

## **Catastrofismo ou gradualismo? – Concepções de alunos sobre causas das extinções em massa e perda de biodiversidade no Holocénico**

### ***Catastrophism or gradualism? Conceptions of students about the causes of mass extinctions and the loss of biodiversity during Holocene***

**J. TORRES** – [jmsstorres@hotmail.com](mailto:jmsstorres@hotmail.com) (Centro de Geologia da Universidade do Porto)

**A. ALMEIDA** – [aalmeida@eselx.ipl.pt](mailto:aalmeida@eselx.ipl.pt) (Centro Interdisciplinar de Estudos Educacionais)

**C. VASCONCELOS** – [cvascon@fc.up.pt](mailto:cvascon@fc.up.pt) (Centro de Geologia da Universidade do Porto)

*RESUMO:* Realizou-se um estudo descritivo de levantamento de concepções de alunos do 12º ano sobre as extinções em massa. É indicado que as extinções, nomeadamente as mais actuais, extinção do Pleistocénico e a perda de biodiversidade da época Holocénica, resultam de causas antropogénicas, sendo menos referidas as causas naturais ou o evolucionismo. Por outro lado, importou saber o posicionamento dos alunos face a causas catastróficas ou graduais.

*PALAVRAS-CHAVE:* *catastrofismo, gradualismo, extinções em massa, biodiversidade, concepções de alunos.*

*ABSTRACT:* *We conducted a descriptive study of raising conceptions of students of the last year of high school about mass extinctions. It is mentioned that the extinctions, particularly the Pleistocene extinction and biodiversity loss in Holocene, result from strong anthropogenic causes, being less mentioned natural causes or evolution. On the other hand, it was important to know the position of students related to catastrophic or gradual causes.*

*KEYWORDS:* *catastrophism, gradualism, mass extinctions, biodiversity, students conceptions.*

### **1. INTRODUÇÃO**

A obra de Charles Lyell, *Principles of Geology*, cuja primeira edição foi publicada em 1830, corresponde a um tratado considerado um marco importante na história da Geologia. O conceito de Uniformitarismo, um dos princípios metodológicos básicos da Geologia, é considerado por alguns autores como sinónimo de actualismo (todos os fenómenos geológicos podem ser explicados por processos que ainda existem; isto é, o presente é a chave para o passado), opondo-se ao conceito de Catastrofismo (cujos defensores justificam, por exemplo, o fim das eras geológicas devido a fenómenos especiais e diversificados, mas episódicos e bem limitados no tempo). Contudo, o Uniformitarismo ainda hoje não possui um significado consensual podendo, ainda, ser associado a outros dois significados: as leis da Natureza são uniformes; as mudanças geológicas processam-se de forma lenta e gradual, sem descontinuidades súbitas, nem catástrofes (Amador, 2001). Por outro lado, Darwin, grande amigo de Lyell, referiu as surpreendentes e repetidas extinções ao longo do tempo geológico descartando todas as

observações que apontassem para fenómenos catastróficos e remetendo-as para imperfeições dos registos geológicos, isto é, ausência de registo fóssil durante longos períodos (Courtillet, 1999). Amador (2001) refere que a visita de Lyell ao Templo de Serapis (Puzzuolli-Itália), levou o autor a observar o que designou por evidência inequívoca de mudanças geológicas graduais. Segundo Lyell (1997), as colunas destas ruínas revelavam, a uma determinada altura, marcas da fixação de moluscos, o que indiciava que as colunas já teriam estado parcialmente submersas, isto é, que o nível da água do mar, e os respectivos movimentos de elevação e subsidência, tinham sofrido modificações graduais por duas vezes. Contudo, nem todos os paleontólogos concordam com algumas das conclusões de Lyell. Por exemplo, Ager (1993), no seu livro *The New Catastrophism: The importance of rare event in geological history*, recorre à imagem dos pilares de Puzzuoli para simbolizar o “novo catastrofismo”. Para este paleontólogo, eles não indicam mudanças graduais no nível do mar ao longo do tempo, como referido por Lyell. Antes pelo contrário, refere que as mudanças do nível do mar devem ter ocorrido rapidamente e, embora confirmem as ideias de Lyell relativamente ao actualismo dos processos geológicos, indicam alterações repentinas e não graduais. Segundo este autor, as alterações do nível do mar resultaram de fenómenos vulcânicos episódicos que, na sua opinião, foram catastróficos. Embora rejeitando todas as ideias criacionistas (que nem considera serem científicas), este autor refere a necessidade dos geólogos reescreverem a história da geologia, nomeadamente porque durante um século e meio o gradualismo de Lyell limitou qualquer referência a fenómenos catastróficos. Contudo esclarece, ao longo do seu livro, que a palavra catastrofismo, ou a designação por si adoptada (novo catastrofismo), poderão não ser a melhor opção, referindo como alternativa palavras como “eventos periódicos” ou “eventos episódicos”. Com refere Alvarez (2000, p. 178), “embora nenhum cientista duvide de que ‘a maior parte’ das mudanças da Terra sejam graduais, os geólogos agora são livres para explorar eventos catastróficos ocasionais que pontuaram a história da Terra”.

## 2. EXTINÇÕES EM MASSA E PERDA DE BIODIVERSIDADE NO HOLOCÉNICO

Há cerca de 65 M.a., provavelmente devido ao impacto meteórico que formou a cratera Chicxulub na Península de Yucatan perto do Golfo México, ocorreu a extinção em massa mais conhecida entre os alunos portugueses, até porque é referida em manuais do 12º ano de escolaridade. Alguns autores apontam outras causas como, por exemplo, alterações climáticas ou erupções vulcânicas. O que é certo é que se extinguiram cerca de 26% de famílias marinhas, 47% de géneros marinhos e 18% de famílias de vertebrados terrestres, incluindo os dinossauros. Contudo, outras quatro grandes extinções são, também, largamente conhecidas pelo público em geral. A extinção do final do Triásico, há cerca de 200 M.a., provavelmente devido a grandes escoadas de lava provenientes de erupções da actual Crista Média Atlântica que poderão ter provocado um aquecimento global mortal, levou à extinção de 22% de famílias marinhas, 52% de géneros marinhos e à morte de alguns vertebrados. A extinção Permico-Triásico, há cerca de 251 M.a., teve como causa provável o impacto de um cometa ou de um asteróide, ou erupções vulcânicas nas grandes elevações Siberianas e associadas perdas de oxigénio no mar. É considerada a maior extinção em massa pois reduziu a vida a 10% (ou menos) da sua diversidade (Benton, 2008). A extinção do final do Devónico, período sobre o qual pouco se sabe relativamente a espécies terrestres, ocorreu há cerca de 359 M.a. devido a causas desconhecidas. Levou à morte de 22% de famílias marinhas e 57% de géneros marinhos. A mais antiga extinção em massa conhecida, ocorreu há cerca de 444 M.a., provocada por uma descida do nível do mar há medida que os glaciares se formavam e pelo respectivo aumento devido ao degelo. O resultado foi a morte de 25% de famílias e 60% de géneros marinhos. A grande extinção que ocorreu no chamado tempo recente, ou seja, nos últimos 50 000 anos, atingiu particularmente, embora não exclusivamente, a Austrália entre 40000 a 50000 anos e as Américas há perto de 12000 anos. Razões diversas podem ser destacadas para justificar o interesse particular por este

acontecimento geológico. Desde logo, a sua ocorrência recente em termos geológicos; depois a selectividade desta grande extinção que atingiu particularmente os grandes mamíferos terrestres e as aves não voadoras que nidificam no solo, e conduziu ao desaparecimento no planeta de metade dos géneros de animais com um peso superior a 45 kg; e finalmente pela polémica associada às suas causas, em que um número significativo de investigadores defende como principal a acção humana. Martin (2005) sistematiza os argumentos desta polémica em que a acção humana rivaliza com as alterações climáticas, causa principal defendida por alguns paleontólogos. Para este autor, a 6ª grande extinção ocorreu sem qualquer correlação com a mudança climática ou qualquer outro factor que não o do impacto da expansão humana pelo planeta. À medida que a nossa espécie se dispersou por vários continentes e ilhas foi destruindo principalmente a megafauna que encontrou. As extinções dos grandes mamíferos foram também acompanhadas do desaparecimento de algumas aves necrófagas e de espécies comensais e simbióticas que se alimentavam dos seus parasitas externos. Exemplo paradigmático desta acção negativa foi o que aconteceu com a entrada dos paleo-índios no Novo Mundo. Pela sua acção foram exterminadas três espécies de mamutes, as preguiças terrícolas, o tigre de dentes de sabre, camelos de uma bossa, cavalos e castores gigantes, entre muitas outras espécies agora emblemáticas. De igual modo, os colonos humanos que antes tinham chegado à Austrália, e aqueles que posteriormente durante o Holocénico atingiram a Nova Zelândia e Madagáscar, extinguiram selectivamente grande parte do elenco da megafauna destes locais. Assim, aparentemente a selectividade das extinções do final do Pleistocénico, manteve-se durante o Holocénico. Contudo, Mackay (2009) refere que durante esta última época, fruto da emergência da agricultura e especialmente da domesticação de animais, o impacto negativo do ser humano faz-se sentir em outros grupos taxonómicos. Por exemplo, os ambientes aquáticos de água doce foram modificados através da diminuição do volume de água disponível, sofreram o impacto de espécies invasoras e viram alterada a qualidade da água por enriquecimento de nutrientes e consequente eutrofização. Estas alterações tiveram um efeito catastrófico na diversidade de peixes e invertebrados destes ambientes. Alguns investigadores acreditam que estejamos actualmente nos estágios iniciais de uma grande diminuição da biodiversidade causada pela espécie humana.

### 3. METODOLOGIA

Foi realizado um estudo piloto, do tipo descritivo, apoiado num *survey* com aplicação de questionário para verificar o conhecimento dos alunos acerca das extinções que ocorreram ao longo da história da Terra. A amostra foi constituída por 43 alunos do 12º ano de escolaridade que frequentavam escolas públicas dos distritos do Porto e Lisboa. A faixa etária compreendia alunos entre os 16 e os 20 anos, sendo os participantes maioritariamente masculinos (58,1%). O questionário, aplicado pelo professor de Geologia dos alunos em cerca de 30 minutos, foi validado por dois especialistas em Didáctica da Geologia.

### 4. RESULTADOS

Os resultados do questionário serão apresentados por questão, permitindo o conhecimento dos itens e uma análise dos resultados. Assim, a primeira questão referia-se ao gradualismo ou catastrofismo como causa das extinções em massa. A maioria das respostas apontou para causas graduais (48,8%) motivadas pela escassez de alimento, alterações climáticas, alterações nos habitats e selecção natural. Contudo, não muito distante ficou a frequência de respostas catastróficas ( $f=19$ ; 44,2%), justificadas, por exemplo, por catástrofes naturais, impacto de asteróides/meteoritos e alterações da cadeia alimentar. Apenas três alunos referiram que as causas podiam ser graduais ou catastróficas e mencionaram a mesma justificação: a acção humana provoca extinção gradual e o impacto de meteoritos provoca extinções catastróficas. A questão três solicitava que os alunos indicassem três espécies (ou grupos) de seres vivos (animais

ou plantas) de cuja extinção tivessem conhecimento. Nesta questão, um aluno referiu apenas duas espécies de seres vivos e os restantes 42 indicaram três espécies que consideram extintas, sendo apontadas quatro espécies que, actualmente, não se encontram extintas. Desta forma, tanto o Lince Ibérico como o tigre de bengala foram referidos duas vezes e o Urso Polar e o Narval uma. Os dinossauros foram os seres vivos mais apontados ( $f=35$ ), seguidos das trilobites ( $f=29$ ), das amonites ( $f=25$ ), dos mamutes ( $f=13$ ), do tigre de dente de sabre ( $f=7$ ), do dodó ( $f=5$ ), dos graptólitos ( $f=3$ ) e das belemnites ( $f=2$ ). As goniatites, glossopteris e espécies marinhas foram referidas apenas 1 vez. A questão seguinte pedia aos alunos para ordenarem de forma temporalmente correcta a extinção das três espécies referidas anteriormente. Os resultados indicaram que 21 alunos (48,8%) ordenaram as extinções de forma correcta e 15 (34,9%) de forma incorrecta. Dos alunos que assinalaram os dinossauros nesta questão, apenas um não respondeu, mas 10 localizaram correctamente a extinção destes seres vivos (28,6%). Em relação à localização da extinção das trilobites, das amonites e dos mamutes, 13,8%, 20,0% e 23,1% dos respondentes, respectivamente, fizeram-na de forma correcta. A extinção do tigre de dente de sabre foi correctamente assinalada por três alunos (42,8%) e a do dodó por outros três alunos (60,0%). A extinção dos graptólitos, belemnites e goniatites não foi bem localizada por nenhum aluno, enquanto que o único aluno que referiu glossopteris localizou a sua extinção de forma correcta. Uma outra questão perguntava aos alunos possíveis causas das extinções da época Holocénica. Nesta questão, apenas três alunos apresentaram resposta única e todos os outros indicam 2 ou 3 causas como responsáveis pelas extinções actuais. A causa apontada por todos os alunos é “actividade humana com impacto no ambiente” ( $f=43$ ), sendo as “alterações climáticas” a segunda causa mais apontada ( $f=40$ ). Apenas 5 alunos sugerem outras causas, para além das duas referidas. Sendo assim, 1 aluno aponta “imposições divinas”, outro indica “inversões do campo magnético” e três referem “fenómenos naturais com destaque para o vulcanismo intenso”. Contudo, a análise da questão seguinte, permitiu verificar que apesar de terem sido referidas mais do que duas causas responsáveis pelas extinções actuais, apenas as duas causas mais apontadas são justificadas. Estas são explicadas de forma conjunta e com argumentos tais como: poluição, desflorestação, urbanização, efeito de estufa, esgotamento de recursos naturais, caça e pesca, animais em cativeiro, comercialização de espécies exóticas, glaciação e degelo. Note-se que apenas os dois últimos argumentos estão relacionados com causas naturais, estando todos os outros com causas antropogénicas. Na última questão (“Muitos peritos encaram com apreensão o número de espécies que se extinguem actualmente. Na sua opinião, por que motivos este facto pode ser preocupante?”) a maior parte dos alunos (90,7%) apontou como motivo o “desequilíbrio do ecossistema”, quer seja pela ruptura da cadeia alimentar, quer pelas alterações dos ciclos de vida, quer pela redução da biodiversidade e pela insustentabilidade da vida na Terra. O segundo motivo referido por apenas dois alunos (4,6%) destaca a falta de ética por parte do ser humano, salientando que devido a causas antropocêntricas muitas espécies são extintas.

### Referências

- Amador, F. & Contencas, P. (2001) - *História da Biologia e da Geologia*. Universidade Aberta, Lisboa.
- Ager, D. (1993) – *The New Catastrophism: The importance of the rare event in geological history*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Benton, M. J. (2008) – *When life nearly died: The greatest mass extinction of all time*. Thames & Hudson, London.
- Courtillot, V. (1999) - *Evolucionary Catastrophes: The science of mass extinction*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lyell, C. (1997) - *Principles of Geology*. Penguin Books, London.
- Alvarez, W. (2000) – *T. rex e a cratera da destruição: A história que esperou 65 milhões de anos para ser contada*. Bizâncio, Lisboa.
- Mackay, A. W. (2009) - An introduction to Late Glacial-Holocene environments. In S. T. Turkey (Edt.), *Holocene Extinctions*, Oxford University Press, Oxford, 1-15.
- Martin, P. S. (2005) - *Twilight of the mammoths. Ice age extinctions and the rewilding of America*. University of California Press, Berkeley.