

BONITO e J. Medina (2009). Da complexidade do conceito de tempo geológico às dificuldades de alunos do 3.º ciclo do ensino básico, in F. Paixão e F. R. Jorge (coords.), *Actas do XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências*, (pp. 1014-1022), Castelo Branco, Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Castelo Branco. [ISBN 978-989-95831-2-2]

DA COMPLEXIDADE DO CONCEITO DE TEMPO GEOLÓGICO ÀS DIFICULDADES DE ALUNOS DO 3º CICLO DO ENSINO BÁSICO

Dorinda Rebelo¹; Margarida Morgado²; Luís Marques³; Graça Monteiro⁴; Mário Louro⁵; Luísa Martins⁶; Jorge Bonito⁷; Jorge Medina⁸

(1) Escola Secundária de Estarreja, dorinda.rebelo@gmail.com

(2) Escola Secundária de Viriato (Viseu), morgadommargarida@gmail.com

(3) Universidade de Aveiro, luis@ua.pt

(4) Escola Secundária Alcides de Faria (Barcelos), gracamonteiro88@hotmail.com

(5) Agrupamento de Escolas Professor Carlos Teixeira (Fafe), mario.louro@gmail.com

(6) Escola Secundária Emídio Navarro (Viseu), luisalopesmartins@gmail.com

(7) Universidade de Évora, jbonito@uevora.pt

(8) Universidade de Aveiro, jmedina@ua.pt

Resumo

Esta comunicação insere-se num projecto de investigação educacional¹ em curso, que envolve professores dos Ensinos Básico e Secundário, investigadores em Didáctica das Ciências e especialistas em Geologia. Com ele, pretende-se reflectir sobre o conceito de tempo e aprofundar a compreensão das dificuldades sentidas por alunos do 3º Ciclo do Ensino Básico relativamente ao tempo geológico para, em conformidade, conceber, desenvolver e avaliar estratégias curriculares que contribuam para a melhoria da literacia científica dos discentes.

Palavras-chave: Tempo Geológico; Complexidade; Concepções de Alunos; Ensino Básico, Avaliação.

1. Introdução

O projecto de investigação que enforma esta comunicação tem como objectivos: i) identificar factores sociais e cognitivos que influenciam as concepções sobre tempo geológico; ii) 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; iii) desenvolver um quadro teórico que permita compreender as concepções sobre tempo geológico; iv) apresentar sugestões para o desenvolvimento de estratégias e de materiais curriculares capazes de influenciar as concepções dos alunos sobre a história da Terra; v)

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, aprofundando, de seguida, a discussão do instrumento de recolha de dados elaborado para compreender as concepções de alunos do 3º Ciclo do Ensino Básico acerca da temática em estudo. Pretende-se contribuir para melhorar as respostas às necessidades de formação dos professores na conceptualização, organização e acompanhamento do processo de ensino, ao nível da temática curricular do tempo geológico. Da bibliografia sobre formação de professores regista-se, por um lado, que um bom professor de ciências *should acquire a sound knowledge of scientific concepts and theories ...* (Eurydice, 2006:9) e, por outro, que mesmo em conceitos especialmente complexos é possível encontrar estratégias de envolvimento dos alunos (Cachapuz *et al.*, 2005).

2. O tempo, a sua complexidade e relevância curricular

O tempo para cada um de nós é uma evidência familiar e a experiência comum parece bastar para jamais duvidarmos da sua existência. Por um lado, o senso comum diz que pouco haverá tão óbvio como o tempo, já que o podemos quantificar ou nele efectuar previsões do quotidiano e separá-lo cronologicamente em ontem, hoje e amanhã. 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 nos afoitamos a clarificar a natureza do tempo. É conhecida a posição de Santo Agostinho (séc. IV) referindo que, *...quando não me perguntam, sei o que é o tempo; quando mo perguntam, já não sei* (Saint Augustin, 1982:123).

A natureza do tempo, isto é, o seu estatuto ontológico, a sua relação com o espaço e a sua cognoscibilidade é, sem dúvida, um dos núcleos centrais do pensamento filosófico sendo, porventura, lícito assinalar que toda a ontologia clássica se traduziu numa filosofia do tempo. Também o discurso científico manifesta preocupações com a reflexão sobre o tempo, servindo este de ligação entre os pensamentos filosófico e científico.

A reflexão sobre esta temática é já encontrada nos filósofos pré-socráticos, os quais articulavam a pergunta sobre a totalidade da existência com o tempo que é, afinal, o 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* (ibid., 2007).

Com a revolução científica emerge uma concepção de tempo substancialmente distinta (Coveney & Highfield, 1992), defendendo-o Galileo Galilei numa perspectiva abstracta, vista 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 visto como uma realidade transcendente ou como uma relação.

Para Newton o tempo perde esta transcendência, fluindo sem relação com nada exterior. Tempo e espaço não são mais meras categorias dos corpos, mas 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 visto como estando afectado pela matéria e energia, podendo ser como que manipulado. Na feliz expressão de Klein (2007) ... *o tempo físico perdeu um pouco da sua suposta pureza e muita da sua independência: reencontrou-se inseparavelmente ligado ao espaço, associado à energia, ancorado na matéria* (p. 9). Sabemos que em campos gravitacionais fortes e para observadores em movimento, o fluxo do tempo é condicionado pela massa e pela energia nela contida e daí a posição einsteiniana - *every reference-body has its own particular time; unless we are told the reference-body to which the statement of time refers, there is no meaning in a statement of the time of an event* (The Internet Encyclopedia of Philosophy).

Reconhecendo embora todo o esforço de aprofundamento efectuado, tanto pela filosofia, como pela ciência, continuam por responder questões como - Qual a relação entre o tempo e o universo? Em que consiste afinal o tempo que flui, o qual se não altera, mas que faz com que tudo se altere? Qual a verdadeira relação do tempo com as coisas? Qual a razão por que o tempo possui um sentido? Que convergências existem entre o tempo físico e o tempo vivido? Existe um tempo, ou vários tempos ao mesmo tempo?

Independentemente da oportunidade das interrogações, o Homem tem vindo a procurar 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, ... Carrière (1999) considera que *é bem possível que a nossa época seja o tempo em que os tempos que inventámos estejam a desaparecer, sem que saibamos decidir se é bom ou mau que assim aconteça* (p. 145). 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 implicações ao nível da Cosmologia, da Biologia e, obviamente, das Ciências da Terra. Isto não deixa de contribuir, também, para o nível de uma cultura de intervenção do aluno, tendente ao desenvolvimento de uma cidadania mais consciente. Por exemplo, os actuais debates sobre problemas ambientais 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). Assim, intervir para o “bem-estar” do planeta Terra passa pela compreensão da escala temporal em que os fenómenos que o afectam ocorrem e da necessidade de se actuar em tempo útil se queremos preservá-lo. No entanto, a abordagem curricular do conceito de tempo assume, também, um papel relevante no desenvolvimento de uma cidadania mais exigente.

A complexidade da temática do tempo estende-se à Educação em Ciência, particularmente à Educação em Geologia, o que torna compreensível o número de estudos (Escribano Ródenas, 2008; Dodick & Orion, 2003; Marques & Thompson, 1997) que neste domínio têm vindo a ser efectuados. Eles indicam que a abordagem do tempo é uma tarefa cognitivamente exigente, dificultando a apropriação, por parte dos alunos, do conceito de tempo geológico.

Ao nível da Educação em Geologia, a reflexão sobre o conceito de tempo e o reconhecimento da sua imensidão é fundamental para o enriquecimento de um pensamento que permite compreender o impacte que têm os imperceptíveis e lentos processos, ao nível de mudanças profundas como, por exemplo, sucede no âmbito da geomorfologia.

3. Procedimentos metodológicos - elaboração e administração de um questionário

No sentido de se compreender as concepções de alunos do 7º ano de escolaridade sobre o conceito de tempo, foi construído um questionário que integra questões abertas, fechadas e

de estimação (Pardal & Correia, 1995), o qual passou pela conceptualização e definição de objectivos, pela elaboração de questões e posterior validação do questionário junto de um painel de juizes e pela implementação numa fase piloto.

O questionário administrou-se em dois momentos, referindo-se esta comunicação à implementação e análise de resultados no âmbito do estudo piloto. Os objectivos a atingir são apresentados na Tabela I.

As categorias de conteúdo indicam-se na referida tabela, tendo em conta, por um lado, os conceitos de idade relativa e absoluta e, por outro, a proximidade temporal (escala de tempo convencional e escala de tempo geológico), a proximidade física em relação a diferentes acontecimentos, o grau de abstracção associado à compreensão destes e a importância atribuída ao conceito de tempo na aprendizagem da Geologia.

Objectivos	Categorias de conteúdo	Perguntas do questionário
1. Diagnosticar as concepções dos alunos acerca do conceito de tempo	1.1. O conceito de tempo.	1; 1.1; 2.1; 2.2; 2.3
	1.2 A idade relativa.	3; 4.1; 4.2; 5; 6; 7.1; 7.1.1; 7.2; 8; 8.1
	1.3. A idade absoluta.	4.3; 4.3.1; 8; 8.1
	1.4. Os critérios usados na criação da escala do tempo geológico.	11
2. Identificar os factores que condicionam a compreensão do conceito de tempo geológico	2.1. A proximidade física.	13.3; 13.5
	2.2. O grau de abstracção.	13.1; 13.2; 13.8; 13.10
3. Diagnosticar a importância que os alunos atribuem ao “tempo” na aprendizagem da Geologia	3.1. A relevância do conceito de tempo geológico.	9; 10; 12; 13.4; 13.6; 13.7; 13.9

Tabela I – Objectivos e categorias de conteúdo onde se integram perguntas do questionário.

Ilustra-se, de seguida, a natureza das perguntas que integram o questionário, apresentando três delas, bem como a forma como se articulam com os objectivos definidos.

Em relação ao Objectivo 1, o aluno foi confrontado com a pergunta que consta na Figura 1.

3. Ordena os acontecimentos que se seguem, indicando na Tabela I as letras correspondentes à sua ordem de ocorrência.

- A. 1.ª Guerra Mundial.
- B. Separação da Pangea.
- C. Nascimento do meu pai.
- D. Ocorrência do último tsunami no Índico.
- E. O meu último aniversário.
- F. Formação da Terra.
- G. Expo98.
- H. Nascimento do meu avô.
- I. Extinção dos dinossauros.
- J. Último Campeonato da Europa de Futebol.
- L. Formação da Serra da Estrela.

Mais
Antigo

Mais
Recente

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tabela 1

Figura 1 – Pergunta 3 do questionário.

Para identificar os factores que condicionam a compreensão do conceito de tempo geológico (Objectivo 2) foram colocadas perguntas de estimação como, por exemplo, as que estão indicadas na Figura 2 (“A proximidade física”, itens 13.3 e 13.5; “O grau de abstracção”, itens 13.1 e 13.2).

<i>Afirmações</i> <i>O tempo geológico...</i>	<i>Grau de concordância</i>			
	<i>Desacordo absoluto</i>	<i>Desacordo parcial</i>	<i>Acordo parcial</i>	<i>Acordo absoluto</i>
13.1. ...é um conceito demasiado complexo.				
13.2. ...exige números demasiado grandes.				
13.3. ...relata acontecimentos cronologicamente muito distantes de mim.				
13.4...				
13.5....relata fenómenos não presenciados pelo Homem.				
...				

Figura 2 – Itens da pergunta 13 do questionário.

A consecução do Objectivo 3 do questionário foi procurada através da elaboração da pergunta de estimação (Pergunta 12) apresentada na Figura 3.

<i>Afirmações</i> <i>O tempo geológico é importante porque permite...</i>	<i>Grau de concordância</i>			
	<i>Desacordo absoluto</i>	<i>Desacordo parcial</i>	<i>Acordo parcial</i>	<i>Acordo absoluto</i>
12.1. ...compreender a tectónica de placas.				
12.2. ...contabilizar o volume de precipitação de uma determinada região.				
12.3. ...compreender o desaparecimento dos dinossauros.				
12.4....explicar a variabilidade dos tentilhões das ilhas Galápagos.				
12.5. ...compreender a evolução da vida na Terra.				
12.6. ...explicar a formação de montanhas.				
12.7. ...medir a variação da temperatura diária de uma determinada região.				
12.8....compreender a história da Terra.				
12.9....prever a erupção de um vulcão.				
12.10. ...explicar a formação do oceano Atlântico.				
12.11. ...explicar a diferença da biodiversidade existente na Austrália, relativamente aos outros continentes.				
12.12. ...prever a ocorrência de um sismo.				

Figura 3 – Pergunta 12 do questionário.

Sublinha-se que na análise das questões fechadas e de estimação recorreu-se à análise quantitativa descritiva e nas questões abertas, em que os alunos manifestam a sua opinião, foi utilizada a análise de conteúdo.

4. Resultados preliminares

Em relação ao Objectivo 1, as respostas obtidas permitiram constatar que: para a maioria dos alunos (mais de 85%) a existência do tempo não depende de instrumentos de medida. Das justificações apresentadas sublinha-se o seguinte extracto - *porque se não houvesse tempo não havia uma sucessão dos dias e das noites* (Q40); para cerca de 15% dos alunos, a existência de tempo é função dos instrumentos de medida, como mostra a seguinte passagem - *Não existiria tempo porque não tínhamos maneira de 'controlá-lo' nem de contá-lo* (Q20); em relação à compreensão de expressões coloquiais acerca do conceito de tempo (ex. o significado de *em tempo algum*), verifica-se que a maioria dos alunos não mostra conhecer o seu significado.

Quanto ao Objectivo 2, constatou-se que a maioria dos alunos considera que as principais razões que dificultam a aprendizagem do tempo recaem: na complexidade associada ao conceito de tempo geológico (59%); na grande distância temporal que lhe é inerente (78%) e é expressa através de números consideravelmente grandes (65%) e na necessidade de uma grande capacidade de memorização (69%).

Acerca do Objectivo 3 pode dizer-se que existe alguma divergência em relação à utilização do conceito de tempo para a compreensão de acontecimentos geológicos. Para mais de 50% dos alunos, a referida utilização facilita um melhor entendimento da história da Terra. No entanto, uma percentagem acima dos 40% afirma que tal utilização é um factor dificultador da percepção da história da Terra. Ainda em relação a este objectivo obtiveram-se respostas que permitem inferir que os alunos compreendem com mais facilidade os acontecimentos de curta duração como, por exemplo, os sismos (72%), mas têm dificuldade em perceber acontecimentos que impliquem grande extensão de tempo, como é o caso da modelação do relevo (79%). Curiosamente, cerca de 50% dos alunos revelam que compreender o tempo geológico é dispensável na aprendizagem da Geologia, mas uma percentagem superior a 80% entende que o referido conceito é importante na explicação dos acontecimentos pré-históricos.

A análise das respostas, especialmente as que se articulam com o Objectivo 1, mostram parecer haver alguma relação entre a posição emergente sobre a existência de um tempo

independente de instrumentos de medida e a perspectiva de Newton sublinhada na secção 2, quando defende que tanto o tempo como o próprio espaço não serão mais entendidos como simples categorias dos corpos, mas estão independente deles e para além deles.

Sobre as dificuldades encontradas nas respostas relativas aos factores que condicionam a compreensão do conceito de tempo, poderão ter algum grau de articulação com o entendimento de Galileu Galilei, ao defender uma perspectiva eminentemente abstracta do tempo e visto, até, como uma realidade transcendente. São estas posições que continuarão a dar sentido às questões relacionadas com razão de ser do fluir do tempo e com as convergências existentes entre o tempo físico e o tempo vivido.

Em relação à importância do tempo “profundo” para a compreensão da Geologia, a posição dos que entendem que o “tempo” tem potencialidades para facilitar a compreensão da história da Terra poderá estar a manifestar alguma proximidade com uma ideia referida na secção 2. Do que aí se diz, pressupõe-se que é possível inculcar no tempo registos que são cruciais na história da Terra, na medida em que ele é visto como a “imagem móvel da eternidade imóvel”, isto é, do longo processo desenvolvido desde o início do planeta Terra.

5. Considerações finais

O processo de desenvolvimento do projecto de investigação, particularmente o trabalho efectuado aquando da elaboração do instrumento de recolha de dados e a análise das respostas no âmbito do estudo piloto, mostraram a conveniência de se proceder a uma reflexão, envolvendo os diversos participantes na concepção de materiais curriculares. A intenção é enriquecer o quadro conceptual, mas também conduzir ao reconhecimento de que a natureza do tempo atinge um efectivo grau de complexidade. Esta preocupação merece tanto mais relevo quanto não tem aparecido, de forma explícita, nos estudos que vêm sendo efectuados.

Indicadores do estudo piloto apontaram a oportunidade dos objectivos formulados para o instrumento de recolha de dados, bem como para a respectiva adequabilidade, independentemente da necessidade de se procederem a naturais reajustamentos e, ainda, para a relevância do próprio projecto de investigação.

Referências bibliográficas

Cachapuz, A.; Gil-Pérez, D.; Carvalho, A. M.; Praia, J. & Vilches, A. (2005). *A Necessária Renovação do Ensino das Ciências*. S. Paulo: Cortez Editora.

- Carrière, J. C. (1999). As perguntas da esfinge. In C. David; F. Lenoir & J.-P. Tonnac (Org.). *O fim dos tempos*. Lisboa: Terramar.
- 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.
- Eurydice. The Information network on education in Europe (2006). *Science teaching in schools in Europe. Policies and research*. Brussels: Eurydice European Unit. Disponível em www.eurydice.org
- 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.
- Pardal, L. & Correia, E. (1995). *Métodos e técnicas de investigação social*. Porto: Areal Editores.
- Saint Augustin (1982). *Confession*. Livre XI. Trad. L. Mandalon. Paris: Ed. Seuil. The Internet Encyclopedia of Philosophy. What does Science Require of Time? In <http://www.iep.utm.edu/time.htm>. Consultado em 16.01.2009.
- 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.

ⁱ “Deep time in schooling: contributions of students’ perceptions for the development of scientifically literate citizens”, em curso no Centro de Investigação em Didáctica e Formação de Formadores (CIDFF), da Universidade de Aveiro.