidos. Utilizámos o programa SPSS (versão 16) como instrumento de trabalho orientado para a introdução, a organização, a análise e a apresentação dos resultados obtidos.

Analisámos os dados obtidos em três perguntas de estimação do questionário:

- pergunta 8, que visava conhecer as concepções de alunos acerca do tempo que consideram que demoram determinados fenómenos geológicos a ocorrer (vulcanismo, erosão de uma montanha e actividade sísmica);
- pergunta 10, com dez itens avaliados numa escala de resposta de quatro pontos (*desacordo absoluto, desacordo parcial, acordo parcial e acordo absoluto*) e que procurava conhecer a opinião de alunos relativamente à pertinência que atribuem ao tempo geológico para a compreensão de fenómenos e mecanismos geológicos;
- pergunta 11, com quatro itens considerados (11.4, 11.6, 11.7, 11.9) e que foram avaliados numa escala de resposta de quatro pontos (*desacordo absoluto, desacordo parcial, acordo parcial e acordo absoluto*), visando diagnosticar as dificuldades sentidas pelos alunos na aprendizagem do conceito de tempo geológico.

Nas subsecções seguintes damos conta do tratamento dos dados efectuado e procedemos à análise e discussão dos resultados obtidos. No decorrer da análise efectuada procurámos que a reflexão fosse uma prática constante, sistemática e permanente, procurando que dela emergisse um fecundo sentido de orientação e um permanente redimensionamento da análise efectuada.

4.1. Tempo de duração de alguns acontecimentos geológicos

As concepções dos alunos acerca do tempo que demoram determinados fenómenos geológicos a acontecerem foram diagnosticadas na pergunta 8, que pedia para se estabelecer a associação entre uma escala de tempo dada e imagens com três acontecimentos de natureza geológica: A - Formação de uma ilha vulcânica; B - Erosão de uma montanha; C - Actividade

sísmica. Foi considerada a seguinte escala de tempo: I - De um dia até um mês; II - De um mês a um ano; III - De um ano a dez anos; IV - De dez anos a mil anos; V - De mil anos a um milhão de anos; VI - Mais de um milhão de anos.

As Tabelas II e III apresentam a percentagem de respostas dos inquiridos relativamente ao tempo que consideram que foi necessário para que a formação de uma ilha vulcânica tivesse ocorrido.

Tabela II – Percentagem de resposta dos alunos relativamente ao estabelecimento da correspondência entre a escala do tempo e a formação de uma ilha vulcânica.

Tipo de resposta	n	%
Diferente da versão científica	229	65,8
De acordo com a versão científica	119	34,2

Tabela III – Percentagem de resposta dos alunos relativamente à escala de tempo seleccionada para a formação de uma ilha vulcânica.

Escala de tempo	n	%
I – De um dia até um mês	25	7,1
II – De um mês a um ano	44	12,5
III – De um ano a dez anos	54	15,3
IV – De dez anos a mil anos	77	21,9
V – De mil anos a um milhão de anos	97	27,6
VI – Mais de um milhão de anos	55	15,6

Esta pergunta teve cerca de 20% de não respostas. Verificamos que apenas cerca de 34% dos inquiridos estabelece a correspondência esperada entre a escala do tempo e o fenómeno de vulcanismo representado. A análise dos resultados obtidos evidencia que cerca de 65% dos alunos considera que a formação de uma ilha vulcânica ocorreu durante um longo período de tempo (duração superior a 10 anos) e 35% considera que o referido acontecimento é rápido no tempo (duração inferior a 10 anos).

As Tabelas IV e V apresentam a frequência de resposta dos inquiridos relativamente ao tempo que consideram que foi necessário para que tivesse ocorrido a erosão de uma montanha.

Tabela IV – Percentagem de resposta dos alunos relativamente ao estabelecimento da correspondência entre a escala do tempo e a erosão de uma montanha.

Tipo de resposta	n	%
-------------------------	----------	----------

De acordo com a versão científica	222	64,5
Diferente da versão científica	122	35,5

Tabela V – Percentagem de resposta dos alunos relativamente à escala do tempo seleccionada para a ocorrência da erosão de uma montanha.

<i>Escala de tempo</i>	<i>n</i>	<i>%</i>
I – De um dia até um mês	8	2,3
II – De um mês a um ano	22	6,2
III – De um ano a dez anos	33	9,3
IV – De dez anos a mil anos	69	19,4
V – De mil anos a um milhão de anos	125	35,2
VI – Mais de um milhão de anos	98	27,6

Seguindo a tendência da resposta dada na questão anterior, 20,4% dos inquiridos não respondeu a esta pergunta. A análise dos dados permite constatar que 64,5% dos alunos estabelece a correspondência esperada entre a escala do tempo e a erosão de uma montanha. Permite, também, constatar que é maior a percentagem de alunos que considera que a erosão de uma montanha ocorreu durante um período longo de tempo (duração superior a mil anos), com cerca de 63% de escolhas, que a que opina que o referido acontecimento geológico é rápido no tempo (duração inferior a mil anos) (37%).

As Tabelas VI e VII apresentam a frequência de resposta dos inquiridos relativamente ao tempo que consideram que foi necessário para que um sismo ocorresse.

Tabela VI – Percentagem de resposta dos alunos relativamente à correspondência entre a escala do tempo e a ocorrência de um sismo.

Tipo de resposta	n	%
De acordo com a versão científica	235	66%
Diferente da versão científica	121	34%

Tabela VII – Percentagem de resposta dos alunos relativamente à escala do tempo seleccionada para a ocorrência de um sismo.

Escala de tempo	n	%
I – De um dia até um mês	235	66%
II – De um mês a um ano	36	10,1%
III – De um ano a dez anos	31	8,7%
IV – De dez anos a mil anos	33	9,3%
V – De mil anos a um milhão de anos	12	3,4%

VI – Mais de um milhão de anos	9	2,5%
--------------------------------	---	------

Cerca de 17,6% dos inquiridos não respondeu a esta questão. Constatamos que 66% dos alunos estabelece a correspondência esperada entre a escala do tempo e a duração da actividade sísmica, considerando que a actividade sísmica ocorreu durante um período curto de tempo (duração inferior a um mês).

A interpretação dos resultados obtidos permite aproximar-nos das concepções dos alunos acerca do tempo que consideram que demoram a ocorrer determinados acontecimentos geológicos (vulcanismo, erosão de uma montanha e actividade sísmica) e extrair as seguintes evidências:

- a)** Existe um reconhecimento explícito, para a maioria dos alunos, de que os sismos são acontecimentos geológicos que ocorrem num curto período de tempo (66%) e que a erosão de uma montanha é um acontecimento que demora muito tempo a ocorrer. Possivelmente, a ocorrência de um sismo, devido a influências sociais obtidas através da cobertura dada pela comunicação social, facilita a sua classificação como um fenómeno geológico rápido. A erosão das montanhas é explicada aos alunos, pelos professores de Ciências, como um fenómeno muito lento provocado pela acção dos agentes erosivos. Assim, estes dois acontecimentos geológicos são compreendidos pela maioria dos alunos, no que respeita à sua percepção temporal. Na concepção de materiais didácticos não se pode descurar, no entanto, a percentagem de alunos que não responderam correctamente a estas questões;
- b)** Os alunos revelam mais dificuldades na associação correcta do tempo que demoram acontecimentos geológicos lentos (64,5% de respostas de acordo com a versão científica) do que na associação correcta do tempo que demoram acontecimentos geológicos rápidos (66%). Esta diferença pode estar relacionada com o facto de para alunos de 12/13 anos, cujo pensamento formal ainda está em desenvolvimento, ser difícil e complexo libertarem-se de conceitos práticos para passarem a conceitos abstractos;

c) Os alunos revelam dificuldades em estabelecer a associação esperada na duração de fenómenos de vulcanismo (34%), uma vez que consideraram que ocorreram durante um intervalo longo de tempo (duração superior a 10 anos) (65%). Perante os resultados obtidos questionamo-nos acerca do facto da maioria dos alunos ter considerado todo o processo de formação de um vulcão. Se tal se verificou, então os resultados obtidos nesta questão justificam a necessidade de uma reestruturação futura da pergunta. Se os alunos não consideraram o processo de formação do vulcão e consideraram que os fenómenos eruptivos são muito demorados, então este é um dado importante a ter em consideração aquando da concepção de materiais didácticos;

d) A ausência de resposta em percentagens variáveis entre 17 e 20%, leva-nos a pensar que esta pergunta levantou aos alunos dificuldades de alguma natureza, necessitando de ser reformulada num futuro questionário que venha a ser aplicado numa amostra mais alargada.

4.2. Importância atribuída ao “tempo” na compreensão de fenómenos geológicos

De modo a conhecermos a opinião dos inquiridos relativamente à pertinência que atribuem ao tempo geológico na compreensão de fenómenos e mecanismos geológicos, formulámos a pergunta 10, onde foi solicitado aos alunos que manifestassem o seu grau de concordância relativamente a um conjunto de proposições dadas. Os resultados obtidos permitiram construir a Tabela VIII.

Tabela VIII – Distribuição das percentagens de alunos que manifestam concordância absoluta ou parcial nas proposições da pergunta 10.

Proposições	Resultado de concordância (acordo parcial e acordo absoluto)
O tempo geológico...	
10.1. ... permite compreender a tectónica de placas.	63,9 %
10.2. ... permite contabilizar a precipitação de uma determinada região.	53,9 %
10.3. ... permite compreender o desaparecimento dos dinossauros.	73,1 %
10.4. ... não permite compreender a evolução da vida na Terra.	41,6 %
10.5. ... permite explicar a formação de montanhas.	67,5 %
10.6. ...permite medir a variação da temperatura diária de uma determinada região.	55,6 %

10.7. ... permite prever a erupção de um vulcão.	59,7 %
10.8. ... permite explicar a formação do oceano Atlântico.	64,8 %
10.9. ... não permite explicar a diferença da biodiversidade existente na Austrália, relativamente aos outros continentes.	43,6 %
10.10. ... não permite prever a ocorrência de um sismo.	56,6 %

Esta pergunta não foi respondida por 4-6% dos inquiridos. Verificamos que mais de 40% dos alunos manifesta um *acordo parcial* ou *absoluto* relativamente ao facto de considerarem que o tempo geológico não permite a compreensão da evolução da vida na Terra (item 10.4), nem explicar a biodiversidade existente na Austrália, relativamente a outros continentes (10.9). Por outro lado, mais de 50% manifesta *acordo parcial* ou *absoluto* ao reconhecer o contributo que o conceito de tempo geológico pode dar para a compreensão de diversos fenómenos e mecanismos geológicos (itens 10.1, 10.3, 10.5, 10.7 e 10.8). Uma percentagem semelhante de alunos considera que o conceito de tempo geológico não permite prever a ocorrência de um sismo (item 10.10), mas pode dar um contributo importante para a contabilização da precipitação (item 10.2) e da variação de temperatura de uma determinada região (item 10.6). A análise e interpretação dos dados obtidos nesta pergunta permite caracterizar algumas concepções dos alunos relativamente à importância que atribuem ao tempo geológico para a compreensão de fenómenos e de mecanismos geológicos e extrair as seguintes evidências:

- a) O tempo geológico é importante para compreender fenómenos e mecanismos geológicos diversificados (tectónica de placas, desaparecimento dos dinossauros, formação de montanhas, entre outros). Deste modo, podemos considerar que os alunos, em termos globais, associam fenómenos geológicos com morosidade geológica;
- b) Os alunos não dominam, por completo, o conceito de tempo geológico, uma vez que consideram que este é importante para compreender fenómenos geográficos, como a contabilização da precipitação e a variação de temperatura de uma dada região. Consideramos que nesta resposta os alunos podem ter associado estes fenómenos

geográficos ao termo “tempo”, que em linguagem corrente é utilizado para designar o clima de uma região;

c) O tempo geológico permite compreender a evolução da vida na Terra e permite explicar a diferença de biodiversidade existente na Austrália, relativamente aos outros continentes.

Neste ponto, salientamos a compreensão que os alunos têm do conceito de evolução das espécies, abordada para o género *Homo* na disciplina de História.

4.3. Dificuldades sentidas na aprendizagem do conceito de tempo geológico

De modo a obtermos dados que permitissem diagnosticar as concepções dos alunos relativamente às dificuldades que sentem na aprendizagem do conceito de tempo geológico formulámos a pergunta 11, onde era solicitado aos alunos que assinalassem o seu grau de concordância relativamente a um conjunto de proposições dadas (11.4, 11.6, 11.7 e 11.9). Os resultados obtidos permitiram construir a Tabela IX.

Tabela IX – Distribuição da percentagem de alunos que manifestam concordância absoluta ou parcial em algumas proposições da pergunta 11.

Proposições	Resultado de concordância <i>(acordo parcial e acordo absoluto)</i>
O tempo geológico...	
11.4. ... dificulta a compreensão de fenómenos geológicos (ex. formação e erosão de montanhas, ...).	56,1 %
11.6. ... é dispensável na aprendizagem da Geologia.	45,9 %
11.7. ... dificulta a compreensão da história da Terra.	54,9 %
11.9. ... ajuda a compreender os acontecimentos da pré-história.	74,0 %

Uma percentagem variável entre 5-6% dos inquiridos não respondeu a esta pergunta. Na análise dos resultados obtidos podemos identificar nos alunos três tipos de posições: cerca de 56% reconhece que o conceito de tempo geológico dificulta a compreensão de fenómenos geológicos e que dificulta a compreensão da história da Terra; cerca de 46% considera que o tempo geológico é dispensável na aprendizagem da Geologia; 74% é de opinião que o tempo geológico ajuda a compreender os acontecimentos da pré-história.

A análise e a interpretação dos resultados obtidos neste estudo exploratório permitem extrair os seguintes indicadores:

- a)** Os sismos são reconhecidos pelos alunos como sendo acontecimentos geológicos que ocorrem num curto período de tempo, ao contrário do vulcanismo e da erosão de uma montanha que demoram mais tempo a ocorrerem;
- b)** Há mais dificuldades na associação correcta do tempo que demoram acontecimentos geológicos lentos (erosão de uma montanha) do que na associação correcta de acontecimentos geológicos rápidos (sismo);
- c)** O tempo geológico é considerado relevante para a compreensão de fenómenos e de mecanismos geológicos. Os alunos valorizam a importância do conceito de tempo geológico na compreensão de fenómenos geológicos que ocorreram no passado na Terra (tectónica de placas, desaparecimento dos dinossauros, formação de montanhas, formação do oceano Atlântico). Porém, metade dos alunos considera que o tempo geológico não é importante na previsão da ocorrência de acontecimentos relacionados com a história da Terra;
- d)** Existem dificuldades na compreensão do conceito de tempo geológico. Os alunos consideram que é um conceito complexo, que dificulta a compreensão de fenómenos geológicos e da história da Terra, sendo, por isso, considerado dispensável na aprendizagem da Geologia. Dado que não existe uma clarificação nos alunos do conceito de tempo geológico, este é referido como importante para ajudar a compreender os acontecimentos da pré-história (74%);
- e)** Os indicadores obtidos permitem reconhecer que os alunos atribuem importância ao conceito de tempo geológico na aprendizagem da Geologia, apesar de não existir uma clarificação correcta do próprio conceito, o que leva a que o associem a fenómenos que não estão relacionados com acontecimentos geológicos (contabilização da precipitação e variação de temperatura de uma dada região).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os indicadores que emergiram da análise dos resultados obtidos nesta investigação levam-nos a reflectir acerca das dificuldades que os alunos sentem na compreensão do conceito de tempo geológico e na sua valorização na interpretação de acontecimentos e fenómenos geológicos. Consideramos, por isso, que se torna pertinente continuarmos a aprofundar este projecto de investigação, no sentido de podermos ajudar os alunos a clarificarem o conceito de tempo geológico e a valorizarem a sua importância na compreensão da história da Terra. Uma forma de podermos dar o nosso contributo passa pela concepção e implementação de materiais didácticos que integrem actividades práticas diversificadas (de pesquisa, laboratoriais, experimentais, de campo, entre outras), que promovam a compreensão da complexidade do conceito de tempo geológico e o integrem na interpretação de fenómenos e acontecimentos geológicos.

Consideramos, também, que é necessário que a temática do tempo geológico passe a ser abordada e aprofundada na formação contínua de professores de geologia, dado que a abordagem curricular de conceitos complexos, como é o caso do conceito de tempo geológico, não se coaduna com perspectivas redutoras do ensino da geologia. Requer o desenvolvimento de perspectivas integradoras dos fenómenos e acontecimentos geológicos, marcadas por um permanente sentido crítico e para uma atitude de questionamento sistemático relativamente à sua integração na história da Terra. Deste modo os alunos podem compreender a complexidade inerente ao conceito do tempo geológico, valorizando a sua importância na aprendizagem da geologia e no seu próprio crescimento pessoal.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEGRET, L; MELÉNDEZ, A. & TRALLERO, V. (2001). Didáctica del tiempo en Geología: apuntes en internet. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 9 (3), 261-269.
- BONITO, J.; MCDADE, G.; REBELO, D.; MORGADO, M.; MARTINS, L.; MEDINA, J. & MARQUES, L. (2010). Desafio da formação de professores em Portugal: dois estudos no

âmbito das Ciências da Terra. *Memorias del 7mo Congreso Internacional de Educación Superior*. [CD-ROM] (III Taller Internacional “La formación universitaria del personal docente en el mejoramiento de la calidad de la educación”, FOR 168) La Havana: Ministerio de Educación Superior y las Universidades de la República de Cuba.

COVENEY, P. & HIGHFIELD, R. (1992). *La flecha del tiempo*. Barcelona: Plaza y Janés.

DODICK, J. & ORION, N. (2003). Measuring Student Understanding of Geological Time. *Science Education*, 87, 708-731.

ESCRIBANO RÓDENAS, M. (2008). La medida del tiempo geológico: un reto en secundaria. *Actas del XV Simposio sobre Enseñanza de la Geología*, 119-127.

KLEIN, E. (2007). *O Tempo de Galileu a Einstein*. Lisboa. Caleidoscópio Editora.

MARQUES, L. & THOMPSON, D. (1997). Portuguese students' understanding at age 10/11 and 14/15 of the origin and nature of the Earth and the development of Life. *Research In Science and Technological Education*, 15, 29-51.

SANTO AGOSTINHO (2010). *Confissões*. Coleção Livros que Mudaram o Mundo. Oeiras: Público.

SEQUEIROS, L.; PEDRINACI, E. & BERGILLOS, P. (1996). Cómo enseñar y aprender los significados del tiempo geológico: algunos ejemplo. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 4 (2), 113-119.

TREND, R. (2005). Individual, situational and topic interest in geoscience among 11-and 12-year-old children. *Research Papers in Education*, 20 (3), 271-302.