

Guia Didático do Professor

Programa
A Química do Fazer
Carbono 14

Energia Nuclear

Química
3ª Série | Ensino Médio

CONTEÚDOS DIGITAIS MULTIMÍDIA

Coordenação Didático-Pedagógica

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

Redação

Cleber Couto da Costa

Revisão

Alessandra Muylaert Archer

Projeto Gráfico

Eduardo Dantas

Diagramação

Isabela La Croix

Revisão Técnica

Nádia Suzana Henriques Schneider

Produção

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Realização

Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

Ministério da Ciência e Tecnologia

Ministério da Educação

Vídeo (Audiovisual)

Programa: A Química do Fazer

Episódio: Carbono 14

Duração: 10 minutos

Área de aprendizagem: Química

Conteúdo: Energia Nuclear

Conceitos envolvidos: isótopos, decaimento, datação, meia-vida, radioisótopo, registro histórico.

Público-alvo: 3ª série do Ensino Médio

Objetivo geral:

Reconhecer a importância da Química como conhecimento imprescindível para a compreensão do mundo que nos cerca.

Objetivos específicos:

Reconhecer como funciona o método de datação por carbono 14;

Conceituar isótopos;

Relacionar a meia-vida de um material radioativo com o seu decaimento;

Identificar a importância do benzeno no processo de datação por carbono 14.

Pré-requisitos:

Não há pré-requisitos.

Tempo previsto para a atividade:

Consideramos que uma aula (45 a 50 minutos cada) será suficiente para o desenvolvimento das atividades propostas.

Introdução

O guia didático do professor é um material de cunho auxiliar e destaca alguns tópicos apresentados no vídeo *A Química do Fazer: Carbono 14*, de forma a orientá-lo no desenvolvimento de suas aulas.

O vídeo explora o conteúdo com entrevistas e comentários pertinentes ao tema, mostrando como a química pode ser importante para o melhor conhecimento da nossa história. Este episódio aborda a utilização do carbono 14 para a determinação da idade de materiais carbonáceos, assim como permite estimar o tempo de vida desses materiais. Discussões sobre a técnica, tais como o seu funcionamento ou onde pode ser feita, são comentadas no decorrer do vídeo. O professor pode selecionar, a partir de sua experiência no conteúdo, os pontos mais interessantes para abordar com os alunos.

Neste guia, apresentamos tópicos que poderão ser explorados antes, durante e após a exibição do vídeo. Selecione aqueles que considerar mais adequados e/ou acrescente outros, não abordados aqui.

Seja cuidadoso na utilização do material para que não se torne apenas uma simples exibição audiovisual. Realize, com base no seu conhecimento sobre o tema, atividades para fixar o tema. Permita o acesso ao material pelos seus alunos.

Lembre-se: verifique com antecedência a disponibilidade dos recursos necessários – um computador ou equipamento específico de DVD conectado a uma TV ou projetor multimídia – para a apresentação do vídeo no dia previsto.

professor!

Leve a discussão até certo ponto, apenas para introduzir o assunto.

Após a apresentação do vídeo retome o debate de forma mais enriquecedora.



Desenvolvimento

O episódio apresentado, *Carbono 14*, explica o que é o **radioisótopo** carbono 14, sua formação e aplicação em uma técnica muito utilizada na **datação** de materiais carbonáceos. Sugerimos a você, professor, que antes de iniciar a apresentação do vídeo, discuta com seus alunos, a exemplo das entrevistas realizadas nas ruas e apresentadas no programa, se eles já ouviram falar sobre o carbono 14. Abra espaço para que discutam entre eles sobre o tema abordado. Ao longo do guia iremos introduzir algumas ideias de atividades que podem ser realizadas com a turma.

REGISTROS HISTÓRICOS

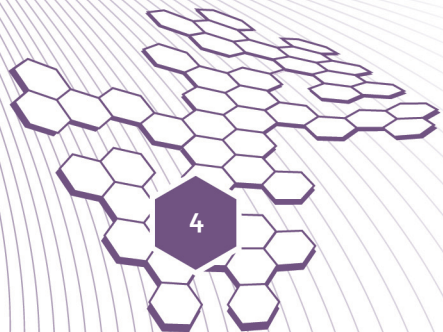
Há muito tempo nossos ancestrais já sabiam que conhecer o passado era a melhor forma de entender o presente, e foi daí que surgiu a história e a prática de registrar a vida em função do tempo.

Utilizamos a contagem do tempo em tudo, pois representa o parâmetro que temos para registrar os acontecimentos de nossas vidas.

Os fatos ocorridos são datados e, com isso, é gerado um **registro histórico**. Você poderá sugerir aos alunos que cada um relacione os acontecimentos que marcaram o mundo no decorrer de suas vidas, citando a data que aconteceu e, assim, montem um registro histórico da própria vida. Depois, proponha que a turma reúna os eventos cronológicos em um registro único, uma linha do tempo com informações dos alunos. Essa atividade pode se iniciar antes da apresentação do vídeo.

ELEMENTO CARBONO

O **carbono** representa um elemento químico presente na tabela periódica, que pertence ao grupo IVA, com número atômico 6 e massa atômica 12,01 u. Lembre que a unidade de massa atômica hoje recomendada é "u". Há alguns anos, a unidade de massa atômica era u.m.a. (unidade de massa atômica), que é a massa de 1/12 de um átomo de carbono 12.



O **carbono 12** é um isótopo que foi adotado, a nível de referência, para os pesos atômicos. Possui um tempo de meia-vida estável, ou seja, não há decaimento, perda de massa.

TABELA PERIÓDICA

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo
		*	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
		**	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Professor, solicite aos alunos que pesquem se há outros isótopos de carbono, discutindo em sala as **características dos isótopos** encontradas, como: massa, tempo de meia-vida e decaimento.

FORMAÇÃO DO CARBONO 14

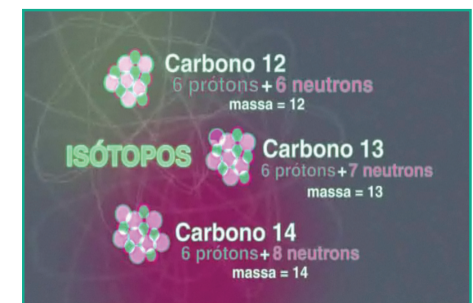
Faça uma breve retomada do conceito de **isotopia**. Lembre aos alunos que **isótopo** é o nome dado aos átomos que possuem o mesmo número atômico e número de massa diferentes, como, por exemplo, o carbono-12 (encontrado naturalmente na natureza presente em algumas substâncias).

A imagem retirada do episódio **Carbono 14** mostra os diferentes isótopos de carbono. Lembre aos alunos que a massa de um átomo está relacionada com o número de prótons e nêutrons. Assim, elementos químicos que possuem o mesmo número atômico (número de prótons) podem ter massas diferentes, caracterizando diferentes tipos de isótopos.

Alguns isótopos são instáveis devido ao tipo de combinação entre prótons e nêutrons no núcleo do átomo e, com isso, possuem características radioativas. Esses isótopos recebem o nome específico de **radioisótopos** pois, para ficarem estáveis, emitem radiações.

mais detalhes!

Informações sobre isótopos você poderá encontrar no site: http://www.deboni.he.com.br/dic/quim1_006.htm



mais detalhes!

Informações sobre o ciclo de formação do isótopo carbono 14 podem ser encontradas no artigo: FARIAS, Robson Fernandes de. *Carbono 14: A Química do Tempo*. Química Nova na Escola, nº16, novembro 2002. p.6-8. , http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc16/v16_A03.pdf.

O **carbono-14** é um isótopo instável de carbono encontrado na natureza, e se forma na alta atmosfera a partir de colisões entre nêutrons com átomos de nitrogênio do ar. O vídeo mostra que o nitrogênio (número atômico = 7 e massa atômica =14 u) pode, nas camadas altas da atmosfera, ser convertido em carbono (número atômico = 6 e massa atômica=14 u).



Após a sua produção, o carbono 14 pode se combinar com o oxigênio do ar, gerando o CO₂ (gás carbônico). Esse gás carbônico com o carbono 14 entra nos vegetais através da fotossíntese e, a partir daí, passa a ser distribuído através da cadeia alimentar para outros seres, como os animais e o próprio homem. Lembre aos alunos que as substâncias orgânicas são formadas por longas cadeias de carbono e que, por isso, são “reservatórios” de carbono 14.

Explique que o tempo de formação desses isótopos e seu tempo de desintegração são muito próximos e, com isso, a quantidade encontrada em um animal permanece aproximadamente constante durante a sua vida. O valor aproximado é de 10ppb (10 partes por bilhão).

Destaque que, contudo, a partir da morte do ser vivo, a absorção de carbono 14 é suspensa e a análise do total de carbono 14 começa a decair ao longo do tempo. É através da análise da quantidade desse isótopo que podemos estimar o período de tempo em que aquele material existia na forma viva.

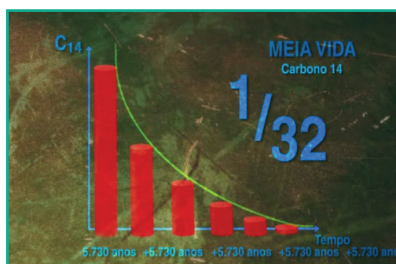
Informe aos alunos que esse método permite a **datação** de fósseis, madeira, ossos, carvão, sedimentos orgânicos, coprólitos (fezes fósseis), etc., até um período de 60.000 anos atrás. Assim, podemos investigar uma boa parte do nosso passado remoto até o período neolítico.



MEIA-VIDA

A **meia-vida** é o tempo necessário para que a massa de um radioisótopo caia a sua metade. O tempo de meia-vida, representado por $t_{1/2}$, é o tempo em que o elemento químico se reduz pela metade. Cada sucessiva meia-vida é um período de tempo em que a concentração diminui de um fator 2, ou seja, a metade. Esse tempo pode levar de alguns segundos até bilhões de anos. O tempo de decaimento está relacionado à perda de partículas alfa e beta, que são unidades discretas de matéria, motivo pelo qual, na radioatividade, os átomos se transformam (mediante a emissão de uma dessas partículas) em novos elementos, com novas propriedades químicas, como por exemplo, o nitrogênio 14.

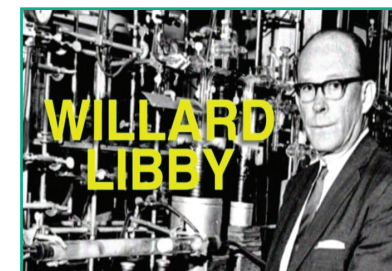
Um exemplo muito citado é o do urânio 238, que possui um período de meia-vida de cerca de 5 bilhões de anos, ou seja, a idade média da Terra. Isso significa que a massa do isótopo urânio 238 cai pela metade somente quando passados aproximadamente 5 bilhões de anos. Por isso, esse elemento radioativo é muito perigoso.



Informe aos alunos que a tecnologia de datação por carbono 14 foi desenvolvida por **Willard Libby**, um físico-químico laureado com o prêmio Nobel e nascido em Grand Valley, Colorado, em 1908. Willard era um especialista em radioquímica e verificou a possibilidade de utilizar o isótopo carbono 14 para datar **artefatos arqueológicos**. Além disso, ele verificou que o tempo de meia-vida do carbono 14 é de cerca de 5730 anos, ou seja, a cada 5730 anos os isótopos de carbono 14 se desintegram e sua massa vai à metade, convertendo-se novamente em nitrogênio 14.

dica!

Professor, você e seus alunos poderão obter mais informações sobre a meia-vida de um radioisótopo na apostila radioatividade, da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), disponível em: <http://www.cnem.gov.br/ensino/apostilas/radio.pdf>



A quantidade de carbono 14 presente em um organismo permanece constante durante toda a sua vida. Mas, com a morte, essa quantidade começa a diminuir ou decair.

dica!

O documentário *O Mistério do Santo Sudário*, apresentado pelo Discovery Channel, encontrado em <http://inconscientecoletivo.net/o-misterio-do-santo-sudario/>, apresenta informações valiosas sobre o tema. Que tal apresentá-lo a seus alunos?



Comente com os alunos que, em 1988, a igreja permitiu a **datação** do **Santo Sudário** com a utilização do decaimento do carbono 14. Lembre aos alunos que, para a igreja católica, esse manto teria sido usado para enrolar o corpo de Jesus Cristo após a crucificação.

Nos animais, a quantidade de carbono 14 se mantém constante enquanto possuem vida e, após a morte, inicia-se a desintegração. Dessa forma, contabilizando a **quantidade de carbono 14** em um corpo após sua morte é possível verificar há quanto tempo ocorreu o falecimento.

Explique aos alunos que o método de **datação por carbono 14** consiste em uma forma de datar artefatos, materiais muito antigos – como peças arqueológicas – ou cadáveres. Lembre que esse método possui capacidade de datação de até, aproximadamente, 60 mil anos. Acima desse período, é necessário recorrer a outras técnicas aqui não discutidas.

DATAÇÃO EM LABORATÓRIO NUCLEAR

A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) conta com o único equipamento para datação por carbono 14 no estado do Rio de Janeiro. O Instituto de Radioproteção e Dosimetria (IRD) da CNEN tem instalada uma linha de síntese de benzeno.

Para a realização da datação por carbono-14 é necessário que a quantidade de **decaimentos** seja medida no tempo. Através de uma série de reações químicas, o produto benzeno é extraído da amostra a ser estudada ou datada.

O benzeno, por possuir uma alta densidade de carbono, facilita o processo de medição. Misturado a uma substância fosforescente, é inserido em uma máquina apropriada que mede a quantidade de “lampejos” realizada a cada desintegração do carbono-14. Esse processo é denominado de “cintilação em meio líquido”.

A foto mostra uma visão do aparelho usado para finalizar o **processo de datação** com as amostras posicionadas em recipientes onde é realizada a cintilação. Destaque que as amostras ficam por 24h no aparelho para realizar as medições de decaimento do carbono-14.



dica!

Saiba mais sobre o equipamento para datação com carbono-14 no site da FAPERJ: http://www.faperj.br/versao-impresao.phtml?obj_id=5519.

2. Atividades

- a) **Distribua** os alunos em grupos e solicite que **pesquisem** sobre isótopos de diferentes elementos, **verificando** os que possuem o maior e o menor tempo de meia-vida. Depois reúna todos os resultados levantados pelos alunos e os organize, em ordem crescente, em uma única tabela. **Exponha** a tabela em um cartaz, **compartilhando** com a comunidade escolar.
- b) **Solicite** aos alunos que **façam** um levantamento sobre os diferentes tipos de método de datação utilizados.
- c) **Oriente** os alunos a **construir**, em grupos, modelos de isótopos estáveis e instáveis e marque uma data para que a turma **apresente** os modelos produzidos.
- d) Solicite que os alunos **realizem** uma breve pesquisa sobre algumas propriedades químicas do benzeno, como, por exemplo, a estrutura química e molecular. Depois veja se eles conseguem **associar** o porquê da utilização do benzeno.

3. Avaliação

A cada atividade realizada ao longo da aula e com as dicas apresentadas pelo guia, o professor pode realizar uma **avaliação continuada**. O professor tem, é claro, liberdade de optar por outras formas de avaliação como provas convencionais, seminários ou qualquer outra.

Professor, fique atento aos resultados obtidos com seus alunos. Se achar conveniente, proponha novas atividades para **consolidar** algum ponto que não tenha ficado bem entendido.

mais detalhes!

No artigo: GOUVEIA, Susy E. M. G.; PESSENDE, Luiz Carlos R. *Datação da Fração Humina da Matéria Orgânica do Solo e sua Comparação com Idades ^{14}C de Carvões Fósseis*, encontrados no site Química Nova, Dez 1999, vol.22, no.6, p.810-814. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40421999000600007&lng=e&nrm=iso&tlng=earttext&pid=S0100-40421999000600007&lng=e&nrm=iso&tlng=e



VÍDEO - AUDIOVISUAL

EQUIPE PUC-RIO

Coordenação Geral do Projeto

Pércio Augusto Mardini Farias

Departamento de Química

Coordenação de Conteúdos

José Guerchon

Revisão Técnica

Nádia Suzana Henriques Schneider

Assistência

Camila Welikson

Produção de Conteúdos

Moisés André Nisenbaum

CCEAD - Coordenação Central de Educação a Distância

Coordenação Geral

Gilda Helena Bernardino de Campos

Coordenação de Audiovisual

Sergio Botelho do Amaral

Assistência de Coordenação de Audiovisual

Eduardo Quental Moraes

Coordenação de Avaliação e Acompanhamento

Gianna Oliveira Bogossian Roque

Coordenação de Produção dos Guias do Professor

Stella M. Peixoto de Azevedo Pedrosa

Assistência de Produção dos Guias do Professor

Tito Tortori

Redação

Alessandra Muylaert Archer

Gabriel Neves

Gisele Moura

Gislaine Garcia

Design

Eduardo Dantas

Isabela La Croix

Romulo Freitas

Revisão

Alessandra Muylaert Archer

Gislaine Garcia