DOCE QUIMIOSSÍNTESE

TEMA
Bioquímica das fontes hidrotermais

NÍVEL DE ESCOLARIDADE
3º Ciclo do Ensino Básico e Secundário

QUESTÕES
Que químicos são utilizados pelos seres autotróficos nos ambientes extremos do oceano profundo?

Em que é que estes químicos são diferentes dos utilizados pelos autotróficos terrestres?

OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM
Os alunos irão estabelecer a diferença entre as exigências para se viver em ambientes extremos e noutros ambientes.

Os alunos irão utilizar modelos para criar uma imagem visual dos químicos envolvidos na nutrição dos autótroficos.

MATERIAIS
- Um ambiente de trabalho limpo (pois os alunos poderão comer os modelos)
- Alunos com as mãos lavadas
- Uma toalha de mesa por grupo
- Guardanapos (os necessários)
- Uma embalagem de creme de pasteleiro por turma. Não o entregue aos alunos antes de fase final da modelagem.

  (Nota: a cola é uma opção muito menos divertida para esta actividade de laboratório)
- 50 gomas comestíveis por grupo de dois alunos (100 por grupo de quatro)
- 20 palitos por grupo de dois alunos (40 por grupo de quatro)
- 5 pratos de papel pequenos por grupo de dois, para colocar as gomas (10 por cada grupo de quatro)
- 1 cartolina por grupo de quatro
- 1 marcador colorido não-tóxico por cada grupo de quatro alunos

DURAÇÃO DA ACTIVIDADE
Dois períodos de aula de 45 minutos cada

DISPOSIÇÃO DA SALA
Os alunos deverão trabalhar em grupos de quatro de modo a poderem "partilhar a dois" a informação apreendida e os modelos criados.

PALAVRAS CHAVE
Autotróficos
Quimioautotróficos
Cadeias Alimentares
Quimiossíntese
Teias Alimentares
Fotossíntese
Moléculas
Terrestre
Heterotróficos
Aquático

INFORMAÇÃO DE APOIO
Os professores poderão querer ler a informação em voz alta com os alunos e/ou fornecer uma cópia a cada grupo de alunos.

Os seguintes químicos serão usados nesta actividade de laboratório:

Enxofre: S	Oxigénio: O
Hidrogénio: H	Carbono: C

Os seguintes compostos serão usados na actividade de laboratório:

CO_2: Dióxido de Carbono
H_2S: Sulfureto de Hidrogénio
O_2: Oxigénio gasoso
H_2SO_4: Ácido sulfúrico
$C_6H_{12}O_6$: Açúcar Simples (Glicose)
H_2O: Água

As seguintes equações serão utilizadas nesta actividade de laboratório:

Bactérias - Quimiossíntese:

$6CO_2 + 6H_2O + 3H_2S > C_6H_{12}O_6 + 3H_2SO_4$

Na reacção acima, o sulfureto de hidrogénio fornece a energia para converter o dióxido de carbono e a água em glicose e ácido sulfúrico.

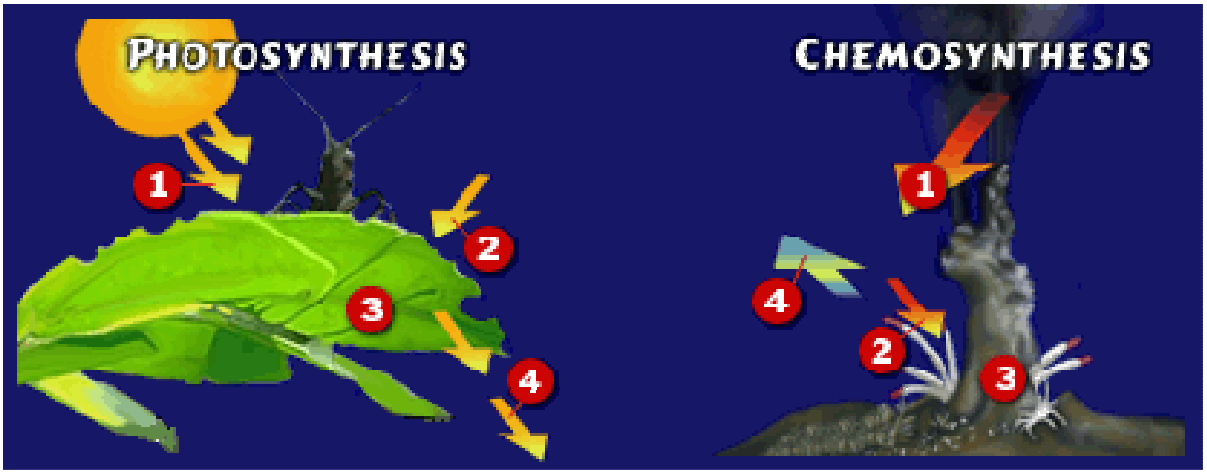
Luz Solar - Fotossíntese:

$6CO_2 + 6H_2O > C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

Na reacção acima, a luz solar fornece a energia para converter o dióxido de carbono e a água em glicose e oxigénio.

As fontes hidrotermais, que são fontes termais no fundo do mar, suportam ecossistemas exóticos com base em químicos. Alguns cientistas acreditam que as fontes hidrotermais são exemplos actuais de ambientes que deram origem à vida no planeta Terra, há milhares de milhões de anos. Poderão até dar-nos pistas sobre a vida noutros planetas. As comunidades que se desenvolvem em redor das fontes hidrotermais chocaram o mundo científico quando a primeira fonte foi observada localmente por seres humanos no fundo do mar, em 1977. Até então, os cientistas acreditavam que todas as formas de vida dependiam, em última análise, do sol para obter energia. Em todos os ecossistemas conhecidos até essa data, as plantas ou os micróbios fotossintéticos (também chamados autotróficos) constituíam a base da cadeia alimentar. Estes ecossistemas hidrotermais, pelo contrário, dependem dos micróbios que tiram partido da energia química da água da fonte termal que brota do fundo do mar - energia que tem origem na própria Terra. Uma vez que dependem dos químicos, em vez do sol, para obter energia, este tipo especial de micróbios autotróficos das fontes hidrotermais são chamados especificamente quimioautotróficos.

A Informação Adicional que se segue é adaptada do website da Woods Hole Oceanographic Institution, www.dievdiscover.whoi.edu As imagens foram cedidas pela Dive and Discover. Custeada pela *Woods Hole*



Em vez da fotossíntese, os ecossistemas das fontes hidrotermais obtêm a sua energia a partir de químicos, num processo chamado de "quimiossíntese." Ambos os métodos envolvem uma fonte de energia (1), dióxido de carbono (2), e água para produzir açúcares (3). A fotossíntese produz oxigénio gasoso como subproduto, enquanto que a quimiossíntese produz ácido sulfúrico (4).

Imagem cedida pela *Woods Hole Oceanographic Institution.*
Graphic from: http://science.nasa.gov/headlines/y2001/ast13apr_1.htm

Uma variedade de animais vive perto destas fontes hidrotermais, incluindo camarões, caranguejos e anémonas, como os da fotografia tirada na fonte hidrotermal do Oceano Índico.

Até agora, não foram avistados, nesta fonte hidrotermal, vermes tubulares vermelhos e brancos.

Imagem cedida pela *Woods Hole Oceanographic Institution.*

Oceanographic Institution, National Science Foundation, Ohio's Center of Science and Industry (COSI). Imagem cedida por cientistas náuticos do *College of William and Mary, Harvard University, Monterey Bay Aquarium Research Institute, University of New Hampshire, Oregon State University, Portland State University, University of Washington, Woods Hole Oceanographic Institution*.

As fontes hidrotermais formam-se ao longo das dorsais médio-atlânticas, em locais onde o fundo do mar se desloca muito lentamente (6 a 18 cm por ano) à medida que o magma emerge de baixo. (É o mecanismo que afasta as placas tectónicas da Terra, movendo continentes e causando erupções vulcânicas e tremores de terra.) Quando a água fria do oceano passa através das fendas do fundo do mar até aos pontos quentes, as fontes hidrotermais expelem água a escaldar rica em minerais. Por vezes, em fontes hidrotermais muito quentes, os fluidos emergentes tornam-se negros, criando uma "chaminé negra," uma vez que os sulfuretos metálicos dissolvidos (ferro, cobre, e diversos metais pesados) precipitam instantaneamente da solução quando misturados com a água do mar fria que os rodeia.

Ao contrário das plantas que dependem da luz solar, as bactérias que vivem em redor das escuras fontes hidrotermais obtêm a sua energia a partir do sulfureto de hidrogénio (H_2S) e outras moléculas que brotam do fundo do mar. Tal como as plantas, as bactérias utilizam esta energia para formar açúcares a partir do dióxido de carbono e da água. Os açúcares fornecem-lhes o combustível e a matéria-prima necessários para as restantes actividades microbianas.

Porque é que a quimiossíntese é importante?

As bactérias quimiossintéticas do mar profundo constituem a base de uma teia alimentar variada que inclui camarões, vermes tubulares, bivalves, peixes, caranguejos e polvos. Todos estes animais têm que estar adaptados para sobreviver no ambiente extremo das fontes hidrotermais: escuridão total; temperatura das águas entre 2°C (no ambiente da água do mar) e 400°C (na abertura das fontes); pressões centenas de vezes superiores às observadas ao nível do mar e concentrações elevadas de sulfuretos e outros químicos tóxicos.

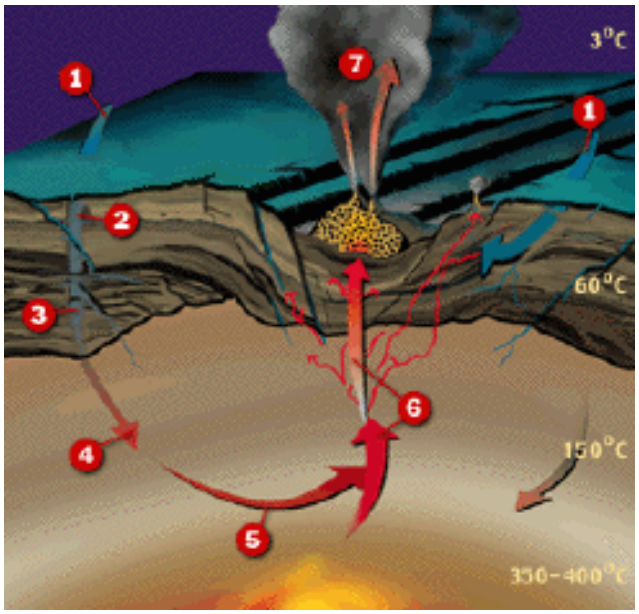
Porque é que a fotossíntese é importante?

As plantas aquáticas e terrestres constituem a base das variadas teias alimentares, que poderão incluir pequenos peixes e camarões, peixes maiores e, eventualmente, seres humanos.

Procedimento

1) Os alunos deverão examinar e discutir as duas equações químicas - quimiossíntese e a fotossíntese (ver Relatório Laboratorial do Aluno). Cada grupo de quarto alunos deverá decidir qual a equação que cada par irá modelar e registar nas folhas de registo laboratoriais.

2) Os alunos deverão desenhar uma linha a dividir a cartolina ao meio na vertical e escrever "Fotossíntese" num lado e "Quimiossíntese" no outro. Se desejarem, poderão decorar cada metade com seres autotróficos representativos dos vários tipos de nutrição, tais como fitoplâncton no lado da "Fotossíntese" e bactérias das fontes hidrotermais no lado da "Quimiossíntese".



A química de uma "chaminé negra." Assim que a água do mar atravessa a crosta (1), o oxigénio e o potássio (2) e depois o cálcio, sulfatos, e magnésio (3) são removidos da água. À medida que a água começa a aquecer (4), o sódio, o potássio e o cálcio dissolvem-se a partir da crosta. O magma sobreaquece a água, dissolvendo ferro, zinco, cobre e enxofre (5). A água sobe então novamente à superfície (6), onde se mistura com a água do mar fria, formando compostos negros de sulfuretos metálicos (7).

Imagem cedida por *Woods Hole Oceanographic Institution.*

Importante: Os alunos deverão deixar uma pequena área da cartolina para a legenda. Assim que estiver terminada, poderão colocar a cartolina de lado.

3) Os quatro alunos, em grupo, deverão determinar que gomas irão representar cada elemento envolvido em ambas as fórmulas. Por exemplo, se escolherem gomas verdes em forma de urso para representarem o oxigénio, cada conjunto de dois alunos deverá usar as gomas verdes em forma de urso para representar o oxigénio, na criação de ambas as equações químicas.

4) Uma vez escolhidas as gomas representativas, os alunos irão registá-las na legenda do seu relatório laboratorial. Esta escolha deverá ser a mesma para os quatro alunos, com excepção do enxofre, que não aparece no modelo da equação da fotossíntese.

5) Os alunos deverão então trabalhar com o seu parceiro de modo a criar um modelo para a equação que seleccionaram. Deverão inserir palitos na goma adequada, escolhida para representar cada elemento, até que todos os componentes da sua equação estejam criados. Deverão verificar com o professor antes de procederem à fase da "colagem".

6)Utilizando as equações das suas folhas de relatório laboratoriais como guia, os quatro alunos deverão discutir a colocação dos seus modelos de compostos químicos na cartolina, nas localizações adequadas. Assim que o grupo tenha arranjado uma forma de representar as duas equações que para eles fazem sentido, estarão prontos para fazer a "colagem." Se o projecto for comestível, os alunos deverão pedir ao professor o creme de pasteleiro que será utilizado para colar o modelo das equações feito de gomas e as gomas da legenda no poster.

7)Depois de colados, os alunos deverão usar os marcadores para adicionar os símbolos "+" ">" nas localizações adequadas. Cada par de alunos deverá partilhar a informação acerca dos seus modelos, discutindo semelhanças e diferenças entre as duas equações. Deverão seleccionar um representante de cada par para apresentar os modelos à classe.

8)Os alunos deverão completar o Relatório Laboratorial do Aluno.

9)As equações modelo dos alunos poderão ser exibidas e/ou fotografadas.

A ligação à "Bridge"

www.vims.edu/bridge, clique em *Ocean Science Topics, Ecology, Deep Sea*, e ande para baixo até *Ocean Planet: Far from Sunlight, Sulfur Supports Strange Life Forms*

A ligação a "mim próprio"

Pergunte aos alunos de que forma a sua vida seria afectada se não existissem autotróficos? Conseguiriam sobreviver? Os outros organismos conseguiriam sobreviver?

Peça-lhes que escrevam uma lista com os "prós" e os "contras" de ser um autotrófico e um heterotrófico.

Pergunte aos alunos se eles fossem um autotrófico, qual gostariam de ser? Porquê?

Ligações a Outras Disciplinas

Artes/Desenho, Matemática, Português/ Linguística, Ciências da Natureza, Física

Avaliação

Utilize a Folha de Avaliação do Aluno

Suplementos

Modere uma discussão e/ou debate sobre aquilo que os alunos aprenderam nesta lição utilizando a seguinte afirmação: "Alguns cientistas acreditam na possibilidade da própria Terra ter tido origem no caldeirão sulfuroso em redor das fontes hidrotermais. Os ambientes das fontes minimizam o oxigénio e a radiação, que podem danificar as moléculas primitivas. Acreditam que muitas das moléculas primordiais necessárias para originar vida poderão ter sido formadas na subsuperfície do fundo do oceano, através da interacção das rochas com a água quente em circulação resultante dos sistemas hidrotermais."

Para os alunos mais velhos, mais avançados ou que procuram um desafio académico, utilize esta lição como base para discutir a forma como se acertam as equações químicas.

Ilustre as diferenças entre formas estruturais e moleculares.

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 aula foi desenvolvido por Kimberly Williams, *Miller Place High School, Long Island, NY* para a *National Oceanic and Atmospheric Administration*. Se reproduzir este plano de aula, é favor citar a NOAA como fonte, e fornecer o seguinte URL: http://oceanexplorer.noaa.gov

Ficha do Aluno

Relatório Laboratorial do Aluno

1) Examine as seguintes fórmulas:

Bactérias
Quimiossíntese:
$6CO_2 + 6H_2O + 3H_2S > C_6H_{12}O_6 + 3H_2SO_4$

Luz solar
Fotossíntese:
$6CO_2 + H_2O > C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

2) Que semelhanças e diferenças reconhece?

3) Mencione as duas pessoas que irão fazer o modelo a partir da equação da quimiossíntese. Mencione as duas pessoas que irão fazer um modelo a partir da equação da fotossíntese.

4) Descreva a sua legenda de cada goma e que elemento químico representa.

Ficha do Aluno

5) Descreva a equação que modelou. Explique porque razão este processo é importante tanto para os organismos autotróficos como para os heterotróficos.

6) Os outros grupos da aula fizeram os modelos da mesma forma? Se outro grupo tiver feito modelos das equações de forma diferente, aponte as diferenças.

7) O que é que aprendeu ao modelar a sua equação? De que maneira este processo afecta a sua vida?

8) Imagine como seria ser um químico marinho e descobrir a existência da quimiossíntese. Numa folha em separado, escreva a entrada de um diário que imagine que possa ter constado do diário de um cientista.

Respostas para o Professor
Avaliação do Relatório Laboratorial do Aluno

1) Examine as seguintes fórmulas:

Bactérias
Quimiossíntese:
$6CO_2 + 6H_2O + 3\,H_2S > C_6H_{12}O_6 + 3H_2SO_4$

Luz solar
Fotossíntese:
$6CO_2 + H_2O > C_6H_{12}O_6 + 6O_2$

2) Que semelhanças e diferenças reconhece?
As respostas poderão incluir:
A quimiossíntese utiliza o sulfureto de hidrogénio, enxofre e bactérias em vez da luz solar.

3) Mencione as duas pessoas que irão fazer o modelo a partir da equação da quimiossíntese .
Mencione as duas pessoas que irão fazer um modelo a partir da equação da fotossíntese.

4) Descreva a sua legenda para cada goma e que elemento químico representa.
Verifique a precisão dos relatórios face aos modelos completos apresentados pelos alunos.

5) Descreva, por palavras, a equação que modelou. Explique porque razão este processo é importante tanto para os organismos autotróficos como para os heterotróficos.
Os alunos deverão descrever o que é que cada equação representa :

Quimiossíntese – o sulfureto de hidrogénio fornece a energia para converter o dióxido de carbono e a água em glicose e ácido sulfúrico.

ou

Fotossíntese – a luz solar fornece a energia para converter o dióxido de carbono e a água em glicose e oxigénio.

Estas equações representam os mecanismos através dos quais os autotróficos criam a sua própria energia. Estes processos são importantes para os heterotróficos porque estes dependem dos autotróficos para obterem energia.

6) Os outros grupos da aula fizeram os modelos da mesma forma? Se outro grupo tiver feito modelos a partir das equações de forma diferente, aponte as diferenças.
Os alunos irão provavelmente reparar que devido à singularidade de cada animal de cada classe, não haverá dois grupos a criar exactamente o mesmo modelo. Encoraje a sua descoberta da diversidade e criatividade da turma!

7) O que é que aprendeu com ao modelar a sua equação? De que maneira este processo afecta a sua vida?
Os alunos deverão mencionar o facto de serem capazes de visualizar as diferenças
entre quimiossíntese e fotossíntese, nutrição dos autotróficos e dos heterotróficos.
Este processo afecta as suas vidas porque os heterotróficos dependem dos autotróficos em termos de nutrição. Para além disso, os alunos poderão reconhecer que os seres humanos produzem um desperdício gasoso, o dióxido de carbono, e que os autotróficos nos ajudam a removê-lo.

8) Imagine como seria ser um químico marinho e descobrir a existência da quimiossíntese. Numa folha em separado, escreva a entrada de um diário que imagine que possa ter constado do diário de um cientista.
Divirta-se com a criatividade dos seus alunos!