



O GRANDE ARROTO: UM DIA-NÃO NO PALEOCÉNICO

TEMA

O aquecimento global e a extinção do Paleocénico.

NÍVEL DE ESCOLARIDADE

2º Ciclo do Ensino Básico

QUESTÃO

Como pode o aquecimento global ter sido responsável pelo fenómeno de extinção do Paleocénico ocorrido há 55 milhões de anos?

OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM

Os alunos deverão ser capazes de descrever a generalidade dos eventos ocorridos durante o fenómeno de extinção do Paleocénico.

Os alunos deverão ser capazes de descrever os processos que se crê terem originado o aquecimento global.

Os alunos deverão ser capazes de perceber como é que o aquecimento global pode ter estado na origem do fenómeno de extinção do Paleocénico.

MATERIAIS

Materiais de desenho (para os alunos que construirão o cronograma geológico).

EQUIPAMENTO AUDIOVISUAL

Nenhuns (as ilustrações presentes em <http://www.uky.edu/KGS/education/activities.html#time> e/ou <http://www.palaeos.com> podem ser usadas pelos alunos que construirão o cronograma geológico, mas são opcionais.)

DURAÇÃO DA ACTIVIDADE

Um ou dois períodos lectivos de 45 minutos, acrescidos de tempo para pesquisa em grupo.

DISPOSIÇÃO DA SALA

Grupos de 4 a 6 alunos

NÚMERO MÁXIMO DE ALUNOS

30

PALAVRAS CHAVE

Cold seeps (zonas de emissão de fluidos frios)

"Gelo" de hidratos de metano

Clatrato

Arqueobactérias metanogénicas

Gases com efeito de estufa

Efeito de estufa

Fenómeno de extinção do Paleocénico

Explosão câmbrica

INFORMAÇÃO DE APOIO

O *Blake Ridge* é um grande depósito sedimentar localizado a cerca de 400 km a leste de Charleston, na Carolina do Sul, no talude e rampa continentais dos Estados Unidos. A aresta da crista estende-se para sudoeste, mais ou menos perpendicular à rampa continental, ao longo de mais de 500 km e a uma profundidade entre 2000 e 4800 m. Nos últimos 30 anos, o Blake Ridge tem sido extensamente estudado devido aos grandes depósitos de hidratos de metano encontrados na área. O hidrato de metano é um tipo de clatrato, substância química na qual moléculas de um material (neste caso a água) formam uma estrutura aberta que encerra moléculas de outro material (o metano) sem que se formem ligações químicas entre os dois compostos. (Para ver um modelo de um clatrato de hidrato de metano, visitar http://198.99.247.24/scng/hydrate/abouthydrates/about_hydrates.htm).

O metano é produzido em diversos ambientes, por um grupo de *Archaea* conhecidas como arqueobactérias metanogénicas. Estas bactérias obtêm energia por um processo anaeróbico através do qual decompõem matéria orgânica contida em plantas e animais mortos. Quando este processo ocorre em sedimentos oceânicos de grande profundidade, as moléculas de metano estão rodeadas de moléculas de água e as condições de baixa temperatura e pressão elevada favorecem a formação de hidratos de metano estáveis, tipo gelo. Os cientistas estão interessados nestes compostos por vários motivos. Um dos mais importantes é a possibilidade de os utilizar como fonte energética. A *U.S. Geological Survey* estimou que, à escala global, os hidratos de metano poderão conter o dobro do carbono presente em todas as reservas de carvão, petróleo e gás natural em simultâneo. Para além da sua potencial importância enquanto fonte de energia, os cientistas descobriram que os hidratos de metano estão associados a comunidades biológicas invulgares e possivelmente únicas. Em Setembro de 2001, a expedição *Ocean Exploration Deep East* explorou a aresta do Blake Ridge a uma profundidade de 2154 m e descobriu comunidades associadas aos hidratos de metano contendo espécies anteriormente desconhecidas que poderão ser uma fonte de úteis compostos farmacológicos.

Embora estes potenciais benefícios sejam interessantes, os hidratos de metano também podem causar grandes problemas. Embora permaneçam estáveis nas profundezas submarinas por longos períodos de tempo, à medida que os sedimentos se afundam mais e mais eles são aquecidos pelo núcleo da Terra. A temperatura no interior dos sedimentos eleva-se tanto que os clatratos deixam de ser estáveis, libertando gás metano. A uma profundidade de 2km abaixo de água, este ponto é atingido a cerca de 500m no interior do sedimento. O gás pressurizado permanece aprisionado sob centenas e centenas de metros de sedimentos que estão soldados por hidratos de metano ainda congelados. Se os sedimentos das camadas superiores forem fragmentados por um terramoto ou por um deslizamento de terras subaquático, o metano pressurizado pode

escapar subitamente, produzindo uma violenta explosão debaixo de água que pode resultar em *tsunamis* (maremotos) desastrosos.

A libertação de grandes quantidades de metano pode ainda ter outras consequências. O metano pertence ao grupo dos chamados "gases com efeito de estufa". Na atmosfera, estes gases deixam-se atravessar pela radiação solar mas absorvem a energia calorífica que é irradiada à volta pela superfície da terra, aquecendo assim a atmosfera. Muitos cientistas têm sugerido que o aumento da quantidade de dióxido de carbono na atmosfera originado pela queima dos combustíveis fósseis está a originar um efeito de estufa que está a aquecer gradualmente a atmosfera e a superfície da Terra. Uma libertação repentina de metano dos sedimentos do fundo do mar poderia ter um efeito semelhante, uma vez que o este gás possui 30 vezes mais capacidade de aprisionar calor do que o dióxido de carbono.

Em 1995, o paleoceanógrafo australiano Gerald Dickens sugeriu que uma libertação súbita de metano a partir de sedimentos submarinos durante o período Paleocénico (no final do Período Terciário, há cerca de 55 milhões de anos) teria provocado um efeito de estufa que elevou as temperaturas do fundo do mar em cerca de 6° C. O resultado foi a extinção de muitos dos organismos das profundezas do oceano, conhecida como o fenómeno de extinção do Paleocénico. Mais recentemente, outros cientistas sugeriram que acontecimentos semelhantes poderão ter contribuído para as extinções em massa ocorridas durante o Período Jurássico (há cerca de 183 milhões de anos), assim como para o súbito aparecimento de inúmeros novos filos animais durante o Período Câmbrico (a "explosão câmbrica", há cerca de 520 milhões de anos).

Um dos objectivos chave da expedição *Windows to the Deep Ocean Exploration*, em 2003, foi investigar a possível libertação de metano para a atmosfera a partir dos hidratos de metano e o potencial impacto destas descargas sobre o aquecimento global. Esta actividade centra-se nos hidratos de metano, no aquecimento global e no fenómeno de extinção do Paleocénico.

PROCEDIMENTO

1. Conduzir uma discussão introdutória sobre a expedição *Windows to the Deep Ocean Exploration*, em 2003. Nesta altura, referir apenas que a expedição investigou regiões do Blake Ridge contendo substâncias chamadas hidratos de metano. Explicar que os cientistas vêm muitas vezes a descobrir que acontecimentos aparentemente não relacionados uns com os outros revelam, afinal, estar estreitamente ligados e que isso é especialmente verdade para processos que decorrem a uma escala global ao longo de grandes períodos de tempo. Dizer-lhes que vão investigar as possíveis ligações entre os hidratos de metano, o aquecimento global e o fenómeno de extinção em massa ocorrido há cerca de 55 milhões de anos.
2. Atribuir a um ou mais grupos a pesquisa dos seguintes tópicos:
 - Hidratos de metano – o que são, onde se encontram e porque é que são importantes
 - Aquecimento global - o que é que os cientistas pensam poder ser a sua causa.
 - O fenómeno de extinção do Paleocénico – o que aconteceu e quais foram as possíveis causas
 - Resumo da história geológica – este grupo deverá criar um cronograma mostrando quando decorreu o Paleocénico e alguns outros eventos da história geológica.
 - Os *sítes* <http://www.uky.edu/KGS/education/geologictimescale.pdf> e <http://www.uky.edu/KGS/education/activities.html#time> possuem inúmeros recursos e informações importantes para esta actividade. Na verdade, a informação é tanta que, se se desejar, pode fazer-se desta uma actividade separada envolvendo toda a turma.

Poder-se-ão encaminhar os alunos para as fontes de informação listadas na secção de Recursos (todas ou apenas uma selecção) ou pedir-lhes que encontrem eles próprios estas ou outras fontes de informação.

3. Cada grupo deverá apresentar os resultados da sua pesquisa. Depois de terminadas as apresentações, dever-se-á coordenar uma discussão sobre a forma como estes tópicos podem estar relacionados. Assegurar que os alunos compreendem o que são os hidratos de metano, por que razão eles possuem interesse prático e importância para nós, como podem libertar periodicamente grandes quantidades de gás metano para a atmosfera e quais poderão ser as consequências dessas emissões em especial no caso do fenómeno da extinção do Paleocénico. Fazer com que os alunos debatam sobre se estes acontecimentos são necessariamente maus. Poderá ter interesse sublinhar que alguns cientistas acreditam que um fenómeno de aquecimento global levou ao aparecimento de inúmeros novos grupos de animais, incluindo possivelmente os nossos ancestrais remotos. Os alunos deverão reconhecer que o ser ou não “mau” depende da perspectiva: se a nossa espécie se extinguir, provavelmente considerar-se-á negativo, mas se um fenómeno de aquecimento viabilizar a existência da nossa espécie, provavelmente considerá-lo-emos positivo. A questão é que o aquecimento global na nossa era poderá ter consequências extremamente nefastas para as populações humanas (e provavelmente para muitas outras), mas outras espécies poderão beneficiar desse acontecimento.

A LIGAÇÃO À “BRIDGE”

www.vims.edu/bridge/ -Escrever "greenhouse" na caixa de pesquisa e em seguida clicar em "search" para visualizar as entradas relativas ao aquecimento global e ao efeito de estufa do site da BRIDGE.

A LIGAÇÃO A “MIM PRÓPRIO”

Pedir aos alunos que escrevam um pequeno texto abordando dois pontos de vista: um descrevendo de que forma um fenómeno de extinção global é positivo e outro descrevendo como o mesmo fenómeno é negativo.

LIGAÇÕES A OUTRAS DISCIPLINAS

Língua Portuguesa, Biologia, Química

AVALIAÇÃO

Os seguintes trabalhos, isoladamente ou em conjunto, constituem matéria de avaliação : Resultados da componente de pesquisa da actividade e apresentação dos mesmos. Relatórios individuais ou em grupo, interpretando o conjunto dos resultados da pesquisa de todos os grupos antes da discussão geral.

SUPLEMENTOS

Registar-se em <http://oceanexplorer.noaa.gov> para se manter ao corrente das últimas descobertas da expedição ao Blake Ridge e descobrir o que os investigadores estão a aprender acerca das comunidades dos *cold-seeps*.

Registar-se em http://oceanography.geol.ucsb.edu/Ocean_Materials/Mini_Studies/Greenhouse_gases/Greenhouse_gases.html para informação adicional e actividades relacionadas com o efeito de estufa.

RECURSOS

<http://oceanexplorer.noaa.gov> - Seguir diariamente a expedição ao Blake Ridge, à medida que vão sendo publicados documentários e descobertas que podem ser usados nas aulas.

http://198.99.247.24/scng/hydrate/about-hydrates/about_hydrates.htm - *Website do National Methane Hydrate R&D Program*

http://www.resa.net/nasa/ocean_methane.htm - Hiperligações para outros sites com informação sobre os hidratos de metano e comunidades associadas.

<http://www.uky.edu/KGS/education/geologictimescale.pdf> e <http://www.uky.edu/KGS/education/activities.html#time> - Excelentes recursos sobre o tempo geológico e os principais acontecimentos da história da Terra.

<http://www.rps.psu.edu/deep/> - Notas de outras expedições de exploração de outras comunidades marinhas de profundidade.

<http://ridge2000.bio.psu.edu/nonsciencelinks.htm> - Hiperligações para outros sites de exploração das profundezas do oceano.

<http://www.ocean.tamu.edu/education/oceanworld/resources/> - Hiperligações para outros sites relacionados com o oceano

<http://www.geol.ucsb.edu/faculty/valentine/Valentine%202002.pdf> - Síntese dos processos quimiossintéticos à base de metano

<http://www.palaeos.com> - Muita informação sobre a vida na Terra, geocronologia, paleontologia, etc., com inúmeras ilustrações.

Paull, C.K., B. Hecker, C. Commeau, R.P. Feeman-Lynde, C. Nuemann, W.P. Corso, G. Golubic, J. Hook, E. Sikes, and J. Curry. 1984. Biological communities at Florida Escarpment resemble hydrothermal vent communities. *Science* 226:965-967 – relatório preliminar sobre as comunidades dos *cold seeps*.

Kirschvink, J. L. and T. D. Raub. 2003. A methane fuse for the Cambrian explosion: carbon cycles and true polar wander. *Comptes Rendus Geoscience* 335:65-78. Artigo sobre o possível papel da libertação de metano na rápida diversificação dos grupos de animais. Também disponível *online* em www.gps.caltech.edu/users/jkirschvink/dfs/KirschvinkRaubComptesRendus.pdf

Simpson, S. 2000. Methane fever. *Scientific American* (Fev. 2000) pp 24-27. Artigo sobre o papel da libertação de metano no fenómeno de extinção do Paleocénico.

PARA MAIS INFORMAÇÕES

Paula Keener-Chavis, Coordenadora para a Educação Nacional /Bióloga marinha
NOAA Office of Exploration
Hollings Marine Laboratory
331 Fort Johnson Road, Charleston SC 29412, EUA.
(001) 843.762.8818
(001) 843.762.8737 (fax)
paula.keener-chavis@noaa.gov

AGRADECIMENTOS

Este plano de aulas foi elaborado por Mel Goodwin, PhD, The Harmony Project, Charleston, SC, EUA, da National Oceanic and Atmospheric Administration. Se o reproduzir, por favor cite a NOAA como fonte e indique o seguinte URL: <http://oceanexplorer.noaa.gov>