



AFASTEM-SE!

TEMA

Efeitos da poluição sobre a diversidade das comunidades bentónicas.

NÍVEL DE ESCOLARIDADE

2º Ciclo do Ensino Básico

QUESTÃO

Como é que a poluição afecta a diversidade biológica das comunidades bentónicas?

OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM

Os alunos serão capazes de discutir o significado de “diversidade biológica” e serão capazes de comparar os conceitos de “variedade” e “abundância relativa” no contexto da biodiversidade.

A partir de informações sobre número de indivíduos, número de espécies e diversidade biológica em vários locais, os alunos serão capazes de inferir os possíveis efeitos das actividades de prospecção petrolífera n as comunidades bentónicas desses locais.

MATERIAIS

- Cópias de “Dados biológicos de amostras recolhidas na vizinhança do campo petrolífero de Ekofisk , Mar do Norte” (uma por cada grupo de alunos)
- Papel milimétrico

EQUIPAMENTO AUDIOVISUAL

- Ardósia e giz, quadro branco e marcadores ou retroprojector e acetatos para as discussões de grupo

DURAÇÃO DA ACTIVIDADE

Uma aula de 45 minutos

DISPOSIÇÃO DA SALA

Grupos de 4 a 6 alunos

NÚMERO MÁXIMO DE ALUNOS

30

PALAVRAS CHAVE

Diversidade
Índice de diversidade
Riqueza das espécies
Homogeneidade de espécies
Poluição

INFORMAÇÃO DE APOIO

A 28 de Agosto de 2005, o Furacão Katrina varreu o Golfo do México, reunindo forças para se tornar numa tempestade de grau 3 que se veio a revelar a mais cara – e uma das mais mortais – da história dos E.U.A.. Quatro dias mais tarde, o Serviço de Gestão de Minerais (SGM) do Departamento do Interior informou que a produção de petróleo do Golfo do México tinha caído 90% e a de gás natural mais de 78%. Nas semanas que se seguiram, as faltas de combustível e as subidas astronómicas dos preços sublinharam a importância da produção petrolífera do Golfo do México para os Estados Unidos.

Com efeito, aquela região produz mais petróleo do que qualquer outra no país, ainda que as suas reservas oficiais sejam inferiores às do Alasca e do Texas. O *San Francisco Chronicle* relata que as companhias petrolíferas estão a gastar milhões para descobrir mais crude e a perfurar mais poços. Mesmo sob a ameaça de mais furacões, o Golfo do México tem vantagens: os trabalhadores não correm perigo de ser raptados por rebeldes, como na Nigéria, não há nenhum presidente da república a

aumentar os impostos às empresas petrolíferas como aconteceu na Venezuela e a OPEP não controla a produção da região. Desde 1 de Agosto de 2005, foram perfurados um total de 41.188 poços e descobertos 1.259 campos.

Grande parte desta nova exploração está concentrada numa das zonas mais interiores do Golfo, o que foi possível graças à evolução da tecnologia e ao aumento dos preços do crude (que duplicaram nos últimos três anos). Para além das novas jazidas, esta exploração levou igualmente a outras descobertas.

Algumas das condições responsáveis pelos depósitos de petróleo oferecem também bases para comunidades biológicas que recebem energia de compostos químicos através de um processo chamado quimiossíntese (em contraste com a fotossíntese, que proporciona energia às comunidades terrestres e de águas pouco profundas através de processos em que a luz do sol é a fonte energética primária).

As primeiras comunidades quimiossintéticas foram descobertas em 1977, perto das Ilhas Galápagos, na proximidade de fontes subaquáticas de água quente, de origem vulcânica, chamadas fontes hidrotermais, e que ocorrem geralmente ao longo das cristas que separam as placas tectónicas da Terra. As águas que brotam destas fontes são ricas em sulfureto de hidrogénio, o qual é utilizado pelas bactérias quimiossintéticas que estão na base da cadeia alimentar da comunidade das fontes hidrotermais. Para mais informação e actividades sobre estas comunidades do Golfo do México, visite <http://www.pmel.noaa.gov/vents/home.html>.

As comunidades quimiossintéticas do Golfo do México foram descobertas acidentalmente em 1984. São semelhantes às demais no aspecto em que vivem da energia produzida por síntese química mas enquanto que a energia para as comunidades dos Galápagos tem origem nas fontes hidrotermais subaquáticas, a do Golfo do México encontra-se em zonas onde os hidrocarbonetos gasosos (frequentemente metano e sulfureto de hidrogénio) e o petróleo se escapam dos sedimentos. Estas áreas, conhecidas como "cold seeps" (apesar de não existir um termo usual em português, poderemos traduzir como *nascentes frias*), encontram-se com

frequência ao longo das margens continentais e, como as fontes hidrotermais, são o lar de muitas espécies de organismos que nunca foram encontrados em outro local da Terra. Entre as características típicas destas comunidades já estudadas até hoje encontram-se os amontoados de cristais congelados de metano e água chamados gelo de hidrato de metano, que são o lar das poliquetas. Foram também encontradas piscinas de artémia contendo água quatro vezes mais salgada do que a vulgar água do mar. Os investigadores encontram com frequência peixes mortos a boiar nestas piscinas, aparentemente mortos devido à salinidade.

As comunidades quimiossintéticas de águas profundas são fundamentalmente diferentes dos outros sistemas biológicos e há muitas perguntas sem resposta relativamente às espécies que os integram quer individualmente, quer à forma como interagem entre si. Foram igualmente descobertos recifes de coral nas águas profundas do Golfo do México há quase 50 anos atrás, mas sabe-se muito pouco sobre a ecologia destas comunidades ou da biologia básica dos corais que as compõem. A maioria dos corais abissais do Golfo do México foi descoberta por exploradores que investigavam as emissões de hidrocarbonetos e/ou as comunidades quimiossintéticas. Os cientistas que estudam os recifes abissais da plataforma continental norueguesa descobriram que muitos dos grandes bancos de corais das profundezas surgem em locais com níveis relativamente elevados dos hidrocarbonetos de cadeia leve que estão presentes nos sedimentos. A razão desta correlação não é conhecida, nem se sabe se existe o mesmo tipo de conexão no Golfo do México, rico em hidrocarbonetos.

Muitas das espécies encontradas nas comunidades bentónicas de águas profundas são novas para a ciência e podem vir a revelar-se fontes importantes de fármacos únicos para o tratamento de doenças humanas. Porque a sua potencial importância ainda não é conhecida, é fundamental proteger estes sistemas do impacto adverso causado pela actividade humana.

Ironicamente, uma das fontes mais prováveis de tal impacto é a mesma actividade que levou originalmente à descoberta destes sistemas: a exploração e desenvolvimento dos recursos petrolíferos. O SGM tem a dupla responsabilidade de gerir estes recursos e ao mesmo proteger o ambiente dos efeitos negativos que possa resultar do seu desenvolvimento. Em 1988, o SGM emitiu regulamentações dirigidas especificamente à protecção das comunidades quimiossintéticas de águas profundas. Uma parte essencial da estratégia de protecção requer a identificação das zonas do fundo do mar capazes de sustentar este tipo de comunidades. Nestas áreas deve ser evitada a perfuração, ancoragem, instalação de condutas e outras actividades que impliquem a perturbação do solo submarino. A descrição das comunidades biológicas abissais e a avaliação da sua sensibilidade ao impacto das actividades humanas são objectivos chave da Expedição Golfo do México 2006.

Nesta actividade, os alunos construirão gráficos a partir de uma investigação dos efeitos da perfuração petrolífera nas comunidades bentónicas marinhas e utilizá-los-ão para fazer inferências relativamente a esses efeitos.

PROCEDIMENTO

1. Para preparar esta aula, reveja os textos introdutórios da Expedição Golfo do México 2006 em <http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/06mexico/> Poderá igualmente consultar alguns dos sites referidos nos passos 2 e 3.
2. Faça uma revisão breve e compare a quimiossíntese com a fotossíntese. Sublinhe que, até há pouco tempo, a fotossíntese era aceite como a base de todas as principais comunidades biológicas da Terra. A descoberta das comunidades quimiossintéticas mudou dramaticamente esta visão e muitos biólogos dão actualmente preferência à ideia de que a vida a Terra possa ter começado em comunidades como as que se encontram perto das fontes hidrotermais e *cold seeps*. (Poderá visitar o site <http://www.pmel.noaa.gov/vents/home.html> para mais informação e actividades sobre as comunidades das fontes hidrotermais em http://www.bio.psu.edu/cold_seeps e <http://www.bio.psu.edu/hotvents> disponibilizam-se visitas virtuais às comunidades das *cold seeps* e fontes hidrotermais).

Discuta os recifes de águas profundas como exemplo de outro tipo de comunidade abissal. Assegure-se de que os alunos compreendem que estes corais, tal como os de águas pouco profundas, albergam uma grande diversidade de espécies e um grande número de indivíduos mas estão praticamente inexplorados no Golfo do México. Visite o site http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/islands01/background/islands/sup10_lophelia.html para mais informação sobre recifes de águas profundas.

Discuta a importância do Golfo do México para os recursos petrolíferos dos E.U.A., assim como a potencial relevância das comunidades biológicas de alto mar que podem ser afectadas adversamente pela exploração e desenvolvimento dos recursos petrolíferos. Peça aos alunos que troquem ideias sobre passos que possam ser dados para prevenir os impactos negativos. Diga aos alunos que o objectivo geral da Expedição Golfo do México 2006 foi desenvolver formas de localizar mais facilmente estas comunidades e aprender mais sobre o seu funcionamento.

3. Reveja o conceito de diversidade biológica. Os cientistas utilizam frequentemente o termo "diversidade de espécies" para descrever a abundância de espécies e indivíduos numa dada zona (ou ambiente). A mais simples das medidas de biodiversidade é o número de espécies presentes numa dada região. A isto chama-se "riqueza em espécies". Porém, a biodiversidade é mais do que o simples número de espécies presentes. Uma comunidade que possua mais ou menos o mesmo número de indivíduos de cada espécie representada é, em geral, considerada mais diversa do que uma outra que seja dominada por uma só espécie. [NOTA: pode demonstrar este facto de uma forma concreta através de uma actividade de uma das palestras do Projecto Moonsail sobre biodiversidade, disponível em http://www.moonsail.org/Mini_Diversity.htm; este site tem ainda uma outra actividade que demonstra o efeito do tamanho da amostra nas estimativas de diversidade].

A diversidade das espécies tende a aumentar na orla dos ambientes (ecótonos), onde as condições são mais variáveis. A diversidade específica é frequentemente utilizada como medida da saúde ambiental e em geral espera-se que diminua em ambientes stressados. Para mais informação e actividades sobre a diversidade de espécies, visite a aula do Projecto Moonsail sobre diversidade em http://www.moonsailproject.org/Mini_Diversity.htm, e a página do Projecto Arbor sobre a biodiversidade das aves em www.cees.iupui.edu/Education/Workshops/Project_Seam/Exercises/bird_biodiversity_exerciese.htm.

4. Informe os alunos que irão analisar dados de uma investigação sobre os efeitos da prospecção de petróleo nas comunidades bentónicas marinhas. A sua tarefa é utilizar essas análises para tirar conclusões sobre tais efeitos.

Distribua uma cópia do documento “Dados biológicos de amostras recolhidas nas proximidades do campo petrolífero de Ekofisk, no Mar do Norte”. Peça aos alunos que distribuam os dados por quatro grupos: amostras colhidas a menos de 500m da plataforma de perfuração, amostras colhidas entre 500 e 1000 m, amostras colhidas entre 1000 e 3000 m e amostras colhidas a mais de 3000 m da dita plataforma. Em cada um destes grupos, os alunos deverão calcular o número médio de indivíduos, o número médio de espécies e diversidade média. Construirão, então, gráficos de barras, uma para cada número médio de animais, número médio de espécies e diversidade média, colocando o intervalo de distância no eixo horizontal.

5. Modere uma discussão sobre os resultados dos alunos. Os valores médios para cada intervalo deverão ser:

Distância à Plataforma (metros)	Número médio de indivíduos	Número médio de espécies	Diversidade média
0-500	412	57	1,73
500-1000	294	104	2,20
1000-3000	254	148	2,05
>3000	152	113	2,05

Pergunte aos alunos qual dos quatro grupos esperariam que fosse o mais afectado pelas operações de perfuração e em que é que esse

grupo difere dos outros. Os alunos deverão identificar o grupo de amostras colhidas a menos de 500m da plataforma como o mais provavelmente afectado e devem reparar que este grupo possui mais indivíduos, menos espécies e uma diversidade mais baixa do que os outros. Uma explicação provável para estas observações é que existem menos espécies capazes de tolerar os efeitos decorrentes das operações de perfuração, pelo que o número de espécies e a biodiversidade diminuíram. Contudo, os indivíduos pertencentes a espécies capazes de suportar essas condições encontram menos competição por parte de outras espécies, pelo que aumentam de número.

Peça aos alunos que deduzam o que acontece nos locais entre 500 e 1000 m da plataforma de perfuração. Aqui, o número de espécies é menor do que nos outros locais mais distantes, mas maior do que nas zonas mais próximas. Isto sugere que as condições entre 500 e 1000 m são desfavoráveis para algumas espécies encontradas mais longe, mas ainda assim toleráveis para outras que estão ausentes mais perto da plataforma. O número de indivíduos nos locais entre 500 e 1000 m é mais alto do que em qualquer outro local, talvez devido à pouca competição. Uma vez que o número de espécies continua a ser bastante elevado, o aumento do número de indivíduos faz com que a diversidade seja maior (lembrar que a diversidade considera o número de indivíduos e o de espécies).

Peça aos alunos que interpretem os resultados dos grupos que estão a 1000-3000 m e mais de 3000 m da plataforma de perfuração. A diversidade destes dois grupos é idêntica, mas o grupo mais distante possui menos espécies e menos indivíduos. Uma explicação possível é que os baixos níveis de poluição nos locais entre 1000 e 3000 m tenham determinado o desaparecimento de algumas espécies, mas permitido que outras invadissem a zona. Outra possibilidade é que estes dois grupos sejam influenciados por outros factores para além da plataforma de prospecção.

Sublinhe que um dos principais objectivos da Expedição Golfo do México 2006 foi localizar comunidades do fundo do mar alto para que

possam ser protegidas. Certifique-se de que os alunos compreendem que as regulamentações do SGM exigem que as companhias petrolíferas localizem comunidades biológicas potencialmente sensíveis e evitem esses locais durante as suas atividades de exploração e desenvolvimento.

A LIGAÇÃO À "BRIDGE"

<http://www.vims.edu/bridge/reef.html>;
www.vims.edu/bridge/vents.html; e
www.vims.edu/bridge/geology.html

A LIGAÇÃO A "MIM PRÓPRIO"

Peça aos alunos que escrevam um curto texto sobre o modo como a diversidade biológica é importante para as suas próprias vidas.

LIGAÇÕES A OUTRAS DISCIPLINAS

Português / Linguística, Matemática

AVALIAÇÃO

Os gráficos preparados no Passo 4 constituem uma oportunidade para avaliação. Para além disso, poder-se-á pedir a cada grupo que prepare uma interpretação escrita dos seus resultados antes da discussão geral do passo 5

SUPLEMENTOS

No site <http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/06mexico/> encontrará registos diários e actualizações sobre as descobertas da Expedição Golfo do México 2006

ATIVIDADES NOAA RELACIONADAS

Let's Make a Tubeworm!

[http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/02mexico/background/edu/media/gom_tube_gr56.pdf] (da Expedição Golfo do México, 2002)

Foco: Relações simbióticas das comunidades dos *cold seep*.

Os alunos deverão ser capazes de descrever, em termos gerais, o processo da quimiossíntese, comparar esta com a fotossíntese, descrever as principais características das comunidades das *cold seep* e enumerar pelo menos cinco organismos típicos destas comunidades. Os alunos serão ainda capazes de definir simbiose, descrever dois exemplos de simbiose nas comunidades

das *cold seep*, descrever a anatomia dos vestimentíferos, e explicar como estes organismos obtêm o seu alimento.

Entering the Twilight Zone

[http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/02mexico/background/edu/media/gom_twilight.pdf] (da Expedição Golfo do México, 2002)

Foco: Habitats do mar-alto (Ciências da Natureza)

Os alunos serão capazes de descrever as principais características das comunidades das *cold seep*, enumerar pelo menos cinco organismos típicos destas comunidades e propor possíveis relações tróficas dentro e entre os principais habitats do mar alto. Serão ainda capazes de descrever, em termos gerais, o processo da quimiossíntese, compará-la com a fotossíntese, descrever os principais habitats do mar-alto e enumerar pelo menos três organismos típicos de cada um deles.

Journey to the Unknown & Why Do We Explore

[http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/02galapagos/background/education/media/gal_gr5_6_11.pdf] (da Expedição Crista de Galápagos, 2002)

Foco: Exploração do oceano

Os alunos experimentarão o entusiasmo da descoberta e da resolução de problemas, ao estudar os organismos que vivem em ambientes extremos nas profundezas do mar e compreendendo a importância da exploração dos oceanos.

Chemists with no Backbones

[http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/03bio/background/edu/media/Meds_ChemNoBackbones.pdf] (da Expedição Medicamentos do Fundo do Mar, 2003)

Foco: Vertebrados bentônicos produtores de substâncias farmacologicamente activas.

Os alunos serão capazes de identificar pelo menos três grupos de invertebrados bentônicos que se sabe produzirem compostos farmacologicamente activos e descreverão porque é que estes compostos podem ser importantes para o tratamento das doenças humanas. Os alunos serão igualmente capazes de inferir o motivo pelo qual os

invertebrados marinhos sésseis parecem ser fontes promissoras de novos fármacos.

RECURSOS

<http://www.learningdemo.com/noaa/> Clique nos links para as Aulas 3, 5 e 6 para ver apresentações multimédia e actividades educativas sobre os Corais do alto-mar, a quimiossíntese e a vida nas fontes hidrotermais e as comunidades bentónicas do alto-mar.

http://www.gomr.mms.gov/index_common.html –Site do Minerals Management Service

<http://www.gomr.mms.gov/homepg/lagniapp/chemcomp.pdf> – “Chemosynthetic Communities in the Gulf of Mexico”- Manual do professor para acompanhar um poster com o mesmo nome, que introduz o tema das comunidades quimiossintéticas e outros conceitos ecológicos aos alunos do ensino básico e secundário.

<http://www.gomr.mms.gov/homepg/lagniapp/lagniapp.html> – Página infantil do site do *Minerals Management Service*, com posters, manuais do professor e outros recursos sobre diversos temas das ciências do mar

<http://www.coast-nopp.org/> – Guia de recursos do *Consortium for Oceanographic Activities for Students and Teachers*. Contém módulos, guias e planos de aulas relacionados com a oceanografia e os processos costeiros

<http://cosee-central-gom.org/> – Site do *Center for Ocean Sciences Education Excellence: Central Gulf of Mexico (COSEE-CGOM)*

<http://www.energybulletin.net/4901.html> – Artigo “*Out of Gas: Sediments in Northern Gulf of Mexico Not Right for Methane Gas Hydrate Formation, Study Shows*” publicado por Georgia Research Tech News, 21 Mar 2005

Gray, J. S., K. R. Clarke, R. M. Warwick, and G. Hobbs. 1990. *Detection of initial effects of pollution on marine benthos: an example from the Ekofisk and Eldfisk oilfields, North Sea. Marine Ecology Progress Series 66:285-299* – Artigo de uma revista técnica no qual esta actividade se baseia.

PARA MAIS INFORMAÇÕES

Paula Keener-Chavis, National Education
Coordinator/Marine Biologist
NOAA Office of Exploration
Hollings Marine Laboratory
331 Fort Johnson Road, Charleston SC 29412
843.762.8818
843.762.8737 (fax)
paula.keener-chavis@noaa.gov

AGRADECIMENTOS

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

FICHA DO ALUNO

**Dados biológicos sobre amostras recolhidas
nas vizinhanças do campo petrolífero de Ekofisk, Mar do Norte
(de Gray, et al., 1990)**

Distância à plataforma de prospecção (metros)	Número total de indivíduos	Número total de espécies	Diversidade
120	362	47	1,60
235	462	67	1,86
340	392	42	1,63
450	432	72	1,83
600	274	84	2,00
720	314	124	2,40
850	289	99	2,10
950	299	109	2,30
1150	260	140	2,01
1250	248	156	2,09
2375	244	138	2,04
2800	264	158	2,06
3100	140	105	2,03
3800	164	121	2,07
4200	148	118	2,10
4900	156	108	2,00