

Conteúdo

Via Metabólica	1
Variabilidade	2
Galvanoplastia	2
Eléctrodo	3
Uracilo	4
Toxicidade	5
Termorregulação	6
Taxon	8
Série Electroquímica	9
Seleccção Artificial	10
Respiração	10
Quimiossíntese	15
Poluição	16
Pigmentos fotossintéticos	16
Osmorregulação	17
Organismo	19
Ordem	19
Modelo Endossimbiótico	21
Modelo Autogenético	23
Mitose	24
Microscópio Óptico	26
Metabolismo	29
Macrófago	29
Interferão	30
Impulso nervoso	30
Homeotermia	32
Género	32
Fotossíntese	33
Fermentação	38
Fecundação	40
Família	41
Enzima	43
Efeito de Estufa	45
DNA (Biologia)	46
Demografia	50
Darwin	50

Comunidade	52
Classe	53
Citosina	55
Citoplasma	57
Citologia	57
Ciclo Celular	58
Catabolismo	60
Biodegradável	62
Bioampliação	62
Base Azotada	63
Arqueobactéria	65
Antigénio	67
Anatomia	68
Anafase	68
Heterozigótico	69
Homozigótico	69
Alelo	70
Morfogénese	71
Hormona	72
Bioética	72
Imunologia	73
Célula	73
Ecossistema	75
Fisiologia	76
Ecologia	76
Botânica	77
Fusão nuclear	77
Fissão nuclear	80
Corrosão	82
Reação nuclear	83

Referências

Fontes e Editores da Página	86
Fontes, Licenças e Editores da Imagem	88

Licenças das páginas

Licença	89
---------	----

Via Metabólica

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0486

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó ^[1]

Uma via metabólica, do ponto de vista bioquímico, é uma série de reacções químicas em que o produto final de uma reacção serve de substrato (ou reagente) à reacção que lhe sucede, estando as reacções interdependentes umas das outras. Estas reacções são catalizadas por enzimas. As vias metabólicas são fundamentais para a manutenção da célula e consequentemente da homeostasia do organismo.

Muitas vezes as vias metabólicas são reguladas por retroalimentação negativa (*feedback* negativo) ou ocorrem em ciclos em que a produção de um determinado composto dá início a novo ciclo (por exemplo, o ciclo de Krebs). Nos eucariontes, as vias anabólicas e catabólicas, ocorrem em compartimentos celulares diferentes ou utilizam diferentes enzimas e co-factores, aumentando assim a eficiência das várias vias metabólicas.

Palavras chaves: metabolismo, catabolismo, anabolismo, respiração, fermentação, fotossíntese, quimiossíntese

Materiais relacionados disponíveis na Casa das Ciências ^[2]:

1. Catabolismo ^[3], quais as fases do catabolismo?
 2. Ciclo de Krebs: Reações energéticas na mosca tsé-tsé ^[4], as reacções energéticas na mosca tsé-tsé em voo e em repouso.
-

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 14 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 01 de Fevereiro de 2012

Variabilidade

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0487

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

O termo **variabilidade** surge associado no contexto programático à variabilidade genética, ou seja, é uma medida da tendência dos genótipos individuais numa população variarem uns dos outros. A capacidade de uma população se adaptar a um determinado ambiente depende da variabilidade genética dessa mesma população. A variabilidade ganhou importância na evolução biológica quando Darwin a definiu como a base da própria evolução, sem variabilidade não existe base para a selecção natural.

Por vezes confundidos, os termos variabilidade e diversidade genéticas não são a mesma coisa. O primeiro é uma medida de quanto uma determinada característica ou genótipo tende a variar e a última é uma medida da variação da espécie numa determinada população. A primeira, a variabilidade, é mais difícil de medir que a segunda, mas por exemplo, ao nível molecular pode ser medida determinando-se a taxa de mutação de determinado gene em estudo.

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 29 de Maio de 2011

Aceite pelo editor em 01 de Fevereiro de 2012

Galvanoplastia

Referência : Maria Abrantes, L. (2012), WikiCiências, 3(02):0488

Autor: Luisa Maria Abrantes

Editor: Irene Montenegro

Esta designação, praticamente desactualizada, é sujeita a definições díspares, muitas vezes imprecisas e/ou incorrectas.

Como Galvanoplastia deve considerar-se uma electrodeposição metálica sobre o molde de um objecto que se queira replicar com exactidão. Quando a cópia atinge a espessura requerida é removida do molde. Este, quando não for de metal, e.g. cera, tem de ser tornado condutor (por exemplo com pó de grafite) de forma a assumir o papel de fase sólida catódica da célula electrolítica usada na operação.

O processo é usualmente atribuído ao físico prussiano Moritz Hermann von Jacobi, professor universitário na Rússia czarista, que na Academia das Ciências de S. Petersburgo apresentou resultados da sua investigação sobre o tema, no distante mês de Outubro de 1838.

A técnica foi extensivamente aplicada em tipografia na duplicação de gravuras, pranchas e fabricação de matrizes para fundição de caracteres, com a denominação de electrotipia ou galvanotipia, encontrando-se obsoleta devido aos modernos métodos de impressão. Durante o século XIX e primeiras décadas do século passado a galvanoplastia foi empregue com elevado sucesso em obras escultóricas de grande porte. Tem ainda relevante utilização em numismática, medalhística e joalharia.

O conceito é ainda extensível ao recobrimento de pequenos objectos (flores, folhas animais) por uma fina camada de metal depositada por via electrolítica, para preservação ou efeitos decorativos.

Referências

H. Heinrich, J. Chem. Educ. 15 (1938) 565-575.

M. Twyman, The British Library Guide to Printing History and Techniques, Ed British Library, London (1998).

D. Johnson, in The E-Sylum (an electronic publication of the numismatic Bibliomania Society) Vol 11, 36 (2008), Article 17.

D.J. Burt, The Medal 5 (1984) 48-49.

Criada em 23 de Janeiro de 2012

Revista em 06 de Fevereiro de 2012

Aceite pelo editor em 06 de Fevereiro de 2012

Eléctrodo

Referência : Maria Abrantes, L. (2012), WikiCiências, 3(02):0489

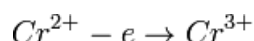
Autor: Luisa Maria Abrantes

Editor: Irene Montenegro

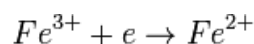
Designação para duas ou mais fases electricamente condutoras, ligadas em série, entre as quais pode ocorrer transferência de carga (geralmente electrões); uma das fases terminais é um condutor electrónico e outra um condutor iónico (solução electrolítica).

O condutor electrónico é frequentemente um metal mas pode também ser constituído por ligas, carbono, diamante dopado, semicondutores, óxidos metálicos ou polímeros electronicamente condutores.

Os eléctrodos denominam-se por ânodo e cátodo. Num ânodo, o electrão passa da fase solução para o condutor electrónico ocorrendo uma oxidação, por exemplo



Num cátodo a transferência electrónica dá-se no sentido inverso, i.e., a espécie em solução é reduzida como no caso



A aplicação de uma diferença de potencial entre dois eléctrodos dá origem a uma electrólise; alternativamente, pode produzir-se uma força electromotriz como resultado de reacções químicas que ocorram em dois eléctrodos interligados.

Referência Electrochemical Dictionary, Allen J. Bard, György Inzelt, Fritz Scholz editors, Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2008)

Autor: Luisa Maria Abrantes

Criada em 10 de Janeiro de 2012

Revista em 01 de Fevereiro de 2012

Aceite pelo editor em 06 de Fevereiro de 2012

Uracilo

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0490

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Base azotada do grupo das pirimidinas (fig. 1) apenas presente no RNA substituindo a timina no par complementar com a adenina, mantendo as 2 ligações por ponte de hidrogénio entre as bases (fig.2).

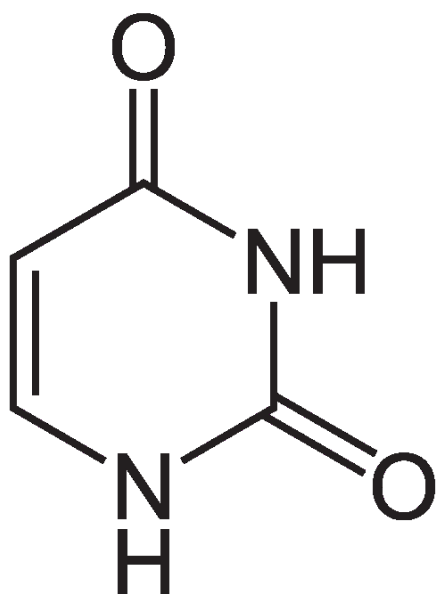


Figura 1. Estrutura química do uracilo

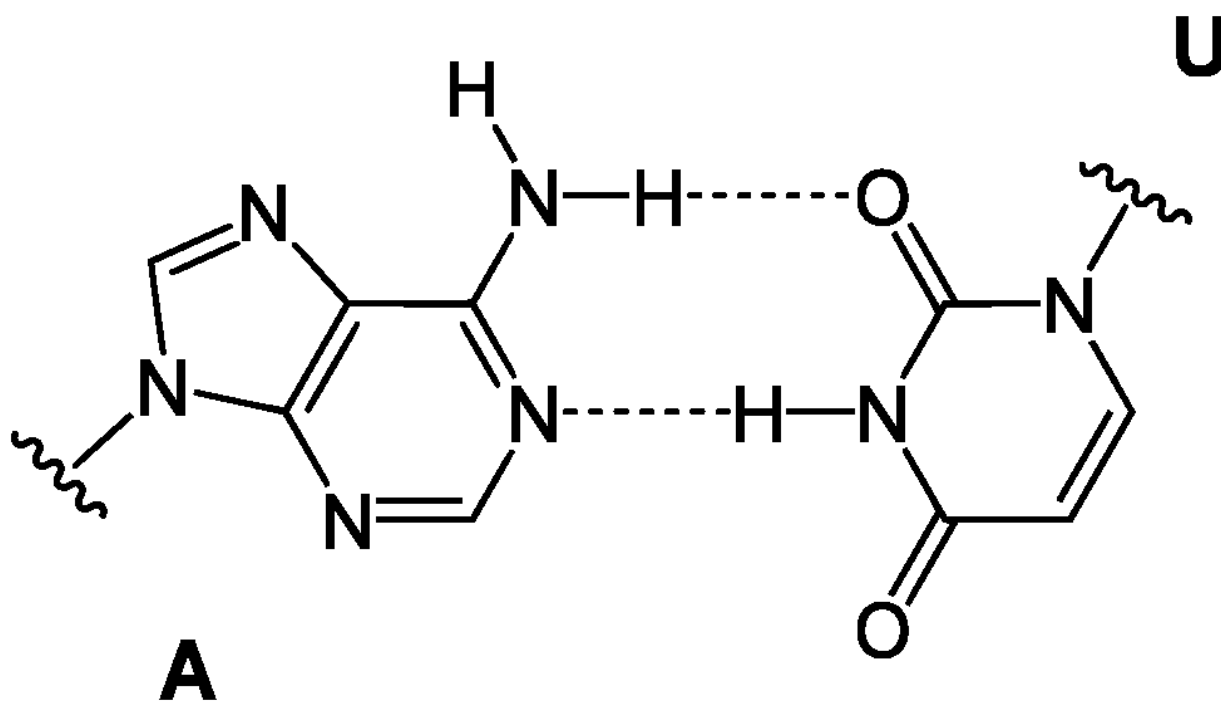


Figura 2. Estrutura química do par complementar adenina-uracilo

Palavras chave: RNA, adenina

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 14 de Julho de 2011

Aceite pelo editor em 06 de Fevereiro de 2012

Toxicidade

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0491

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó ^[1]

A toxicidade é a capacidade que uma substância tem de causar efeitos adversos a um determinado organismo que tenha sido exposto.

A toxicidade de uma substância não depende apenas da qualidade dessa substância mas também da quantidade introduzida no organismo, chamadas “doses tóxicas”. Para estudar os efeitos das doses tóxicas, não se usam Humanos por questões de bioética mas utilizam-se outros animais, geralmente ratinhos de laboratório. Em laboratório usa-se o conceito de **dose letal média DL₅₀**, definida como a dose de uma substância que mata 50% de uma população testada. A dose letal é normalmente expressa em mg de substância tóxica por kg de massa corporal. Quanto menor for a dose letal de uma substância, maior será a sua toxicidade.

Por exemplo, o cianeto de hidrogénio é um gás muito venenoso. Estima-se que a DL₅₀ de cianeto de hidrogénio, para o ser humano, seja 100 mg/kg por absorção cutânea. Isto significa isto que um indivíduo com 70 kg, que absorva 70 x 100 = 7000 mg de uma só vez, tem 50% de probabilidade de morrer.

Diferentes espécies reagem de forma distinta a substâncias, sendo que algumas substâncias que são tóxicas para umas espécies são quase inofensivas para outras. Por exemplo, o veneno de uma cobra cascavel é mortal para a presa mas não para a própria cobra. Por outro lado, diferentes espécies e dentro da mesma espécie, diferentes indivíduos, apresentam tolerâncias distintas às substâncias tóxicas.

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 06 de Fevereiro de 2012

Termorregulação

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0492

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Conjunto de mecanismos fisiológicos, estruturais e comportamentais que permitem a alguns animais manter a temperatura corporal dentro de alguns limites, independentemente das oscilações de temperatura do meio externo. A termorregulação é por isso um mecanismo de homeostasia.

Os animais de acordo com as estratégias adoptadas face às alterações da temperatura ambientais, podem ser classificados como:

- homeotérmicos: animais que têm a capacidade de regular a temperatura corporal a um nível constante
- poiquilotérmicos: animais cuja temperatura corporal varia com as alterações de temperatura do meio
- heterotérmicos: animais que têm uma capacidade temporária de regular a temperatura corporal a um nível constante (por exemplo, um animal durante o período de hibernação)

outra classificação possível baseia-se nas fontes de calor que determinam a temperatura corporal, e neste caso os animais podem ser:

- ectotérmicos: dependem largamente das fontes de calor externas para manter a temperatura
- endotérmicos: conseguem regular a temperatura corporal produzindo calor metabólico ou adoptando mecanismos que induzam a perda de calor activamente.

Os mamíferos e as aves são endotérmicos, todos os outros animais são ectotérmicos, em regra.

Ectotérmicos

Os animais ectotérmicos por vezes usam estratégias comportamentais para regular a temperatura corporal. Por exemplo, os lagartos expõem-se ao sol muito vezes em cima de rochas para aquecerem rapidamente e quando a temperatura é muito alta refugiam-se à sombra ou mesmo nas tocas mais frescas. À noite, quando a temperatura baixa, muitas vezes refugiam-se em tocas subterrâneas uma vez que a temperatura do solo é superior à do ar. Os endotérmicos também utilizam muitas vezes mecanismos comportamentais, por exemplo, os humanos vestem roupas diferentes consoante a estação do ano.

A termorregulação fisiológica não é exclusiva dos endotérmicos. Ambos ecto e endotérmicos podem alterar a taxa de trocas de calor entre o corpo e o ambiente controlando o fluxo sanguíneo superficial. As iguanas marinhas das Galápagos, por exemplo, controlam o fluxo sanguíneo superficial. Quando a temperatura do corpo é próxima da temperatura da água do mar, isto é, relativamente baixa, ficam mais lentas e mais vulneráveis a predadores, e com uma digestão menos eficiente. Assim, alternam entre se alimentarem de algas no mar e a exposição ao sol nas rochas. Para ajustar a temperatura do corpo os vasos sanguíneos superficiais contraem – vasoconstrição, quando a iguana mergulha e dilatam – vasodilatação, quando se expõe ao sol. Adicionalmente, alteram a taxa cardíaca, quando mergulham o seu batimento cardíaco é reduzido o que em conjunto com a vasoconstrição reduz o fluxo de sangue na superfície e o sangue mais quente circula no interior do corpo, perdendo menos calor.

Alguns peixes, como o atum e o tubarão branco, são velozes nadadores e conseguem manter a temperatura do corpo 10-15 °C superior à da água envolvente. O calor é produzido nos músculos natatórios é mantido por um mecanismo de circulação sanguínea de contracorrente.

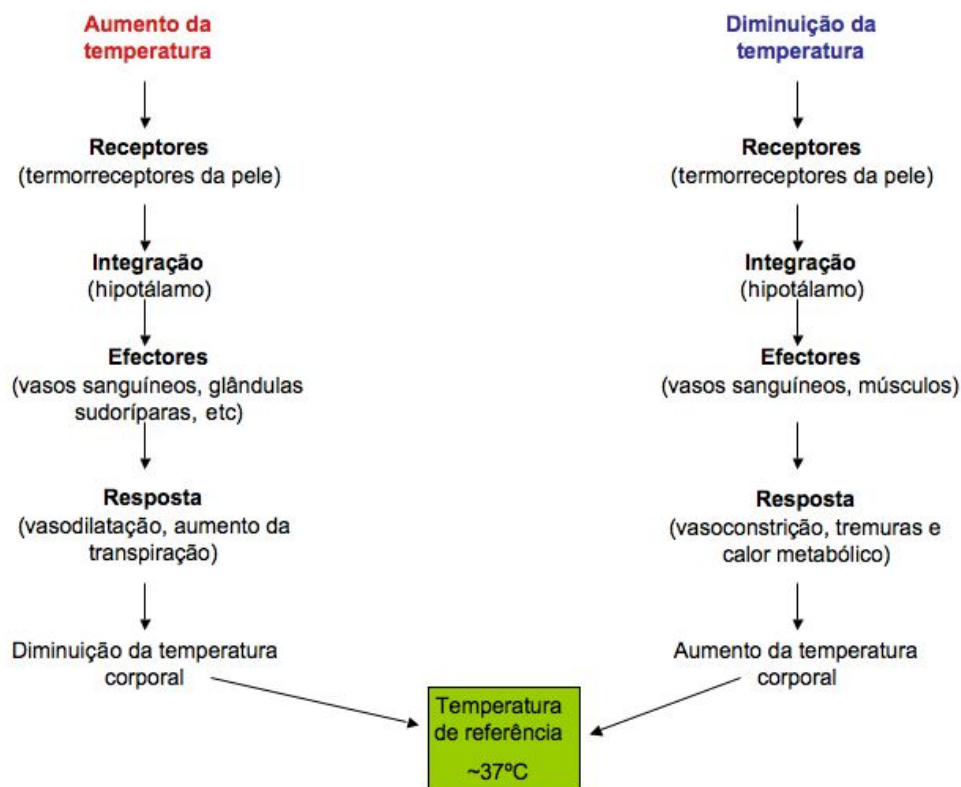
Endotérmicos

Os animais endotérmicos respondem às alterações de temperatura ambiental variando a taxa de produção de calor metabólico. Dentro de um intervalo de temperaturas reduzido – zona termoneutra – a taxa metabólica é baixa e independente da temperatura. A taxa metabólica de um animal em repouso à temperatura neutra denomina-se taxa metabólica basal. Um animal a hibernar consome apenas a energia necessária para manter as funções metabólicas

vitais.

Os mamíferos utilizam dois mecanismos para produzir calor: tremores e calor metabólico. As aves utilizam apenas o tremor para produzir calor: os músculos esqueléticos contraem-se um contra os outros em movimentos mínimos sem produzir um comportamento observável, consumindo ATP que é convertido em ADP e calor. Os animais que não usam os tremores como mecanismo termorregulador variam de estratégias: alguns possuem um tecido especializado, a gordura castanha, rica em mitocôndrias e altamente vascularizada. Outros alteram o seu isolamento térmico, nos humanos a roupa, noutros mamíferos a pelagem. Podem também alterar o fluxo sanguíneo superficial, como a iguana. Existem ainda outros mecanismos: por exemplo, o lobo no inverno quando anda sobre a neve mantém a temperatura das almofadas palmares acima dos zero graus por vasoconstricção, mantendo o fluxo mínimo do resto do corpo para as patas. Quando a temperatura atinge quase os zero graus dilata um pouco os vasos permitindo a circulação de sangue mais quente naquela zona. Para perder calor um dos mecanismos mais efectivos é a perda de água por evaporação. Através da transpiração ou de arfar os animais podem perder quantidades de água suficientes para baixar a temperatura do corpo. No entanto, estes são também processos activos e por isso produzem calor metabólico em simultâneo.

Todos estes mecanismos termorregulatórios e adaptações são comandadas por um sistema central que integra a informação, o termóstato dos vertebrados, o hipotálamo. A temperatura do hipotálamo é o factor de feedback mais importante. Por exemplo, o arrefecimento nos mamíferos leva o hipotálamo a estimular a vasoconstricção cutânea e aumento da taxa metabólica com produção de calor. Nos seres humanos, assim como na maioria dos mamíferos, a regulação da temperatura é feita através da interacção coordenada do sistema nervoso e o sistema endócrino. A temperatura é mantida perto dos 36-37°C, mobilizando um rede de interacções que inclui as seguintes etapas:



O sistema nervoso regula a temperatura corporal dentro de determinados valores por um mecanismo de retroacção negativa. Quando a temperatura sobe os órgãos efectores desencadeiam acções destinadas a fazê-la baixar e quando ela baixa o inverso.

Materiais relacionados disponíveis na Casa das Ciências ^[2]:

1. Trocas de calor em contracorrente e vasoconstrição seletiva ^[1], veja diferentes estratégias de termorregulação fisiológica.

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 06 de Fevereiro de 2012

Taxon

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0493

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó ^[1]

O Taxon (plural *taxa*) é a unidade taxonómica associada à classificação científica de seres vivos. Reino, ordem, género e espécie são exemplos de taxa.

O glossário do Código Internacional de Nomenclatura Zoológica define taxon como: “A unidade taxonómica, nomeada ou não, i.e., a população ou grupo de populações de organismos que, geralmente, são inferidos por relação filogenética e que têm caracteres em comum que diferenciam a unidade (por exemplo, população geográfica, o género, a família, a ordem) das outras unidades do mesmo nível. O taxon inclui todos os taxa dos níveis inferiores e todos os organismos individuais.”, (o original em inglês, “*A taxonomic unit, whether named or not: i.e. a population, or group of populations of organisms which are usually inferred to be phylogenetically related and which have characters in common which differentiate (q.v.) the unit (e.g. a geographic population, a genus, a family, an order) from other such units. A taxon encompasses all included taxa of lower rank (q.v.) and individual organisms. [...]*”)

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 06 de Fevereiro de 2012

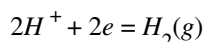
Série Electroquímica

Referência : Maria Abrantes, L. (2012), WikiCiências, 3(02):0494

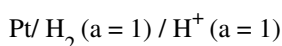
Autor: Luisa Maria Abrantes

Editor: Irene Montenegro

Lista ordenada de potenciais padrão de eléctrodo. Estes potenciais não podem medir-se directamente mas os seus valores relativos podem ser determinados acoplando numa célula o eléctrodo em apreço com um segundo eléctrodo constante (eléctrodo de referência). Este, por convenção, é o eléctrodo de hidrogénio - eléctrodo em que os potenciais são controlados pela reacção

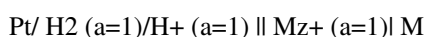


dando origem à mesma contribuição para o potencial da célula, desde que a actividade do ião hidrogénio na solução e a pressão de H_2 com a qual está em equilíbrio sejam sempre as mesmas. Os valores escolhidos são actividade unitária para o ião hidrogénio e pressão unitária para o gás hidrogénio, constituindo-se o eléctrodo normal de hidrogénio (ENH), também designado por eléctrodo padrão de hidrogénio,



cujos potencial a todas as temperaturas é arbitrariamente assumido como zero.

Assim, para cada eléctrodo, por exemplo um metal em contacto com uma solução dos seus iões de actividade unitária, o potencial da célula (em que o eléctrodo padrão de hidrogénio funciona como ânodo)



representa o potencial padrão do par $M^{z+} | M$ na escala do ENH (E^0 vs ENH).

Escrevendo as meias reacções como redução e tabulando os respectivos potenciais de padrão de eléctrodo, obtém-se a série electroquímica.

Em soluções não aquosas é necessário usar outra reacção padrão em vez da ionização do hidrogénio.

Da informação contida numa lista ordenada pode concluir-se rapidamente se um dado processo redox ocorre espontaneamente; metais com potenciais padrão elevados e positivos dizem-se nobres enquanto na extremidade oposta da tabela se encontram os metais reactivos, ou seja com maior tendência a oxidar-se. Efectivamente a série foi estabelecida experimentalmente verificando-se que metais deslocavam outros de soluções dos seus sais. Uma chapa de zinco imersa numa solução de sulfato de cobre fica rapidamente recoberta por um depósito de cobre metálico, enquanto o zinco passa à solução, tal como indiciado pelos valores dos respectivos potenciais padrão ($E^0 (Cu^{2+} / Cu = + 0,35 \text{ V}$; $E^0 (Zn^{2+} / Zn) = -0,76 \text{ V}$).

Criada em 19 de Janeiro de 2012

Revista em 06 de Fevereiro de 2012

Aceite pelo editor em 06 de Fevereiro de 2012

Seleccção Artificial

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0495

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

A selecção artificial, tal como o nome indica, é feita pelo Homem que selecciona fenótipos que lhe são mais úteis por razões alimentares, médicas ou outras. Quase todas as espécies que servem de base à agricultura e alimentação humana foram dramaticamente transformadas de espécies silvestres por selecção artificial, conduzindo mesmo à formação de novas espécies (ex. milho)

Alguns dos exemplos mais espectaculares nos nossos dias são também as imensas e muito variadas raças de cães e gatos. Todos os cães, independentemente da sua raça, pertencem à mesma espécie *Canis lupus familiaris* e o mesmo se passa com os gatos (*Felis silvestris catus*).

Geralmente, escolhem-se indivíduos que possuam as características pretendidas (por exemplo, cão de pêlo mais comprido) e cruzam-se de forma a aumentar a probabilidade de alguma da sua descendência também possuir essas características. Fazendo vários cruzamentos consecutivos sempre escolhendo os indivíduos a cruzar, vão-se seleccionando as características.

Palavras chave: selecção natural, evolução

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 14 de Julho de 2011

Aceite pelo editor em 07 de Fevereiro de 2012

Respiração

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0496

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Respiração

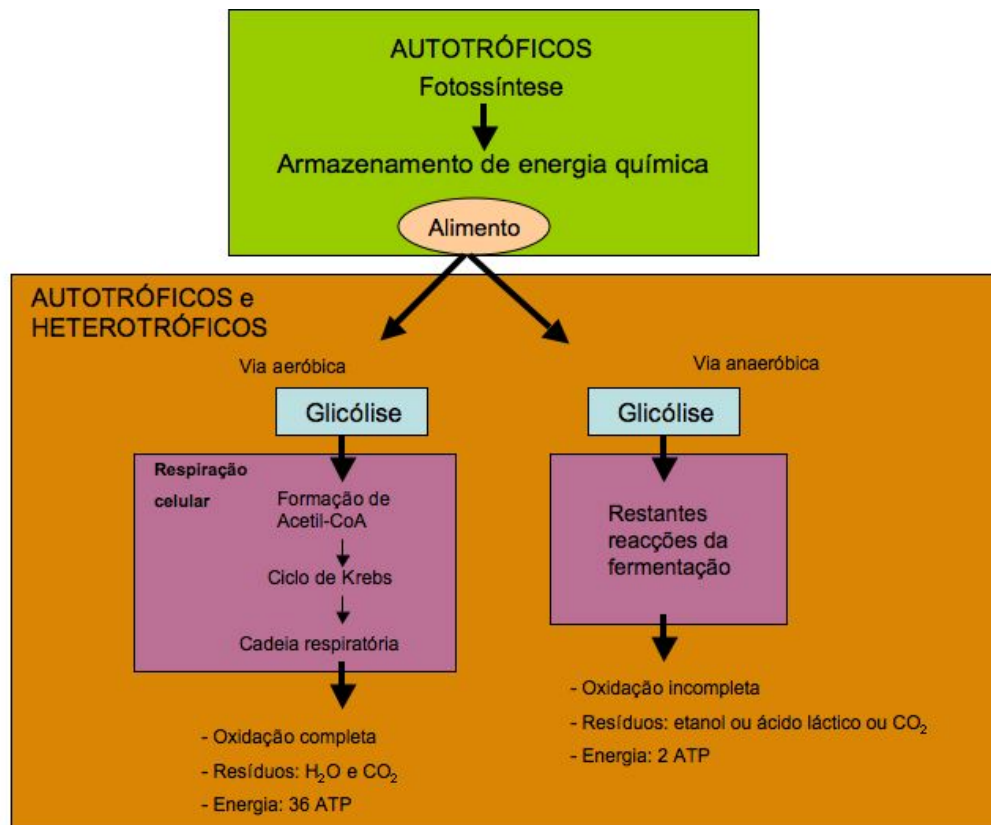
Conjunto das vias catabólicas, a partir das quais os organismos obtêm energia a partir da oxidação de uma molécula orgânica sendo o aceitador final de electrões e prótons é uma molécula inorgânica externa. Na respiração a glicose é o substrato mais comum. Os organismos oxidam a glicose na presença de oxigénio de acordo com a seguinte reacção: $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{energia}$ As vias metabólicas associadas à respiração ocorrem nas células das plantas e dos animais, gerando cerca de 38 moléculas de ATP por cada molécula de glicose oxidada. Nem toda a energia produzida é aproveitada, apenas cerca de metade é conservada sob a forma de energia química (ATP) e o resto é libertado sobre a forma de calor.

Nas células eucariotas as necessidades energéticas são maiores, e a presença de organelos como as mitocôndrias permitem uma oxidação completa do ácido pirúvico obtido na glicólise, originando compostos mais simples (água e dióxido de carbono) com libertação de energia. Esta via metabólica ocorre na presença de oxigénio e denomina-se **respiração aeróbia**.

O metabolismo aeróbico é bastante mais eficiente do ponto de vista energético que o metabolismo anaeróbico, partilham as primeiras reacções da glicólise e depois o metabolismo aeróbico continua a degradação do ácido pirúvico através do ciclo de Krebs e da fosforilação oxidativa, que decorre nas mitocôndrias das células eucariotas e no citoplasma das células procariotas.

A degradação oxidativa completa da glicose pode ser compartimentada em quatro etapas bioquímicas principais: a glicólise, a formação do acetil-CoA, o ciclo de Krebs (ciclo do ácido cítrico ou dos ácidos tricarboxílicos) e a cadeia transportadora de electrões onde se dá a fosforilação oxidativa. Durante a respiração um composto orgânico (geralmente açúcar) é completamente oxidado formando CO_2 e H_2O . Na respiração aeróbia, o oxigénio molecular, O_2 serve como aceitador final de electrões. Na respiração anaeróbia, o aceitador final de electrões pode ser o NO_3^- (ião nitrato), SO_4^- (ião sulfato), CO_2 ou fumarato. Se o substrato oxidado durante a respiração for uma proteína então forma-se também amónia.

As bactérias, ao contrário das cianobactérias e dos eucariotas, possuem vias metabólicas alternativas à oxidação da glicose: a via oxidativa da pentose fosfato e a via de Entner-Doudoroff. Aqui apenas iremos reportar a glicólise.



Etapas da respiração aeróbia:

Glicólise

Via metabólica comum a todos os seres vivos consiste na oxidação incompleta da glicose em piruvato e ocorre no citosol de eucariotas e procariotas. A glicólise ocorre na presença ou ausência de oxigénio. Consiste em 10 reacções que convertem a molécula de glicose com 6 átomos de carbono (6C) em duas moléculas de piruvato com 3C, com produção de 2 ATPs e redução de 2NAD^+ em $\text{NADH} + \text{H}^+$. A glicólise pode ser dividida em dois grupos de reacções:

- **fase de activação**, em que é fornecida energia da hidrólise do ATP à glicose para que se torne quimicamente activa e se dê início à sua degradação;
- **fase de rendimento**, em que a oxidação dos compostos orgânicos permite aproveitar energia libertada para a produção de ATP.

As primeiras 5 reacções são endoenergéticas, isto é, consomem energia.

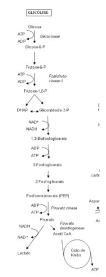
1. o ATP transfere um grupo fosfato (P) para a glicose 6C, formando a glicose 6-P
2. a glicose 6-P sofre um rearranjo da molécula, originando o isómero frutose 6-P
3. outro ATP transfere um P para frutose 6-P originando a frutose 1,6-P (ou frutose difosfato)
4. a molécula de frutose sofre rearranjo molecular (o anel benzeno abre) e a frutose 1,6-P origina duas moléculas diferentes de 3 carbonos – fosfato de diidroxiacetona e gliceraldeído 3P (ou ácido fosfoglicérico)
5. a fosfato de diidroxiacetona sofre um rearranjo estrutural e forma-se o seu isómero, o ácido fosfoglicérico

Resultado desta fase: 2 moléculas de ácido fosfoglicérico, 2 moléculas NADH + 2 H⁺

As seguintes 5 reacções ocorrem em duplicado a partir das 2 moléculas de ácido fosfoglicérico

6. o ácido fosfoglicérico recebe um P cada e é oxidado, formando o 1,3 – bifosfoglicerato (conversão de um açúcar num ácido) e um NADH + H⁺ - é nesta reacção de fosforilação do substrato com fosfato inorgânico paralelamente com a oxidação e redução do NAD que resulta um ganho energético para a célula
7. o 1,3 – bifosfoglicerato cede o grupo fosfato a 1 ADP, formando ATP e 3 – fosfoglicerato
8. o grupo fosfato muda de local ao nível molecular no 3 – fosfoglicerato formando 2 – fosfoglicerato
9. o 2 – fosfoglicerato perde uma molécula de H₂O, formando o fosfoenolpiruvato (PEP)
10. o PEP cede um P ao ADP, formando ATP e piruvato

Resultado desta fase: 2 moléculas de piruvato, 2 H₂O e 4 ATPs



Formação do Acetil-coenzima A (AcetilCoA)

Na presença de oxigénio, o piruvato entra na mitocôndria, e é oxidado formando um composto de 2 carbonos, o acetato, com libertação de energia e CO₂. Durante este processo o acetato liga-se a uma coenzima – **coenzima A (CoA)** – formando o acetil-coenzima A.

Os 3 passos:

1. piruvato é oxidado e forma acetato com libertação de CO₂
2. a energia libertada na oxidação do piruvato é armazenada na reacção de redução do NAD⁺ a NADH + H⁺
3. a molécula de acetato combina-se com a coenzima A formando o acetil-coenzima A.

Ciclo de Krebs

O ciclo de Krebs é o conjunto de reacções que conduz à oxidação completa da glicose. Ocorre na matriz da mitocôndria dos eucariontes e no citoplasma dos procariontes. Os principais reagentes do ciclo de Krebs são o acetato na forma de acetil-CoA, água e transportadores de electrões. As reacções são catalisadas por enzimas donde se destacam as descarboxilases (catalisadores das descarboxilações) e as desidrogenases (catalizadores das reacções de oxidação-redução que conduzem à formação de NADH).

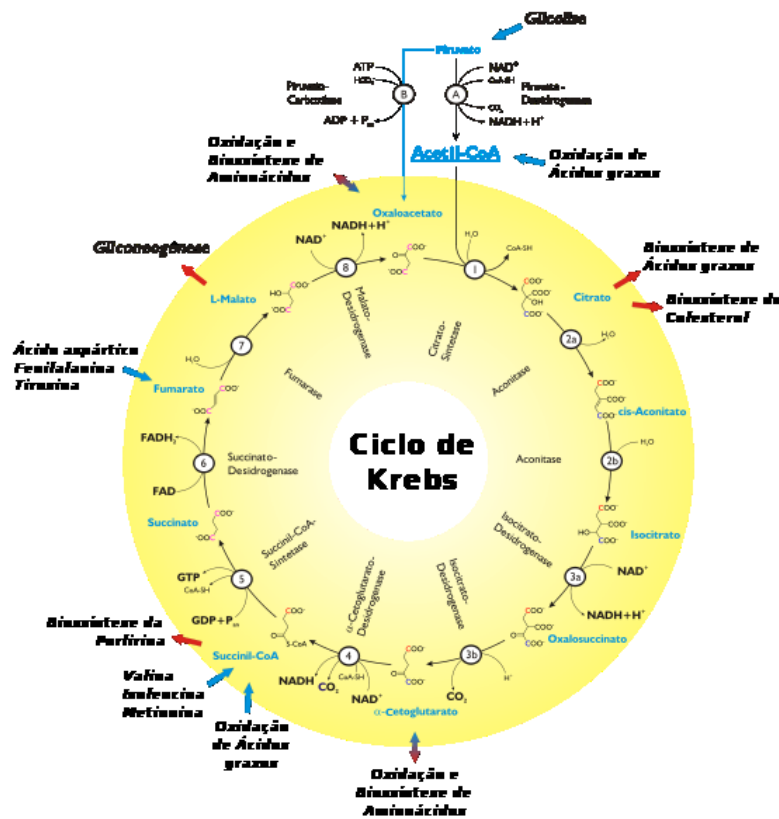
Cada molécula de glicose conduz à formação de duas moléculas de piruvato, que originam duas moléculas de acetil-CoA, dando início a dois ciclos de Krebs. Por cada molécula de glicose degradada, resultam no final do ciclo de Krebs:

- 6 moléculas de NADH
- 2 moléculas de FADH₂
- 2 moléculas de ATP
- 4 moléculas de CO₂

Reacções do Ciclo de Krebs:

O acetilCoA com dois carbonos no seu grupo acetato reage com o oxaloacetato (ácido com 4 carbonos) formando um composto de 6 carbonos, o ácido cítrico (citrato). As seguintes reacções catalizadas por várias enzimas irão continuar a degradação do ácido cítrico até à formação de uma nova molécula de 4 carbonos, o oxaloacetato. Esta nova molécula de oxaloacetato vai reagir com outro acetilCoA e assim sucessivamente. Os reagentes iniciais e os

produtos intermédios e finais permitem a manutenção e continuação do ciclo, com reciclagem de compostos que serão úteis mais tarde no ciclo. Os compostos intermediários do ciclo de Krebs podem ser utilizados como precursores em vias biossintéticas, por exemplo, o oxaloacetato e o α -cetoglutarato irão formar aminoácidos, respectivamente o aspartato e o glutamato.



Ciclo de Krebs

Tabela resumo do ciclo de Krebs (adaptada da wikipedia)

	Substrato/Coenzima	Enzima	Tipo de reacção	Produtos
1	Oxaloacetato + acetilCoA + H ₂ O	Citrato sintase	condensação	Ácido cítrico + CoA-SH
2	Ácido cítrico	Acotinase	Desidratação/hidratação	Isocitrato + H ₂ O
3	Isocitrato + NAD ⁺	Isocitrato desidrogenase	Oxidação	Oxalosucinato + NADH + H ⁺
4	Oxalosucinato + H ⁺	Isocitrato desidrogenase	Descarboxilação	α -cetoglutarato + CO ₂
5	α -cetoglutarato + NAD ⁺ + CoA-SH	α -cetoglutarato desidrogenase	Descarboxilação oxidativa	Succinil-CoA + NADH + H ⁺ + CO ₂
6	Succinil-CoA + GDP + P _i	Succinil-CoA sintetase	Fosforilação ao nível do substrato	Sucinato + CoA-SH + GTP
7	Sucinato + ubiquinona + FAD	Sucinato desidrogenase	Oxidação	Fumarato + ubiquinol + FADH ₂
8	Fumarato + H ₂ O	fumarase	Hidratação	Malato
9	L-malato + NAD ⁺	Malato desidrogenase	Oxidação	Oxaloacetato + NADH + H ⁺

O oxaloacetato produzido no ciclo de Krebs pode reiniciar um novo ciclo.

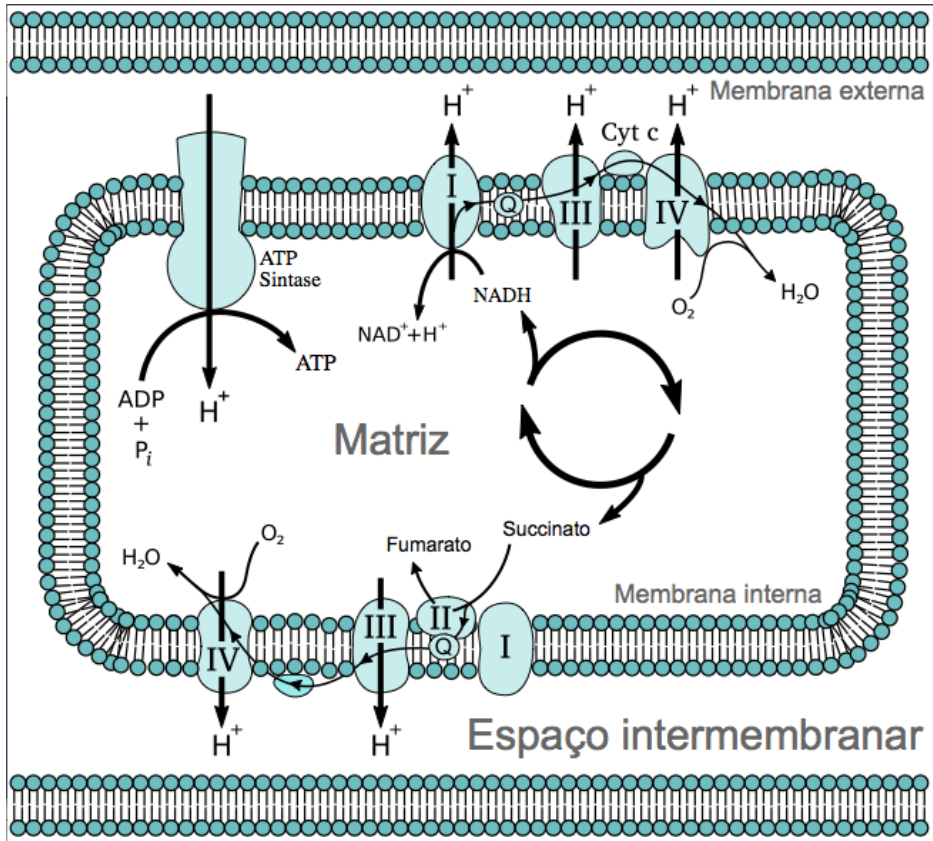
Cadeia respiratória ou transportadora de electrões e fosforilação oxidativa

As moléculas de NADH e FADH₂ resultantes do ciclo de Krebs (pela redução, respectivamente, de NAD⁺ e FAD) transportadoras de electrões e prótons (e⁻ e H⁺), são oxidadas nas reacções finais da respiração celular, e os electrões e prótons são captados pelo oxigénio, aceitador final.

Esta última fase é tripartida:

1. os electrões passam por uma série de proteínas transportadoras de electrões – **cadeia respiratória** – que se encontram na membrana interna da mitocôndria.
2. o fluxo de electrões ao longo da cadeia respiratória provoca o transporte activo de protões ao longo da cadeia através da membrana interna da mitocôndria.
3. os protões regressam à matriz mitocondrial por difusão – **quimioosmose** – e, simultaneamente, o ADP sofre uma fosforilação oxidativa formando ATP.

A cadeia transportadora de electrões contém 3 grandes complexos proteicos na membrana interna da mitocôndria; um pequena proteína – o citocromo c; e um componente não proteico – a ubiquinona (Q).



1. O $NADH + H^+$ cede electrões à ubiquinona (Q) numa reacção catalisada pela enzima NADH-Q reductase.
2. a citocromo reductase transfere os electrões da ubiquinona para o citocromo c
3. do citocromo c os electrões passam para o oxigénio numa reacção catalisada pela citocromo oxidase.

Por cada par de electrões transportado na cadeia respiratória provenientes de $NADH + H^+$ até ao aceitador final, o oxigénio, formam-se 3 ATPs.

Durante o transporte de electrões os H^+ são transportados contra gradiente de concentração através da membrana interna da mitocôndria do interior para o exterior, o espaço intermembranar da mitocôndria. O aumento de concentração de H^+ no espaço intermembranar irá promover a difusão dos protões de volta ao interior da mitocôndria, através de canais proteicos específicos, as sintetases de ATP, promovendo a fosforilação do ADP em ATP.

Materiais relacionados disponíveis na Casa das Ciências ^[2]:

1. Catabolismo ^[3], quais as fases do catabolismo?
 2. Ciclo de Krebs: Reações energéticas na mosca tsé-tsé ^[4], as reações energéticas na mosca tsé-tsé em voo e em repouso
 3. Glicólise ^[1], como se dá a degradação da glicose na célula
 4. Respiração celular (Cadeia transportadora de eletrões) ^[2], veja co que ocorre dentro da mitocôndria na respiração celular
 5. ATP Sintase e os gradientes biológicos ^[3], como se faz o ATP na célula(!)
-

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 07 de Fevereiro de 2012

Quimiossíntese

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0497

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó ^[1]

A quimiossíntese pode ser considerado um processo de autotrofia alternativo à fotossíntese, com produção de compostos orgânicos utilizando como fonte de energia a oxidação de compostos minerais, como o amoníaco (NH_3), o dióxido de carbono (CO_2) ou o sulfureto de hidrogénio (H_2S).

Pode-se dividir o processo em duas fases:

1. fase de produção de ATP e NADPH: os compostos minerais são oxidados, e os electrões e protões resultantes das reacção redox são transportados ao longo de um cadeia transportadora de electrões, utilizando-se a energia libertada na produção de ATP e na redução de NADP^+ em NADPH

2. ciclo das pentoses: produzem-se compostos orgânicos a partir do dióxido de carbono absorvido, do poder redutor do NADPH e da energia dos ATP gerados na primeira fase.

A quimiossíntese é principalmente realizada por bactérias – ferro, sulfo e nitrobactérias, que usam como substrato energético o ferro, o enxofre e o nitrogénio, respectivamente. O rendimento energético é inferior ao da fotossíntese, mas é extremamente importante para o ciclo do azoto, onde o azoto N_2 fixado em nitratos ou nitritos no solo ou nas plantas.

Palavras chave: autotrófico, quimioautotrófico, fotossíntese

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 07 de Fevereiro de 2012

Poluição

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0498

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

O termo poluição surge associado a alterações físicas, químicas ou biológicas nos sistemas terrestres ou aquáticos, muitas vezes, de origem antropogénica, e cujos efeitos negativos prejudicam o equilíbrio dos biosistemas, causando muitas vezes danos na saúde humana, nos seres vivos em geral e nos ecossistemas locais.

Os agentes de poluição produzidos pelo Homem, poluentes, podem ter origem tóxica ou difusa, tornando-se mais difícil controlar. Consideram-se poluentes todas as substâncias emitidas para um meio (atmosfera, solo, oceanos, etc) que provocam a alteração da composição normal desse meio alterando o equilíbrio do local e adjacentes.

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 07 de Fevereiro de 2012

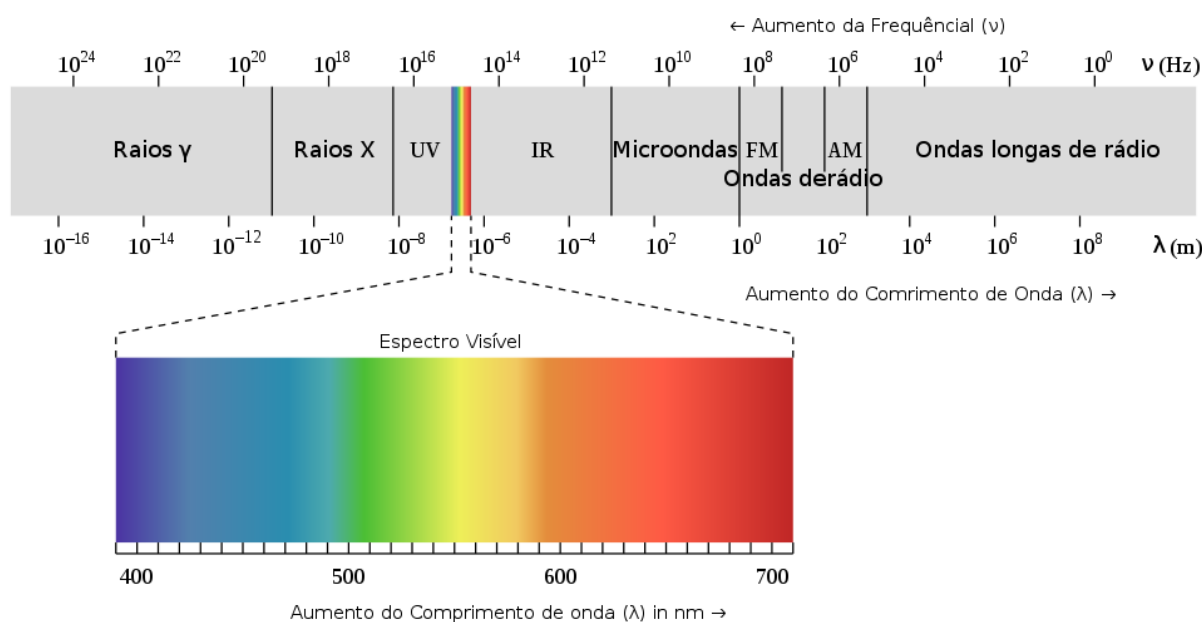
Pigmentos fotossintéticos

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0499

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Todas as moléculas absorvem radiação electromagnética (luz), mas os comprimentos de onda que cada molécula pode absorver são característicos dessa molécula em particular. Os pigmentos têm a característica de só absorver comprimentos de onda no domínio do visível.



Existem três grupos principais de pigmentos fotossintéticos:

- **clorofilas:** pigmentos que conferem a cor esverdeada típica das plantas. Existem vários tipos de clorofila, sendo as mais importantes a *a* (existe em plantas, algas e cianobactérias), a *b* (existe apenas em algas verdes e plantas) e

a clorofila *c* (existe nos Chromista e dinoflagelados). A clorofila absorve todos os comprimentos de onda do visível menos o verde

Pigmentos acessórios, não podem transferir a energia solar directamente à via fotossintética, tendo de passá-la à clorofila primeiro

- **carotenóides**: geralmente vermelhos, laranjas e amarelos, incluem o caroteno que dá a cor laranja às cenouras.
- **ficobilinas**: solúveis em água e, por isso, disponíveis no citoplasma ou no estroma do cloroplasto, só ocorrem em cianobacterias e algas rodofitas

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 07 de Fevereiro de 2012

Osmorregulação

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0500

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Osmorregulação é a capacidade que alguns animais têm de manter de forma activa o equilíbrio da quantidade de água e dos sais minerais no organismo, isto é, a manutenção da homeostasia através da regulação da pressão osmótica interna dentro de certos limites, independentemente da concentração do meio externo.

É importante para perceber os mecanismos de osmorregulação relembrar que as membranas plasmáticas são permeáveis à água e que o movimento da água através da membrana depende das diferenças de potencial osmótico. Se o potencial osmótico no fluido extracelular for negativo (o fluido contém menos solutos dissolvidos – meio hipotónico) em relação ao fluido intracelular (contém mais solutos – meio hipertónico), então as células tendem a ganhar água e volume. Os organismos de ambientes aquáticos e terrestres para manterem as concentrações de solutos (e a quantidade de água) óptimas nos seus fluidos utilizam vários mecanismos nomeadamente a excreção usando órgãos tão distintos como a pele e os rins.

Os sistemas excretores consistem num conjunto de órgãos que auxilia a regulação do potencial osmótico e do volume de fluidos extracelulares. São também responsáveis pela composição dos fluidos extracelulares através da excreção de moléculas em excesso ou da conservação de moléculas em défice no organismo. Podem também ser responsáveis pela eliminação de produtos tóxicos resultantes do metabolismo, por exemplo, nos organismos terrestres.

Entre os animais que osmorregulam podem-se identificar dois grandes grupos: os osmoconformantes e os osmorreguladores.

Os animais osmoconformantes, geralmente invertebrados marinhos, não regulam activamente a sua pressão osmótica, variando consoante o potencial osmótico da água envolvente. Existem contudo limites para a osmoconformação, dado que nenhum animal marinho sobreviveria a uma pressão osmótica semelhante à da água doce ou com as mesmas concentrações de sal internas como as que se podem encontrar quando ocorre evaporação de uma salina. Estas concentrações extremas levariam à desnaturação das proteínas e causariam a morte do animal. A salinidade é neste caso um factor limitante à sobrevivência.

Os animais osmorreguladores, por seu lado, mantêm o seu potencial osmótico interno muito diferente do do meio. Têm assim de controlar activamente a quantidade de água que entra e sai do organismo por osmose, o que lhes permite viver em condições extremas de salinidade. Os osmorreguladores de água doce, excretam a água por osmose mas mantêm os sais nela dissolvidos, produzindo uma urina bastante diluída. No caso dos que vivem em água salgada, o processo é contrário, a urina é muito concentrada, para conservar a maior quantidade de água e eliminar os

sais.

Osmorregulação em meio aquático

- **peixes ósseos de água salgada:** o meio interno é hipotónico em relação à água do mar, por isso, tendem a perder água por osmose para o meio principalmente a nível das brânquias durante a hematose. Para compensar estas perdas de água e ganho de sais por difusão, apresentam algumas adaptações:
 - ingerem grandes quantidades de água
 - excretam o excesso de sais por transporte activo, a nível das brânquias
 - possuem rins reduzidos, com glomérulos pouco desenvolvidos ou inexistentes, diminuindo as perdas de água por filtração, e formando pequenas quantidades de urina
 - excretam sais pelos rins, produzindo uma urina muito concentrada
- **peixes ósseos de água doce:** o meio interno é hipertónico em relação ao meio externo, tendendo a absorver muita água por osmose. Esta tendência é contrariada pela eliminação do excesso de água e pela absorção activa de sais do meio a nível das brânquias, apresentando para isso algumas adaptações:
 - ingerem muito pouca água
 - captam activamente sais da água e dos alimentos ingeridos
 - produzem grandes quantidades de urina em rins com glomérulos bem desenvolvidos
 - produzem urina muito diluída, reabsorvendo grande quantidade de sais pelos rins

Osmorregulação em meio terrestre

Os animais terrestres estão sujeitos a uma grande perda de água por evaporação ao nível da pele e das superfícies respiratórias. A tendência evolutiva foi no sentido desenvolver estruturas capazes de reduzir estas perdas de água associadas ao sistema excretor, nomeadamente:

- redução da taxa de filtração de água por redução dos glomérulos
- aumento da capacidade de reabsorção da água filtrada nos sistemas excretores, com produção de urina hipertónica
- produção de substâncias de baixa solubilidade em água (ureia ou ácido úrico), reduzindo os potenciais osmóticos e consequente gasto de água na excreção
- ingestão de grandes quantidades de água
- excreção activa de sal através de estruturas especializadas, como as glândulas do sal nas aves aquáticas

Palavras-Chave: *homeostasia, osmoconformante, osmoregulador, hipertónico, hipotónico, isotónico, excreção*

Materiais relacionados disponíveis na Casa das Ciências ^[2]:

1. Osmoregulação em aves e reptéis ^[1], animação simples sobre a osmoregulação

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 07 de Fevereiro de 2012

Organismo

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0501

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó ^[1]

Em biologia, um organismo é o conjunto de sistemas de órgãos que constituem um ser vivo (planta, animal, fungo, bactéria) capaz de responder a estímulos, reproduzir-se e desenvolver-se, mantendo a homeostasia global. Os organismos podem ser unicelulares ou pluricelulares.

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 07 de Fevereiro de 2012

Ordem

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0502

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó ^[1]

Taxon utilizado na classificação científica dos seres vivos para agrupar as famílias. A primeira utilização do conceito de Ordem data de 1690 por Augustus Quirinus Rivinus.

Por exemplo:

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Super Classe: Tetrapoda

Classe: Amphibia

Sub Classe: Lissanphibia

Ordem: Anura

Sub Ordem: Neobatrachia

Família: Hylidae

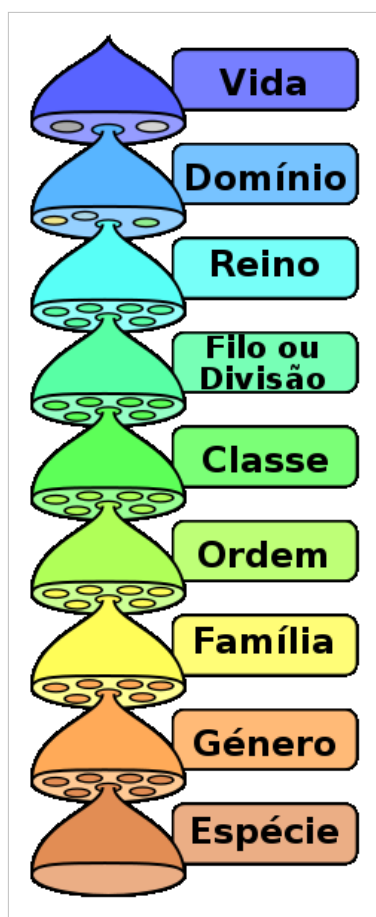
Sub Família: Hylinae

Género: *Hyla*

Espécie: *Hyla arborea*

Nome comum: Rela-comum

Actualmente o sistema de classificação aceite pela comunidade científica contém 7 taxa principais: Reino, Filo, Classe, Ordem, Família, Género e Espécie – do mais abrangente para o mais restrito, respectivamente.



Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 11 de Outubro de 2010

Aceite pelo editor em 07 de Fevereiro de 2012

Modelo Endossimbiótico

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0503

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Uma das hipóteses que tenta explicar a origem dos seres eucariontes. A outra é a hipótese baseia-se no Modelo Autogenético. Os organitos presentes nas células eucarióticas, como as mitocôndrias e os plastos (cloroplastos), terão tido origem em organismos procariontes distintos que terão sido capturados para o interior de uma célula como endossimbiontes.

A hipótese endossimbiótica é, actualmente, a mais aceite no seio da comunidade científica para explicar o aparecimento das células eucarióticas, baseando-se no princípio das relações simbióticas. Foi proposta, em 1905, pelo botânico russo Konstantin Mereschkowsky, que conhecedor dos trabalhos do botânico Andreas Schimper ao observar, em 1883, que a divisão dos cloroplastos das plantas verdes era semelhante à divisão das cianobactérias de vida livre, sugeriu que os cloroplastos tivessem tido origem em organismos anteriormente de vida livre. Em 1920, Ivan Wallin (1883-1969) sugere que também as mitocôndrias terão uma origem endossimbiótica. À época não foi possível apresentar provas que sustentassem tal hipótese e ela foi ignorada. Mais tarde já na década de 1960 com os avanços na microscopia electrónica e na genética molecular, comparações ainda mais detalhadas entre as cianobactérias e os cloroplastos e a descoberta de que quer as mitocôndrias quer os plastos contêm o seu próprio DNA, levou a que a hipótese fosse retomada.

Em 1967, Lynn Margulis publica um artigo intitulado *The Origin of Mitosing Eukaryotic Cells*. Mais tarde, em 1981, publica *Symbiosis in Cell Evolution* onde sugere que o flagelo e os cílios nos eucariontes as células eucarióticas teriam origem na simbiose com espiroquetas. Esta ideia terá sido rejeitada porque os flagelos não possuem DNA e a sua ultra estrutura é muito diferente da dos procariontes. Lynn Margulis realça a interdependência e a simbiose de múltiplos procariontes e sugere ainda que a endossimbiose é umas das principais forças evolutivas, afirmando “ Os seres vivos não ocuparam a Terra à pela força, mas pela cooperação” (do original "*Life did not take over the globe by combat, but by networking*"). Os pontos mais importantes da hipótese são:

- uma célula procariótica terá captado outras células procarióticas de menores dimensões (células hóspedes) que permaneceram no interior da célula hospedeira, resistindo à digestão
- estabeleceram-se relações de simbiose entre a células hospedeira e as células hóspedes.
- a estreita simbiose entre hospedeira e hóspedes tornou-se tão eficaz que se tornaram dependentes, constituindo organismos singulares
- as células hóspedes tornaram-se os organelos da célula eucariótica.

A hipótese endossimbiótica admite que os sistemas endomembranares e o núcleo resultaram de invaginações da membrana plasmática, e que as mitocôndrias e os cloroplastos por seu lado seriam até há cerca de 2000 milhões de anos (M.a.) organismos autónomos. Os ancestrais das mitocôndrias seriam organismos com a capacidade de produzir energia utilizando oxigénio no processo de degradação de compostos orgânicos. Os ancestrais dos cloroplastos seriam semelhantes às actuais cianobactérias, isto é, procariontes com a capacidade de produzir compostos orgânicos utilizando energia luminosa. Existem organismos que não possuem mitocôndrias, como a *Giardia lamblia* e a *Pelomyxa palustris*, que apoia o modelo de que a formação do invólucro nuclear teria precedido a incorporação dos ancestrais das mitocôndrias. A ausência de cloroplastos de células eucarióticas em animais e fungos é explicada pela forma sequencial com que se estabeleceram as relações simbióticas: as primeiras relações endossimbióticas terão sido estabelecidas com os ancestrais das mitocôndrias e, apenas algumas dessas células posteriormente, teriam estabelecido relações endossimbióticas com os ancestrais dos cloroplastos. Dados recentes indiciam que as mitocôndrias terão derivado de bactérias muito semelhantes às actuais α -proteobactérias, que são capazes de realizar fosforilação oxidativa, obtendo ATP e que os cloroplastos derivam de uma endossimbiose entre uma célula

eucariótica primitiva e cianobactérias.

Esta hipótese endossimbiótica para a origem das mitocôndrias e dos cloroplastos reúne um grande consenso entre a comunidade científica e as evidências biológicas e bioquímicas que a apoiam são várias:

- actualmente, continuam a verificar-se alguns casos de simbiose obrigatória entre bactérias (procariontes) e protozoários (eucariontes), entre outros
- as mitocôndrias e os cloroplastos têm dimensões muito semelhantes às dos procariontes actuais
- as mitocôndrias e os cloroplastos produzem as suas próprias membranas internas e replicam-se por um processo semelhante à fissão binária, que ocorre nas bactérias
- as mitocôndrias e os cloroplastos têm o seu próprio matéria genético, apresentando uma molécula de DNA circular, sem histonas (semelhante ao DNA da maioria dos procariontes actuais e muito diferente do DNA nuclear)
- os ribossomas dos cloroplastos são mais semelhantes aos ribossomas dos procariontes do que aos ribossomas do citoplasma das células eucarióticas
- os ribossomas das mitocôndrias, embora muito variáveis consoante o organismo eucarionte onde se encontram, são genericamente mais parecidos aos ribossomas dos procariontes do que aos dos eucariontes
- a síntese proteica nas mitocôndrias e nos cloroplastos é inibida pelas mesmas substâncias que inibem a síntese em procariontes (estreptomicina e cloranfenicol), mas não pelas substâncias que inibem em eucariontes (cicloheximida)
- o aminoácido iniciador da cadeia polipeptídica nas mitocôndrias e nos cloroplastos é a formil-metionina, como nas bactérias, e não a metionina, como nos eucariontes e nas arqueobactérias.
- nas membranas internas das mitocôndrias e dos cloroplastos existem enzimas e sistemas de transporte semelhantes aos dos actuais procariontes (corroborando a ideia de que as membranas internas derivem das membranas dos procariontes endossimbióticos)

Contudo esta hipótese é também controversa:

- como se processa o controlo da expressão de genes nos diferentes compartimentos celulares, dado que alguns dos genes necessários ao funcionamento das mitocôndrias e dos cloroplastos estão presentes no núcleo das células eucarióticas (argumento a favor da hipótese autogénica)
- como e quando, ao longo da evolução, terão migrado partes do material genético dos organitos para o núcleo das células

Palavras chave: procarionte, eucarionte, modelo autogenético

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 09 de Janeiro de 2011

Aceite pelo editor em 07 de Fevereiro de 2012

Modelo Autogenético

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0504

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

É um dos modelos que tenta explicar a origem dos seres eucariontes a partir dos procariontes. O outro modelo é o Endossimbiótico.

Segundo a hipótese autogénica os seres eucariontes são o resultado de uma evolução gradual dos seres procariontes. A célula procarionte inicial apresentava invaginações da membrana plasmática e algumas destas invaginações terão sofrido especializações nas suas funções, dando origem a novos sistemas endomembranares. Uma dessas invaginações terá cercado o material genético, DNA, o que terá dado origem ao núcleo individualizado. Alguns fragmentos de DNA teriam posteriormente abandonado o núcleo e originado as mitocôndrias e cloroplastos, ao serem alojados noutros sistemas membranares no interior da célula. Segundo esta hipótese todo o DNA presente na célula tem uma origem comum.

Esta hipótese é apoiada pelo facto das membranas intracelulares das células eucarióticas actuais manterem a mesma assimetria da membrana plasmática: a face voltada para o interior das estruturas intracelulares é semelhante à face externa da membrana plasmática e a face das estruturas intracelulares voltada para o citosol é semelhante à face interna da membrana plasmática. Mas a suposta origem comum do material genético do núcleo e dos organelos não é corroborada pelas observações, o DNA presente nas mitocôndria e nos cloroplasto revelam uma estrutura muito mais próxima do DNA das bactérias (procariontes) do que do DNA nuclear. Palavras chave: **eucarionte, procarionte, modelo endossimbiótico**

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 09 de Janeiro de 2011

Aceite pelo editor em 07 de Fevereiro de 2012

Mitose

Referência : Moreira, C. (2010), WikiCiências, 1(9):0505

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

A **mitose** é o processo que permite que um núcleo de uma célula se divida, originando dois núcleos-filhos, cada um deles contendo uma cópia de todos os cromossomas do núcleo original.

Embora a mitose varie em aspectos mínimos de uns organismos para os outros, é basicamente semelhante na maior parte das células eucarióticas. A divisão de uma célula em duas células-filhas, pode ser descrita em 2 processos consecutivos: a mitose propriamente dita ou Cariocinese (divisão do núcleo) e a Citocinese (divisão do citoplasma).

A mitose pode ser dividida em quatro fases embora seja um processo contínuo: profase, metafase, anafase e telofase (gerando a célebre mnemónica “PRÓximo da META a ANA TELefonou”). Neste processo, associado à divisão de células somáticas, o material genético sintetizado no período S da interfase é dividido igualmente por dois núcleos resultantes. A mitose é regulada por diferentes classes de proteínas, iniciando-se quando uma delas, as ciclinas, atingem determinada concentração no citoplasma e activa o factor promotor da mitose (MPF) proteico citoplasmático, que inicia a condensação dos cromossomas.

Nas células animais e vegetais a única diferença no processo de mitose é a ausência de centrómeros nas células vegetais e, por consequência, a formação do fuso multipolares.

Fases da Mitose:

Profase: É a etapa mais longa da mitose. Nesta fase a cromatina condensa-se gradualmente em cromossomas bem definidos, sendo por vezes visível que são compostos por dois cromátídeos enrolados um no outro (o DNA já tinha sido duplicado durante a fase S da interfase). Os centróssomas (dois pares de centríolos) afastam-se para pólos opostos, formando entre eles o fuso acromático (em plantas os fusos são multipolares por ausência de centrómeros). As fibras do fuso acromático são feixes de microtúbulos ligados a complexos proteicos especializados – **cinetócoros**, desenvolvidos nos centrómeros durante a profase. O nucléolo desintegra-se determinando o final da etapa e o invólucro nuclear desagrega-se.

Metafase: os cromossomas atingem a sua máxima condensação. Os cromossomas no centro do fuso, alinham-se no plano equatorial da célula, formando a chamada **placa equatorial**. Os dois cromátídeos de cada cromossoma estão em posição oposta, permitindo que se separem na fase seguinte.

Anafase: divisão pelo centrómero e separação simultânea de todos os cromátídeos (cada cromátídeo passa agora a ser designado por cromossoma). Os cromossomas iniciam a ascensão polar ao longo dos feixes de microtúbulos. No final da anafase dois conjuntos idênticos de cromossomas encontram-se em cada pólo da célula.

Telofase: inicia-se a organização dos núcleos das células-filhas. Forma-se o invólucro nuclear em torno dos cromossomas, a partir do retículo endoplasmático rugoso. As fibras do fuso acromático desorganizam-se, os cromossomas começam a descondensar, tornando-se novamente indistintos. O nucléolo é reconstituído e cada célula-filha entra na interfase.

Terminada a divisão nuclear (cariocinese) geralmente inicia-se a divisão citoplasmática (citocinese), completando-se desta forma a divisão celular que originará duas células-filhas.

Nas células animais (sem parede celular) o início da citocinese é marcado pelo surgimento de uma constrição da membrana citoplasmática na zona equatorial da célula. Este estrangulamento resulta da contracção de um conjunto de filamentos proteicos localizados juntos da membrana plasmática. O resultado é a clivagem da célula mãe em duas células-filhas.

Nas células vegetais a existência da parede celular esquelética não permite a citocinese por estrangulamento. A clivagem da célula mãe ocorre através da formação do fragmoplasto, estrutura formada por vesículas resultantes do

complexo de Golgi, contendo diferentes polissacáridos entre os quais celulose e proteínas que são depositadas na região equatorial da célula aproveitando os microtúbulos entre os dois pólos celulares, e formando uma placa celular, a lamela média. À medida que as vesículas de Golgi se vão fundindo, origina-se uma parede celular que acabará por dividir a célula em duas. A deposição de celulose junto à lamela média vai dar origem às duas paredes celulares que, geralmente se formam do centro da célula-mãe para a periferia. As paredes celulares formadas muitas vezes não são herméticas (estanques), existindo poros de comunicação, denominados plasmodesmos, que permitem a comunicação entre o citoplasma das diferentes células.

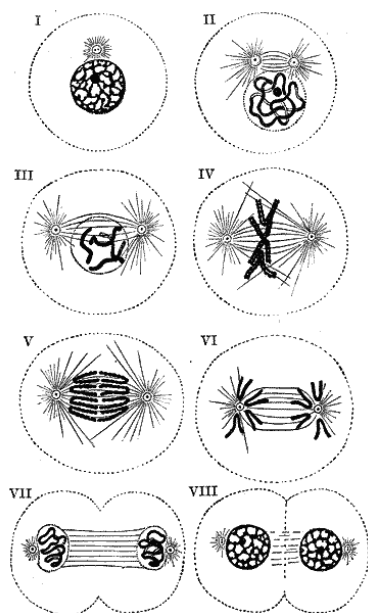


Figura 1. Fases da mitose

I ao III profase; IV metáfase; V e VI anáfase; VII e VIII telófase.

Mitose *versus* Meiose

São ambos processos de divisão nuclear que ocorrem ao longo do ciclo de vida dos organismos mas apresentam aspectos que os distinguem.

Mitose	Meiose
Ocorre em células somáticas	Ocorre em células sexuais para produção de gametas
Origina duas células-filhas, cujo número de cromossomas é igual ao da célula mãe	Origina quatro células-filhas com metade do número de cromossomas da célula mãe
Ocorre em células diplóides e haplóides	Nunca ocorre em células haplóides
Não há emparelhamento de cromossomas homólogos (cada cromossoma comporta-se de forma independente do outro)	Há emparelhamento de cromossomas homólogos
Quase nunca ocorre crossing-over	Há crossing-over entre cromátídeos de cromossomas homólogos
As células-filhas podem continuar a dividir-se	As células-filhas não podem sofrer mais divisões meióticas
Centrómeros dividem-se longitudinalmente na anáfase	Centrómeros dividem-se longitudinalmente apenas na anáfase II (divisão equacional)
Só ocorre uma divisão	Ocorrem duas divisões sucessivas (primeira dita reducional e a segunda equacional, semelhante à mitose)

Palavras chave: profase, metáfase, anáfase, telófase, cromossoma, citocinese, cariocinese, interfase, centrómero, cromátídeo, nucléolo, fuso acromático, citoplasma

Materiais relacionados disponíveis na Casa das Ciências ^[2]:

1. Mitose ^[1], vídeo animado das fases da mitose
 2. O Cariótipo Humano ^[2], faça de Citogeneticista(!)
 3. Divisão Celular Assimétrica ^[3], veja uma divisão celular que origina duas células diferentes
-

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 14 de Julho de 2011

Aceite pelo editor em 07 de Fevereiro de 2012

Microscópio Óptico

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0506

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó ^[1]

O microscópio é um instrumento utilizado para ampliar e observar estruturas pequenas dificilmente visíveis ou invisíveis a olho nú. O **microscópio óptico** utiliza luz visível e um sistema de lentes de vidro que ampliam a imagem das amostras.

Os primeiros microscópios ópticos datam de 1600, mas é incerto quem terá sido o autor do primeiro. A sua criação é atribuída a vários inventores: Zacharias Janssen, Galileo Galilei, entre outros. A popularização deste instrumento, no entanto, é atribuída a Anton van Leeuwenhoek (Fig.1).

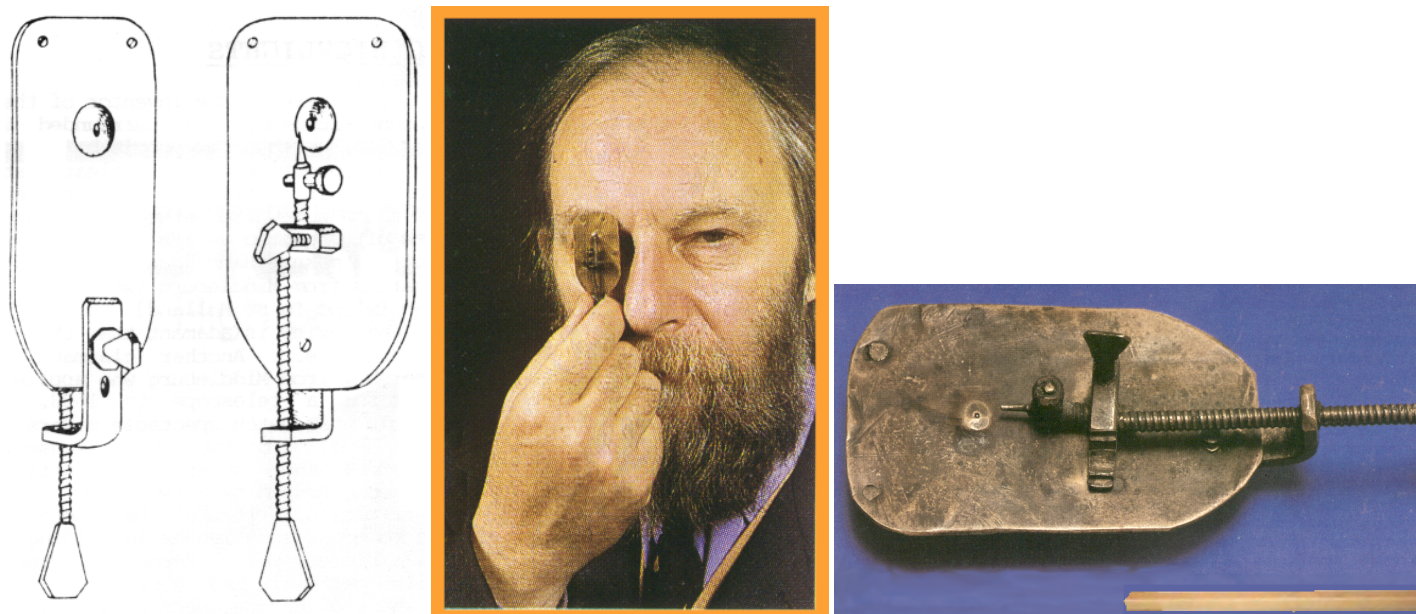


Figura 1. Microscópio óptico de Anton van Leeuwenhoek

Os microscópios ópticos são constituídos por uma componente mecânica de suporte e de controlo da componente óptica que amplia as imagens. Os microscópios actuais que usam luz transmitida partilham os mesmos componentes básicos (Fig. 2).

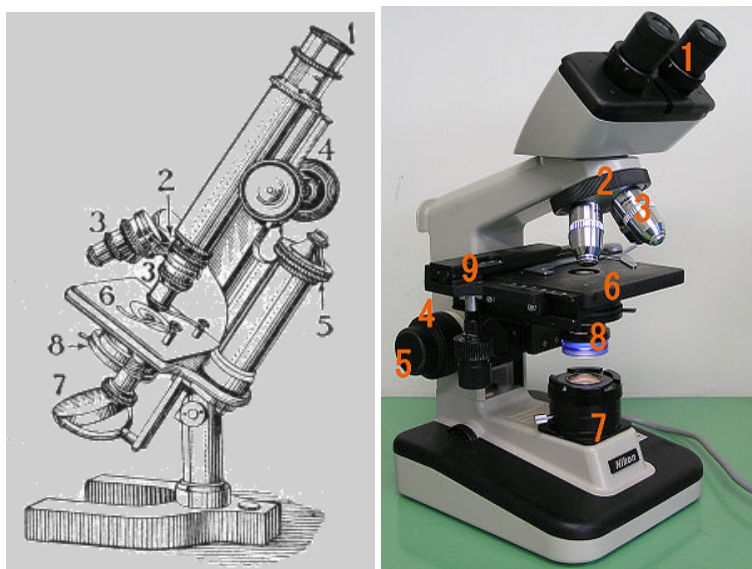


Figura 2. Microscópio óptico

1. Lentes oculares 2. Revólver 3. Lentes objectivas 4. Parafuso macrométrico 5. Parafuso micrométrico 6. Platina 7. Foco luminoso (Lâmpada ou espelho) 8. Condensador e diafragma 9. Braço

Componentes mecânicos

- **pé ou base** – apoio a todos os componentes do microscópio
- **braço** – fixo à base, serve de suporte às lentes e à platina
- **platina** – base de suporte e fixação da preparação, tem uma abertura central (sobre a qual é colocada a preparação) que deixa passar a luz. As pinças ajudam à fixação da preparação. A platina pode ser deslocada nos microscópios mais modernos, nos antigos tinha que se mover a própria amostra, segura pelas pinças.
- **revólver** – suporte das lentes objectivas, permite trocar a lente objectiva rodando sobre um eixo
- **tubo ou canhão** – suporta a ocular na extremidade superior
- **parafuso macrométrico** – permite movimentos verticais da grande amplitude da platina
- **parafuso micrométrico** – permite movimentos verticais lentos de pequena amplitude da platina para focagem precisa da imagem

Componentes ópticos

- **condensador** – sistema de duas lentes (ou mais) convergentes que orientam e distribuem a luz emitida de forma igual pelo campo de visão do microscópio
- **diafragma** – regula a quantidade de luz que atinge o campo de visão do microscópio, através de uma abertura que abre ou fecha em diâmetro (semelhante às máquinas fotográficas)
- **fonte luminosa** – actualmente utiliza-se luz artificial emitida por uma lâmpada incluída no próprio microscópio com um interruptor e algumas vezes com um reóstato que permite regular a intensidade da luz. Os modelos antigos tinham um espelho de duas faces: a face plana para reflectir luz natural e a face côncava para reflectir luz artificial.
- **lente ocular** – cilindro com duas ou mais lentes que permitem ampliar a imagem real fornecida pela objectiva, formando uma imagem virtual mais próxima dos olhos do observador. As oculares podem ser de diferentes ampliações sendo a mais comum de 10x. A imagem criada pela ocular é ampliada, direita e virtual.
- **lente objectiva** – conjunto de lentes fixas no revolver, que girando permite alterar a objectiva consoante a ampliação necessária. É a lente que fica mais próxima do objecto a observar, projectando uma imagem real, ampliada e invertida do mesmo. As **objectivas secas**, geralmente com ampliação de 10x, 40x e 50x, são assim designadas porque entre a sua extremidade e a preparação existe somente ar. As **objectivas de imersão** (ampliação até 100x), pelo contrário, têm a sua extremidade mergulhada em óleo com o intuito de aumentar o poder de resolução da objectiva: como o índice de refacção de óleo é semelhante ao do vidro o feixe de luz não é

tão desviado para fora da objectiva.

Como funciona o microscópio óptico

A intensidade da luz pode ser regulada directamente através do reóstato que actua na própria fonte luminosa ou indirectamente através do condensador e do diafragma: a intensidade aumenta de se subir o condensador e abrir o diafragma e diminui se se descer o condensador e fechar o diafragma.

A ampliação – número de vezes que a imagem é aumentada em relação ao objecto real – é função conjunta do poder de ampliação da objectiva e ocular utilizadas. A ampliação total é o produto da ampliação da objectiva pela ampliação da ocular (exemplo, ampliação da ocular 10x, ampliação da objectiva 20x, ampliação total é $10 \times 20 = 200x$).

A imagem observada depende também do poder de resolução, isto é, a capacidade que as lentes têm de discriminar objectos muito próximos. O poder de resolução depende do comprimento de onda da luz utilizada, e o seu valor teórico para um microscópio óptico é de cerca de $0,2 \mu\text{m}$ – ou seja, dois objectos têm de estar pelo menos a uma distância um do outro de $0,2 \mu\text{m}$ para poderem ser discriminados ao microscópio óptico. Este valor, contudo, só é alcançável com lentes de elevada qualidade e preço!

A preparação é colocada na platina e fixa com o auxílio das pinças. Com os parafusos existentes na platina move-se a preparação até esta estar sobre a abertura por onde passa a luz. Olhando através da ocular (monocular ou binocular, respectivamente com uma ou duas lentes) e com a objectiva de menor ampliação foca-se a imagem, preferencialmente no centro do campo de visão, utilizando os parafusos macrométrico e micrométrico. Após esta primeira focagem, podem-se utilizar objectivas de maior poder de ampliação, de forma sequencial repetindo todo o processo já descrito. A imagem final observada será ampliada, virtual e invertida. Dependendo do microscópio, em alguns casos, a imagem final pode ser direita e não invertida.

Por exemplo, se utilizarmos uma preparação da letra F, tal como na figura, as imagens formadas pela objectiva e pela ocular são como descritas (Fig.3).

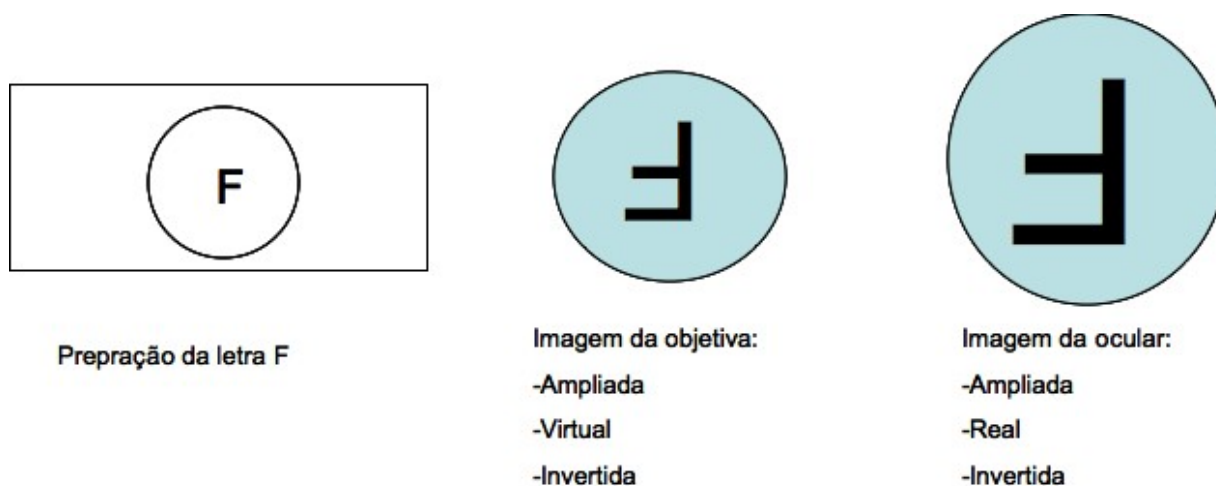


Figura 3. Imagens obtidas por uma lente objectiva e ocular a partir de uma preparação com a letra F.

As posições relativas da letra F são como se observariam ao microscópio.

Materiais relacionados disponíveis na Casa das Ciências ^[2]:

1. Os Componentes de um Microscópio ^[1], conheça para que servem os principais componentes de um microscópio
2. Como Fazer uma Preparação ^[2], é tão simples

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 13 de Julho de 2011

Aceite pelo editor em 07 de Fevereiro de 2012

Metabolismo

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0507

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó ^[1]

Conjunto de reacções bioquímicas e processos fisico-químicos que decorrem na célula e nos organismos. As reacções metabólicas estão organizadas em vias metabólicas, isto é, sequências de reacções em que o produto de uma reacção é utilizado como reagente da reacção seguinte, por acção de enzimas. O metabolismo é usualmente dividido em duas categorias: o catabolismo e o anabolismo.

A regulação do metabolismo permite aos organismos manterem condições mais ou menos constantes ao nível celular, **homeostasia**, mesmo estando sujeitos a constantes alterações ambientais. A regulação metabólica permite aos organismos responder aos estímulos ambientais.

Palavras chave: via metabólica, homeostasia, catabolismo, anabolismo

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 07 de Fevereiro de 2012

Macrófago

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0508

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó ^[1]

Glóbulos brancos de grandes dimensões derivados da diferenciação de monócitos. São células fagocitárias actuando na imunidade inata (não específica) e também na imunidade adaptativa podendo transmitir informação antigénica aos linfócitos.

Para melhor compreender a função dos macrófagos na resposta imunitária ler o artigo referente à imunidade.

Materiais relacionados disponíveis na Casa das Ciências ^[2]:

1. Sistema Imunitário - Fator estimulador de colónias ^[1], produção de glóbulos brancos devido ao fator estimulador de colónias
-

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 11 de Outubro de 2010

Aceite pelo editor em 07 de Fevereiro de 2012

Interferão

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0509

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Conjunto de glicoproteínas envolvidas em mecanismos de defesa accionado em infecções virais de animais.

Quando uma célula é infectada por um agente viral, é normal haver um acréscimo de RNA de cadeia dupla, resultante da replicação do material genético viral (quer seja DNA ou RNA), que activa o interferão. Essa activação estimula a produção de glicoproteínas (interferões) ao nível dos linfócitos, que serão excretados para a circulação sanguínea. Os interferões vão-se ligar a receptores membranares de células vizinhas activando genes codificantes de proteínas antivirais, que apenas são activadas quando a célula é infectada. Quando activadas as proteínas antivirais iniciam um processo de destruição do mRNA celular impedindo a sua tradução. A célula infectada acaba por morrer de forma programada – **apoptose** – e os vírus ficam sem local para se replicarem, ficando a infecção controlada. O interferão em si não tem uma função antiviral mas sim de activar a produção de proteínas antivirais.

Têm outras funções como a activação de células imunitárias como os linfócitos do tipo NK e macrófagos; facilitam o reconhecimento da infecção ou células tumorosas regulando a apresentação do antígeno aos linfócitos T.

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 07 de Fevereiro de 2012

Impulso nervoso

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0510

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

O **impulso nervoso** (ou **potencial de acção**) é uma rápida alteração do potencial eléctrico das membranas dos neurónios. Por breves instantes (poucos milissegundos) a carga eléctrica do interior da célula nervosa torna-se mais positiva que o exterior.

As membranas plasmáticas dos neurónios são constituídas por uma bicamada fosfolipídica impermeável aos iões, como nas outras células, mas possuem proteínas que funcionam como canais ou bombas iónicas. Pela sua actividade estas proteínas formam o **potencial de repouso** definido como a diferença de cargas eléctricas entre o exterior e o interior da célula quando a membrana da célula não está sujeita a qualquer alteração do seu potencial eléctrico. Geralmente o potencial de repouso é negativo, ou seja, o exterior mais positivo que o interior. Deve-se sobretudo à diferença de concentração dos iões sódio (Na^+) e potássio (K^+) dentro e fora da célula. Diferença essa que é mantida pelo funcionamento dos canais e proteínas que bombeiam sódio para o meio externo e potássio para o meio interno, com consumo de ATP, contrariando a difusão passiva destes iões.

A bomba de sódio e potássio transporta 3 Na^+ por cada 2 K^+ . Como a quantidade de iões K^+ que sai da célula (por transporte passivo) é superior à quantidade de iões Na^+ que entra na célula, cria-se um défice de cargas positivas na célula relativamente ao exterior – **potencial de repouso**.

Os canais que existem na membrana celular permitem a passagem de K^+ e Na^+ de forma passiva. Quando o neurónio está em repouso, os canais estão fechados, mas quando a célula é estimulada abrem-se, permitindo uma rápida entrada de Na^+ , e uma alteração do potencial de membrana de de cerca de -70 mV para + 35 mV, chamando-se a esta diferença de potencial **despolarização** - o interior da célula fica mais positivo com a entrada dos iões Na^+ . A rápida

alteração do potencial eléctrico que ocorre durante a despolarização designa-se por **potencial de acção** e é da ordem dos 105 mV. Quando o potencial de acção atinge o seu máximo durante a despolarização, aumenta a permeabilidade da membrana ao K^+ , que saem da célula, e a permeabilidade dos canais ao Na^+ volta ao normal. Dá-se uma quebra no potencial de membrana até atingir o seu valor de repouso, chamando-se a esta diferença potencial **repolarização**.

A transmissão de um impulso nervoso é um exemplo de uma resposta do tipo “tudo-ou-nada”, isto é, o estímulo tem de ter uma determinada intensidade para gerar um potencial de acção. O estímulo mínimo necessário para desencadear um potencial de acção é o **estímulo limiar** (ou **limiar de acção**), e uma vez atingido este limiar, o aumento de intensidade não produz um potencial de acção mais forte mas sim um maior número de impulsos por segundo. O potencial de acção gerado na membrana estimulada propaga-se à área vizinha, conduzindo à sua despolarização e assim por diante. Estas sucessivas despolarizações e repolarizações ao longo da membrana do neurónio constituem o **impulso nervoso**, cuja propagação se faz num único sentido, das dendrites para o axónio.

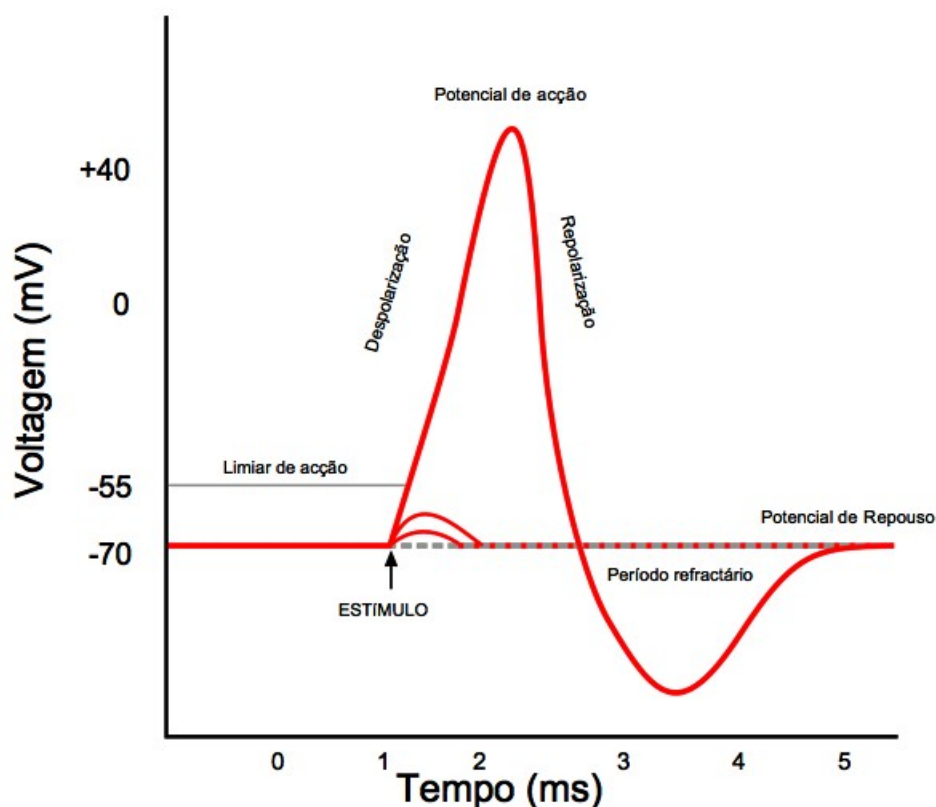


Figura 1. Esquema de um impulso nervoso

Materiais relacionados disponíveis na Casa das Ciências ^[2]:

1. Potencial de Ação dos Nervos II ^[1], faça variar o potencial de acção numa célula nervosa
2. Potencial de Ação dos Nervos I ^[2], observe o potencial de acção numa célula nervosa
3. Sinapses ^[3].

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 05 de Janeiro de 2011

Aceite pelo editor em 07 de Fevereiro de 2012

Homeotermia

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0511

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Característica de alguns animais que lhes permite manter a sua temperatura interna relativamente constante.

Ver termorregulação para uma melhor compreensão do termo.

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 11 de Outubro de 2010

Aceite pelo editor em 07 de Fevereiro de 2012

Género

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0512

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

O género é o taxon que agrupa as espécies.

Por exemplo:

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Super Classe: Tetrapoda

Classe: Amphibia

Sub Classe: Lissanphibia

Ordem: Anura

Sub Ordem: Neobatrachia

Família: Hylidae

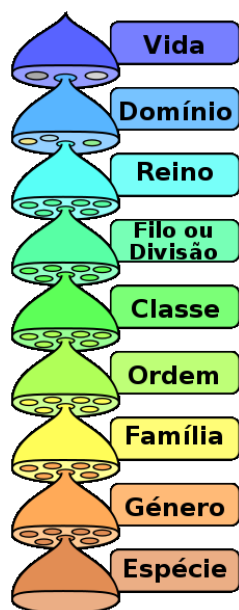
Sub Família: Hyalinae

Género: *Hyla*

Espécie: *Hyla arborea*

Nome comum: Relá-comum

Actualmente o sistema de classificação aceite pela comunidade científica contém 7 taxa principais: Reino, Filo, Classe, Ordem, Família, Género e Espécie – do mais abrangente para o mais restrito, respectivamente.



Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 07 de Fevereiro de 2012

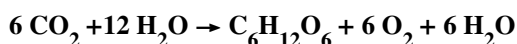
Fotossíntese

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0513

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó ^[1]

É um processo de conversão de energia luminosa em energia química. Os seres fotoautotróficos utilizam a energia luminosa para produzir compostos orgânicos, como a glicose, usando como fonte de carbono o dióxido de carbono e como fonte de electrões/hidrogénio a água. A fotossíntese pode ser expressa globalmente pela seguinte equação:



A produção de oxigénio pelos organismos fotossintéticos é extremamente importante como fonte de oxigénio atmosférico utilizado pela maioria dos organismos – incluindo os fotossintéticos – para completarem as suas cadeias respiratórias e obterem daí energia.

A fotossíntese poderá ser compartimentada em duas fases: uma que depende directamente da luz – **fase fotoquímica** e outra que não depende – **fase química**. A primeira produz ATP e um transportador de electrões reduzido (NADPH + H⁺), a segunda usa o ATP, NADPH + H⁺ e CO₂ para produzir açúcar.

Na **fase fotoquímica**, a energia luminosa é utilizada para produzir ATP a partir de ADP + P_i, através de um conjunto de reacções mediada por grupos de moléculas – os fotossistemas – num ciclo chamado fotofosforilação. Existem dois tipos de fotofosforilação: uma não cíclica que produz NADPH e ATP e uma cíclica que produz apenas ATP.

Na **fase química**, que não depende directamente da luz, os produtos da fotofosforilação não cíclica – NADPH e ATP – e o CO₂ são usados para produzir glicose, no denominado ciclo de Calvin-Benson. Apesar de se denominar também fase escura, não é totalmente independente da luz, uma vez que para a enzima responsável pela fixação do CO₂, a RuBisCo, requer luz para ser reduzida e estar no seu estado activo.

Ambas as fases da fotossíntese decorrem no cloroplasto, mas em locais diferentes deste organelo.

Fase dependente da luz

1. fotofosforilação não-cíclica

Em termos evolutivos o aparecimento da fotofosforilação não cíclica foi extremamente importante, dado que durante o processo os seres fotossintéticos usam energia luminosa para produzir ATP, NADPH + H^+ e libertar O_2 o que foi fundamental para o aparecimento/desenvolvimento de seres aeróbios e para a conquista do ambiente terrestre. Durante esta fase ocorrem reacções de oxirredução: as moléculas de água são oxidadas e os electrões libertados vão repor o défice de electrões das moléculas de clorofila excitadas pela luz. Os electrões libertados pelas clorofilas pela acção da luz são transferidos em reacções em cascata através de agentes oxidantes até ao $NADP^+$ que é reduzido para NADPH + H^+ . Estas reacções de oxirredução espontâneas libertam energia – **exergónicas** – que é utilizada na fosforilação do ADP formando ATP.

São necessários dois tipos de moléculas de clorofila distintos associados a dois fotossistemas diferentes, que consistem em agrupamentos de moléculas de clorofila e pigmentos acessórios.

- **fotossistema I** – contém clorofila *a* P700 (este valor corresponde ao comprimento de onda – em nanómetros – da luz absorvida pela molécula de clorofila *a*) e é responsável pela redução do NADPH + H^+ .
- **fotossistema II** – o centro reactivo do fotossistema II contém clorofila *a* do tipo P680 – significando que para excitar as suas moléculas de clorofila são necessários fotões mais energéticos do que para o fotossistema I, e utiliza a luz para oxidar as moléculas de água, produzindo electrões, protões (H^+) e oxigénio (O_2). Os electrões da água passam por uma cascata de transportadores redox localizados na membrana dos tilacóides do cloroplasto. Parte da energia libertada ao longo desta cascata vai ser aproveitada para a fosforilação de $ADP + P_i$ em ATP. O funcionamento destes dois fotossistemas requer uma absorção contínua de luz, que excita as moléculas da clorofila a que libertam electrões formando um redutor e um oxidante necessários para que as reacções ocorram.

O fotossistema II (P680) absorve fotões, que excitam as moléculas de clorofila libertando electrões para um agente oxidante (feofitina I), e a clorofila P680 fica oxidada ($P680^+$). Os electrões resultantes da oxidação da água passam para a $P680^+$, reduzindo-a à sua forma de P680 novamente e permitindo a continuação da absorção de fotões. Os electrões resultantes da oxidação de P680 são transportados através de uma cascata de reacções de oxirredução que produzem energia que será utilizada para formar ATP.

No fotossistema I (P700) a absorção de fotões causa a libertação de electrões que reduzem a ferredoxina ficando na sua forma oxidada de $P700^+$. A clorofila P700 é reduzida pelos electrões libertados nas reacções de oxirredução do fotossistema II. Os electrões do fotossistema I serão necessários no final da fotofosforilação não cíclica em conjunto com protões para a redução da molécula de $NADP^+$ a NADPH + H^+ .

2. Fotofosforilação cíclica

A fotofosforilação responsável por apenas formar ATP é cíclica porque o electrão libertado pela molécula de clorofila fotoexcitada regressará à mesma molécula de clorofila no final das reacções. A água que fornece electrões às clorofilas oxidadas no sistema não cíclico, não participa nestas reacções, logo não há produção de oxigénio. Antes do início da fotofosforilação, a clorofila P700, o centro de reacção da clorofila do fotossistema I, está no seu estado fundamental (não excitado). Quando absorve um fotão e oxida, a sua forma oxidada reage com a ferredoxina reduzindo-a. Esta reacção é espontânea e exergónica (liberta energia). A ferredoxina reduzida por sua vez reduz a plastoquinona (molécula pertencente à cadeia de oxirredução que liga o fotossistema I e II), e o electrão libertado passa para o complexo citocrómico e é transportado ao longo da cadeia de electrões até se completar o ciclo e regressar à clorofila P700 inicial. A energia libertada durante estas reacções será utilizada na fosforilação do ADP em ATP.

Formação de ATP

Nos cloroplastos, assim como nas mitocôndrias, os electrões são transportados ao longo de cascatas de transportadores através de reacções de oxirredução libertando energia que é utilizada no transporte de protões através da membrana. No cloroplasto os transportadores de electrões encontram-se na membrana dos tilacóides, promovendo o transporte de protões para o interior do tilacóide, cujo pH é mais ácido do que no exterior.

A diferença de pH entre o exterior e o lúmen do tilacóide é resultado do gradiente de protões. Os protões presentes no lúmen têm três origens: a fotólise da água que ocorre no fotossistema II e liberta oxigénio, protões e electrões; protões provenientes da transferência de electrões do fotossistema II para a plastoquinona na fotofosforilação não cíclica consome dois protões do estroma que são depois libertados no lúmen quando a plastoquinona é oxidada; e por último, a redução das plastoquinona pela ferredoxina durante a fotofosforilação cíclica promove a transferência de protões do estroma para o lúmen. Também responsável pelo gradiente protónico é a redução do NADP^+ para NADPH pela NADP redutase.

A diferença de pH entre interior e exterior do tilacóide promove o transporte passivo por difusão simples dos protões de volta ao exterior do tilacóide, através de canais de proteínas membranares, as sintetases de ATP. Assim, o movimento dos protões através das sintetases de ATP permite usar a energia da cadeia transportadora de electrões para formar ATP a partir de $\text{ADP} + \text{P}_i$.

Fase independente da luz

A esta segunda fase da fotossíntese corresponde o Ciclo de Calvin-Benson onde ocorre fixação de CO_2 com formação de um primeiro composto orgânico com 3 carbonos – denominando-se as plantas com este metabolismo plantas C3 – e como composto final a glicose. Estas reacções ocorrem no estroma do cloroplasto onde se encontram a maior parte das enzimas.

O CO_2 captado do meio combina-se com uma pentose, a ribulose difosfato ou RuDP (a RuDP é uma molécula orgânica com cinco carbonos - 5C), originando um composto intermédio instável de seis carbonos, que rapidamente forma duas moléculas com três carbonos – ácido fosfoglicérico ou PGA (o PGA possui 3 carbono, 3C e 2 fosfato, 2P). Estas reacções de fixação de CO_2 são catalisadas pela enzima ribulose difosfato carboxilase-oxidase (RuBisCo). As moléculas de PGA são fosforiladas pelo ATP e posteriormente reduzidas pelo NADPH proveniente da fase fotodependente, formando o aldeído fosfoglicérico (PGAL, com 3C e 1P). As reacções seguintes do ciclo têm como objectivo produzir mais RuDP e moléculas orgânicas mais complexas, como a glicose. Por cada 12 moléculas de PGAL formadas, 10 serão utilizadas para regenerar RuDP e as duas restantes para sintetizar compostos orgânicos mais complexos (glicose e outros glícidos). O PGAL pode também ser convertido noutros compostos orgânicos como lípidos (glicerol e ácidos gordos) ou prótidos (aminoácidos).

Equação global da reacção da fase independente da luz:



Os produtos resultantes do ciclo de Calvin-Benson são fundamentais para a dinâmica da biosfera. Muita da energia armazenada nos compostos orgânicos produzidos é utilizada pelas próprias plantas através de processos metabólicos como a glicólise e a respiração celular. E pelos animais e outros consumidores através da ingestão dos organismos fotossintéticos.

Como referido anteriormente, embora se denomine fase escura à fase em que decorre o ciclo de Calvin-Benson, a luz é crucial uma vez que a principal enzima responsável pelo processo, a RuBisCo, é fotodependente. As suas propriedades são muito semelhantes em todos os organismos fotossintéticos, desde as bactérias às angiospérmicas (plantas com flor), mas algumas dessas propriedades são limitativas da sua actividade. Para ultrapassar estas limitações os organismos desenvolveram formas alternativas: a fotorespiração onde o substrato da RuBisCo é o oxigénio e não o dióxido de carbono, e mecanismos e anatomias diferentes de compensação.

1. Fotorespiração

A enzima RuBisCo, tal como o próprio nome indica – ribulose difosfato carboxilase-oxidase, tem como substratos o CO_2 e o O_2 . Durante o ciclo de Calvin-Benson na fotossíntese a RuBisCo catalisa a reacção entre o CO_2 e o RuBP, enquanto que na fotorespiração o substrato é o O_2 numa reacção que também é dependente da luz.

O funcionamento da RuBisCo como oxigenase é favorecido a altas temperaturas (em média temperaturas superiores a 28°C), quando os níveis de CO_2 são baixos ou os níveis de O_2 elevados. A primeira reacção entre a RuBP e O_2 resulta em dois compostos: o fosfoglicolato e o fosfoglicerato, ambos com 2 carbonos. O fosfoglicerato reentra no

ciclo de Calvin-Benson e é convertido em RuBP. O fosfoglicolato segue outro percurso. Primeiro é transportado para o exterior do cloroplasto para os peroxissomas, onde é oxidado pelo O_2 , resultando em glicoxilato que é transportado para as mitocôndrias. Nas mitocôndrias sofre algumas transformações com libertação de CO_2 , sendo convertido em serina e posteriormente em glicerato já novamente no interior dos peroxissomas. Na forma de glicerato pode reentrar no cloroplasto e concluir o ciclo de Calvin-Benson, com a formação de RuBP.

A fotorespiração é um processo metabólico de elevado custo energético (consome 2 ATP e um NADPH) e pouco eficiente quando comparado com a actividade da RuBisCo carboxilase. Outra desvantagem da fotorespiração é que um dos produtos resultantes é a amónia, composto tóxico cuja reciclagem consome grandes quantidades de energia celular.

2. Plantas C4

As plantas C4, que vivem em ambientes secos e quentes, ao contrario das plantas C3 descritas anteriormente na fotossíntese “normal” produzem compostos orgânicos com 4 carbonos, em vez de 3, como primeiros produtos da fixação do CO_2 durante o ciclo de Calvin-Benson. As plantas C4 possuem um ciclo de Calvin-Benson em tudo semelhante ao anteriormente descrito para as plantas C3, apenas com uma reacção prévia extra que fixa o CO_2 sem perder carbono para a fotorespiração, aumentando a eficiência da fotossíntese.

Sob condições extremas de elevada aridez e altas temperaturas, as plantas C4 como o milho e a cana do açúcar, mantém elevadas taxas de fotossíntese e crescimento, mesmo quando os seus estomas têm de fechar durante o dia para reduzir a perda de água.

A grande diferença entre as C3 e as C4 é que estas últimas possuem uma enzima PEP carboxilase (fosfoenolpiruvato carboxilase) que catalisa a reacção entre o PEP e o CO_2 resultando num primeiro composto de 4 carbonos, o oxaloacetato. A PEP carboxilase tem maior afinidade para o CO_2 do que a RuBisCo, permitindo uma fixação mais eficiente do CO_2 pelas plantas C4 do que as C3. Como não possuem a função de oxigenase, estas plantas não podem efectuar fotorespiração. Todo este processo decorre dois locais diferentes da planta – as plantas em C3 têm apenas um tipo de células capazes de efectuar fotossíntese, as células dos mesófilo – nas células do mesófilo e nas células da bainha do feixe – as plantas em C4 têm apenas um tipo de células capazes de efectuar fotossíntese, células dos mesófilo. A reacção que produz o composto de 4 carbonos ocorre nas células da bainha do feixe, e antes de ser capturado pela RuBisCo para o mesófilo perde um grupo carboxilo.

As células da bainha do feixe são caracterizadas por terem o grana pouco desenvolvido e serem ricas em amido. As células do mesófilo transferem CO_2 dos espaços intercelulares da folha onde a concentração é baixa para os células da bainha do feixe, para que a concentração seja suficientemente alta para manter activa a fotossíntese mesmo em dias quentes e secos em que os estomas fecham e a temperatura favorece a actividade da RuBisCo oxigenase em vez da carboxilase. Porque a fotossíntese é mais eficiente nas plantas C4, estas são normalmente mais produtivas para a agricultura (por exemplo, o milho).

3. Plantas CAM

Algumas plantas estão adaptadas a ambientes áridos, com pouca água disponível. Estas plantas utilizam a enzima PEP carboxilase para fixar e acumular o CO_2 enquanto evitam a perda de água durante o dia com elevadas temperaturas e muito baixa humidade relativa do ar. Algumas plantas suculentas da família das Crassuláceas, alguns cactos, e muitas angiospérmicas, utilizam como estratégia o metabolismo ácido das Crassuláceas – CAM.

Para evitarem perdas de água por evaporação mantêm os estomas fechados durante o dia. Para realizar a fotossíntese estas plantas abrem os estomas à noite e armazenam o CO_2 capturado. O mecanismo CAM é semelhante ao das plantas C4: a primeira fixação do CO_2 é num composto com 4 carbonos mas o processo de fixação inicial do CO_2 ; contudo o ciclo de Calvin-Benson ocorre separado no espaço (nas plantas em C4) ou no tempo (nas plantas CAM). A fixação CO_2 ocorre durante a noite nas células do mesófilo, quando os estomas estão abertos e há muito pouca perda de água. Os produtos da fixação do CO_2 são acumulados nos vacúolos das células do mesófilo. Durante o dia os compostos orgânicos de 4 carbonos são transportados para os cloroplastos onde são descarboxilados fornecendo o

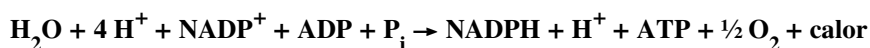
CO₂ necessário para o ciclo de Calvin-Benson. O ATP e o NADPH + H⁺ são provenientes das reacções fotoquímicas da fotossíntese.

Tabela comparativa da fotossíntese em plantas C3 e C4

	Plantas C3	Plantas C4
Fotorespiração	Sim	Sim, mas mínima
Ciclo Calvin-Benson	Sim	Sim
Composto que reage com o CO₂ no ciclo de Calvin-Benson	RuBP (ribulose difosfato)	PEP (fosfoenol piruvato)
Enzima fixadora do CO₂	RuBisCo (carboxilase e oxigenase)	PEP carboxilase
Primeiro produto da fixação do CO₂	Ácido fosfoglicérico (composto de 3 carbonos)	Oxaloacetato (composto de 4 carbonos)
Células fotossintéticas	Células do mesófilo	Células do mesófilo e células da bainha do feixe

Em resumo:

fase fotoquímica:



- conversão de energia luminosa em energia química
- oxidação da água
- fosforilação de ADP formando-se ATP
- redução de NADP⁺ a NADPH, por acção do hidrogénio libertado durante a fotólise da água

fase química:



- fixação do CO₂
- regeneração da ribulose difosfato (RuDP)
- utilização da energia química do ATP e do poder redutor do NADPH na produção de compostos orgânicos

Materiais relacionados disponíveis na Casa das Ciências ^[2]:

1. Catabolismo ^[3], quais as fases do catabolismo?
 2. Explorando a fotossíntese com discos de folhas flutuantes ^[1], ... experimentando ... a fotossíntese
 3. Actividades laboratoriais com seres e pigmentos fotossintéticos ^[2].
 4. O Oxigénio na Fotossíntese ^[3], veja, passo a passo, o que acontece no tilacoide
 5. Fotossíntese III ^[4], É simples a Fotossíntese (!)
 6. Fotossíntese - Fotossistema II ^[5], veja as reacções que se dão no Fotossistema II dos cloroplastos
 7. Fotossíntese - Fase fotoquímica ^[6], veja em detalhe o que acontece nas reacções de luz da fotossíntese
 8. Fotossíntese-AAlexandre ^[7], veja a Fotossíntese de forma animada e simples.
 9. Glicólise ^[1], como se dá a degradação da glicose na célula
-

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 07 de Fevereiro de 2012

Fermentação

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0514

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Processo de obtenção de energia através da oxidação de compostos orgânicos, como carboidratos, usando um aceitador final de electrões endógeno à via catabólica, geralmente um composto orgânico que deriva do substrato inicial (por oposição à respiração onde o aceitador final de electrões é externo). Embora não necessite de oxigénio, a fermentação não ocorre apenas em ambientes anaeróbios.

A fermentação é um processo relativamente simples e primitivo de obtenção de energia através da degradação de moléculas complexas de açúcares, comumente a glicose, em moléculas orgânicas mais simples como o ácido pirúvico, com produção de ATP através de reacções de desidrogenação por acção enzimática. Os produtos orgânicos resultantes desta oxidação biológica incompleta servem de aceptadores finais de electrões e protões. Durante as reacções de redução estes produtos orgânicos são libertados para o meio como resíduos metabólicos (geralmente álcoois ou ácidos).

Nos finais da década de 1850, Louis Pasteur, demonstrou experimentalmente a importância da fermentação no crescimento de microrganismos, e que cada tipo de fermentação podia ser definida pelo seu produto orgânico final (ácido láctico, etanol, ácido acético ou ácido butírico). Na maioria das fermentações microbianas a glicose é o substrato inicial, e o composto orgânico resultante é o piruvato ou outro resultado da acção enzimática no piruvato, como o acetaldeído. O acetaldeído pode ser reduzido pelo $\text{NADH} + \text{H}^+$ a etanol, que é posteriormente excretado pela célula – **fermentação alcoólica**. Se o produto final da fermentação for o ácido láctico então chama-se **fermentação láctica**.

A fermentação tem duas características importantes que a definem:

1. o $\text{NADH} + \text{H}^+$ formado é utilizado na reacção fermentativa para reduzir o piruvato e consequentemente produzir NAD^+ . A presença de NAD^+ na célula permite a continuação da glicólise.
2. ao permitir a continuidade da glicólise, permite também a produção de ATP, uma vez que o ATP produzido via redução do piruvato por si só não permitiria a manutenção celular.

Para compensar a taxa de produção de ATP inferior durante a fermentação quando comparado com a respiração aeróbia, as células aumentam a taxa de glicólise, mantendo assim a taxa de produção de ATP necessária ao metabolismo celular.

Fases da Fermentação:

Glicólise

Via metabólica comum a todos os seres vivos consiste na oxidação incompleta da glicose em piruvato e ocorre no citosol de eucariotas e procariotas. A glicólise ocorre na presença ou ausência de oxigénio. Consiste em 10 reacções que convertem a molécula de glicose com 6 átomos de carbono (6C) em duas moléculas de piruvato com 3C, com produção de 2 ATPs e redução de 2 NAD^+ em $\text{NADH} + \text{H}^+$. A glicólise pode ser dividida em dois grupos de reacções:

- **fase de activação**, em que é fornecida energia da hidrólise do ATP à glicose para que se torne quimicamente activa e se dê início à sua degradação;
- **fase de rendimento**, em que a oxidação dos compostos orgânicos permite aproveitar energia libertada para a produção de ATP.

As primeiras 5 reacções são endoenergéticas, isto é, consomem energia.

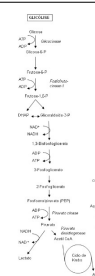
1. o ATP transfere um grupo fosfato (P) para a glicose 6C, formando a glicose 6-P
2. a glicose 6-P sofre um rearranjo da molécula, originando o isómero frutose 6-P
3. outro ATP transfere um P para frutose 6-P originando a frutose 1,6-P (ou frutose difosfato)
4. a molécula de frutose sofre rearranjo molecular (o anel benzeno abre) e a frutose 1,6-P origina duas moléculas diferentes de 3 carbonos – fosfato de diidroxiacetona e gliceraldeído 3P (ou ácido fosfoglicérico)
5. a fosfato de diidroxiacetona sofre um rearranjo estrutural e forma-se o seu isómero, o ácido fosfoglicérico

Resultado desta fase: 2 moléculas de ácido fosfoglicérico, 2 moléculas NADH + 2 H⁺

As seguintes 5 reacções ocorrem em duplicado a partir das 2 moléculas de ácido fosfoglicérico

6. o ácido fosfoglicérico recebe um P cada e é oxidado, formando o 1,3 – bifosfoglicerato (conversão de um açúcar num ácido) e um NADH + H⁺ - é nesta reacção de fosforilação do substrato com fosfato inorgânico paralelamente com a oxidação e redução do NAD que resulta um ganho energético para a célula
7. o 1,3 – bifosfoglicerato cede o grupo fosfato a 1 ADP, formando ATP e 3 – fosfoglicerato
8. o grupo fosfato muda de local ao nível molecular no 3 – fosfoglicerato formando 2 – fosfoglicerato
9. o 2 – fosfoglicerato perde uma molécula de H₂O, formando o fosfoenolpiruvato (PEP)
10. o PEP cede um P ao ADP, formando ATP e piruvato

Resultado desta fase: 2 moléculas de piruvato, 2 H₂O e 4 ATPs



Redução do Piruvato

Em condições de anaerobiose, a redução do piruvato, faz-se pela acção do NADH proveniente da glicólise. Na fermentação láctica o piruvato é reduzido formando ácido láctico, na fermentação alcoólica o piruvato é reduzido formando etanol e CO₂

Materiais relacionados disponíveis na Casa das Ciências [2]:

1. Catabolismo [3], quais as fases do catabolismo?
2. Glicólise [1], como se dá a degradação da glicose na célula
3. ATP Sintase e os gradientes biológicos [3], como se faz o ATP na célula(!)

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 07 de Fevereiro de 2012

Fecundação

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0515

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Fusão de gametas para produzir um ovo ou zigoto, repondo a diploidia.

Em animais:

Encontro do oócito II com o espermatozóide, provocando uma reacção acrossómica, isto é, a exocitose de enzimas contidas no acrossoma do espermatozóide, que vão digerir a camada gelatinosa da zona pelúcida que protege externamente o oócito. Dá-se então a penetração do espermatozóide até à membrana do oócito II, e as membranas fundem-se.

A interacção das membranas dos dois gametas têm várias consequências culminando na fecundação:

- a zona pelúcida torna-se resistente à penetração de outros espermatozoides
- incorporação progressiva do espermatozóide no oócito II
- fim da meiose II do oócito II a partir da metafase II, com formação do pronúcleo feminino e do segundo glóbulo polar
- formação do pronúcleo masculino a partir da descondensação do núcleo do espermatozóide
- migração dos dois pronúcleos para o centro do oócito II, fusão dos dois pronúcleos – **cariogamia** – num só diplóide com cromossomas maternos e paternos

A nova célula diplóide formada – o **ovo** ou **zigoto** – inicia o seu desenvolvimento por divisões mitóticas sucessivas.

Palavras chave: gametogénese, espermatogénese, oogénese, meiose, mitose, cariogamia

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 08 de Fevereiro de 2012

Família

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0516

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó ^[1]

Taxon utilizado na classificação científica de seres vivos que agrupa organismos do mesmo género. Segundo o código internacional de nomenclatura as terminações dos taxa são diferentes consoante os reinos a que pertencem. No caso da botânica a terminação é “-aceae”, segundo o código aceite na zoologia as famílias terminam em “-idae”

Por exemplo:

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Super Classe: Tetrapoda

Classe: Amphibia

Sub Classe: Lissanphibia

Ordem: Anura

Sub Ordem: Neobatrachia

Família: Hylidae

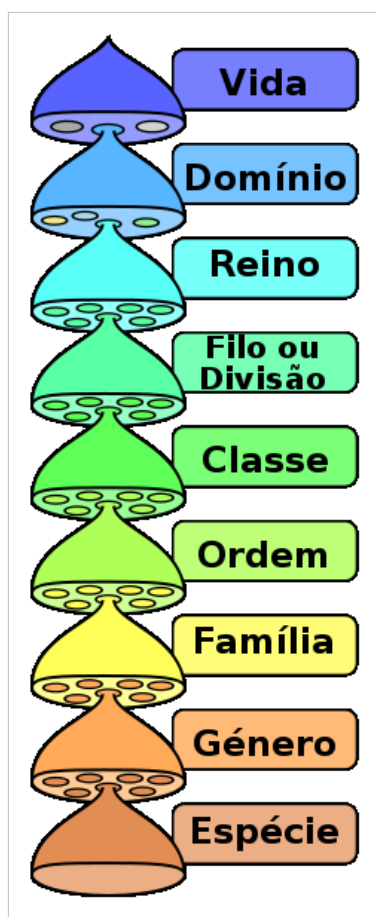
Sub Família: Hyalinae

Género: *Hyla*

Espécie: *Hyla arborea*

Nome comum: Relá-comum

Actualmente o sistema de classificação aceite pela comunidade científica contém 7 taxa principais: Reino, Filo, Classe, Ordem, Família, Género e Espécie – do mais abrangente para o mais restrito, respectivamente.



Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 11 de Outubro de 2010

Aceite pelo editor em 08 de Fevereiro de 2012

Enzima

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0517

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

As enzimas são um grupo de substâncias orgânicas, quase sempre proteínas, que catalizam as reacções, ou seja, facilitam o processo ao baixar a energia de activação necessária, sem nela participarem – são **catalisadores**.

São fundamentais na homeostase dos organismos, dado que sem a sua presença muitas reacções bioquímicas não ocorreriam. São a base química de toda a vida conhecida.

Nas reacções enzimáticas, as moléculas iniciais ou **substratos** são convertidas pela acção enzimática em moléculas diferentes, os **produtos**. A actividade enzimática pode ser afectada por outras moléculas inibidoras ou activadoras da sua actividade. A temperatura também é um factor importante, dado que diferentes enzimas têm intervalos óptimos de temperatura para uma mais eficiente actividade. O pH e a concentração do substrato também afectam a actividade enzimática.

As enzimas têm um intervalo de pH e temperatura óptimos durante o qual a sua actividade é máxima. Abaixo e acima dos valores óptimos de pH a actividade enzimática decresce. O efeito da temperatura na actividade enzimática é diferente. À medida que a temperatura sobe a taxa de actividade da enzima aumenta até atingir o seu máximo, e simultaneamente há uma progressiva inactivação por **desnaturação** da proteína que se acentua quando a temperatura está acima do óptimo.

As enzimas são específicas para determinados substratos, ou seja, existe uma relação de complementaridade entre a enzima e o respectivo substrato. Algumas enzimas ligam-se apenas a um tipo de substrato catalisando uma única reacção – **especificidade absoluta**. Outras enzimas ligam-se a diferentes substratos quimicamente semelhantes, catalisando consequentemente várias reacções – **especificidade relativa**.

As enzimas possuem um local – **centro activo** – onde se liga o substrato da reacção. As ligações químicas entre enzima e substrato são, geralmente, muito fracas e não covalentes, para serem reversíveis. Quando enzima e substrato se ligam formam o **complexo enzima-substrato**. A ligação enzima-substrato é do tipo **chave-fechadura** (proposto por Emil Fischer em 1894), isto é, quer a enzima quer o substrato têm formas estruturais complementares, fazendo com que se encaixem os pares específicos. Mais tarde em 1958, Daniel Koshland propôs o que ficou conhecido por modelo chave-fechadura induzido, defendendo que os centros activos das enzimas são estruturas flexíveis que alteram a sua forma através da interacção com o substrato (Fig.1).

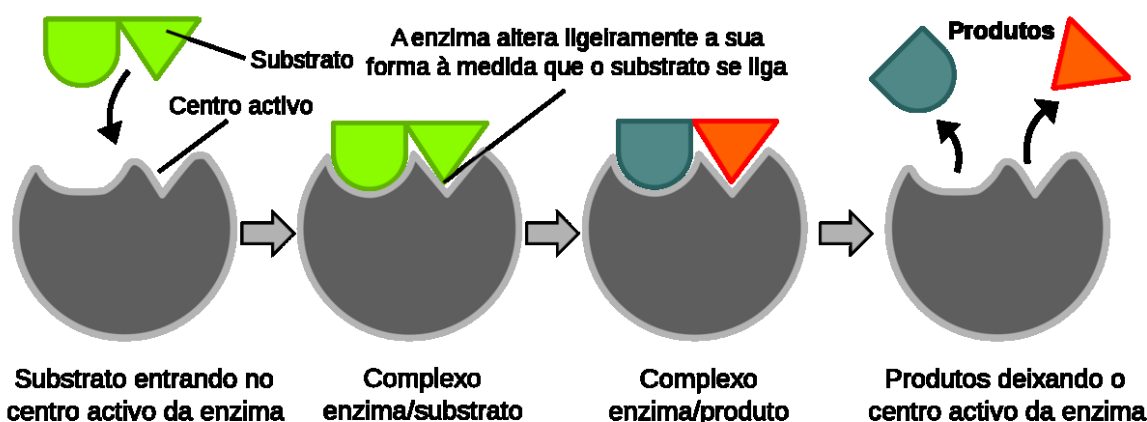


Figura 1. Esquema da actividade enzimática

Algumas enzimas requerem uma associação a moléculas não proteicas para a sua actividade – os **co-factores**. O complexo enzima-cofactor activo cataliticamente denomina-se **holoenzima**. Se o co-factor for removido, a proteína

inactiva denomina-se por **apoenzima**. A maioria dos cofactores são iões inorgânicos, **co-enzimas** ou **grupos prostéticos**.

- **Iões metálicos inorgânicos** – podem ser parte integrante da estrutura da proteína ou podem estar associados com o substrato, facilitando a ligação e a actividade catalítica. Por exemplo, ião Fe^{2+} associado ao grupo heme da peroxidase e da catalase encontra-se ligado à própria proteína (enzima).
- **Coenzimas** – são substâncias orgânicas com peso molecular relativamente baixo quando comparado com o das enzimas. Muitas coenzimas possuem um molécula de vitamina na sua estrutura. As coenzimas funcionam como um tipo de substrato para as enzimas ligando-se a elas. Têm funções específicas como a transferência de hidrogénio (o NAD^+ em reacções de desidrogenase, por exemplo, na respiração e fermentação) ou de grupos acil (a coenzima A no metabolismo dos ácidos gordos).
- **Grupo prostético** - quando a coenzima está fortemente ligada à enzima e não há uma quebra dessa ligação após o ciclo catalítico.

As enzimas podem ser alteradas por outras moléculas – **enzimas alostéricas** – possuindo para além do centro activo um outro centro específico para essas substâncias se ligarem – o **centro alostérico**. Estas moléculas permitem à célula controlar a actividade enzimática, alterando a conformação da enzima sem que a afinidade ao substrato diminua – **inibição alostérica**. Em vias metabólicas este tipo de regulação é muito comum. O produto final da via metabólica pode ser actuar como inibidor alostérico de uma enzima presente na cadeia de reacções, a inactivação da enzima inibe a formação de determinado produto por retroalimentação negativa (ou *feedback* negativo).

Algumas destas substâncias que reduzem a actividade enzimática – os **inibidores** – actuam directa ou indirectamente influenciando as propriedades catalíticas do centro activo. Os inibidores podem ser reversíveis, quando reagem com a enzima estabelecendo um equilíbrio entre as formas ligadas e não-ligadas – **inibição reversível**.

Alguns inibidores podem-se ligar ao centro activo competindo com o substrato – **inibição competitiva** (Fig.2). Para isso o inibidor tem de possuir uma estrutura química semelhante à do substrato. Por exemplo, a glucose oxidase cujo substrato normal é a D-glucose pode ser inibida pela molécula de D-arabinose, uma pentose tal como a glucose com um estrutura semelhante.

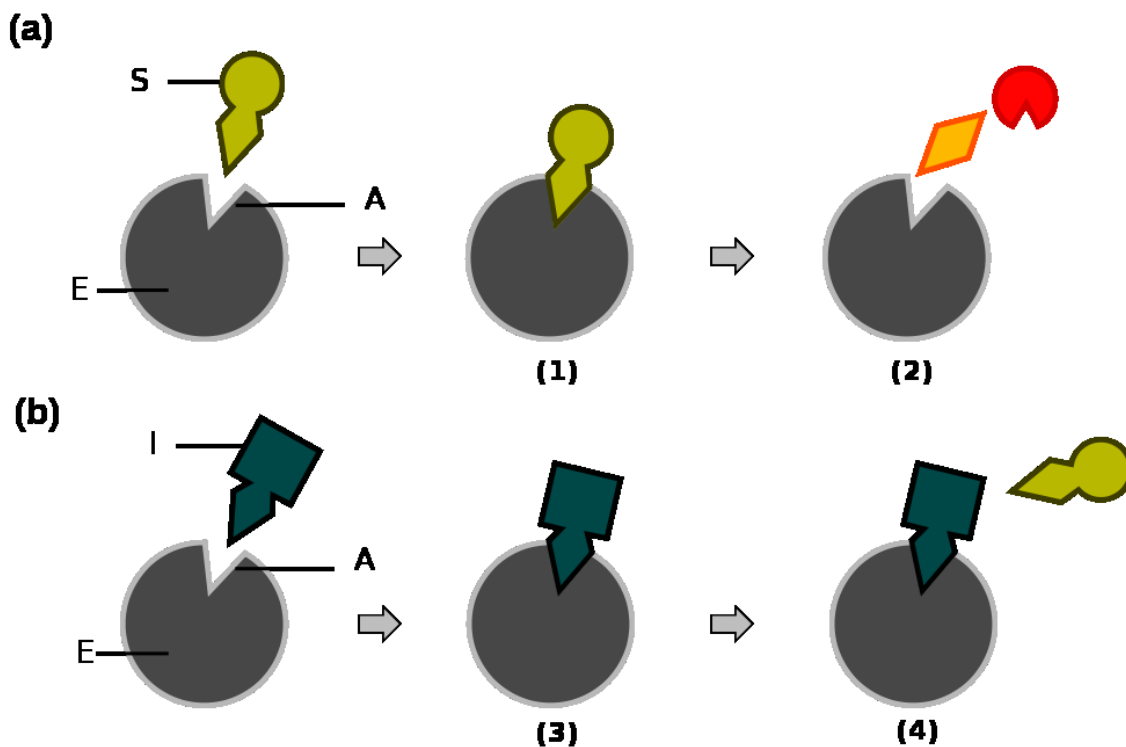


Figura 2. Inibição Enzimática Competitiva.

a) reacção enzimática normal do complexo enzima-substrato b) inibição enzimática A. Centro activo S. substrato E. enzima I. Inibidor (1). Substrato liga-se à enzima (2). Enzima liberta produtos da reacção (3). Inibidor liga-se à enzima (4). Inibidor compete com o substrato

Palavras chave: centro activo, substrato, centro alostérico, inibição competitiva, holoenzima, apoenzima, complexo enzima-substrato, temperatura, pH, inactivação, desnaturação, inibidor, inibição alostérica, inibição competitiva, cofactor, coenzima, especificidade absoluta, especificidade relativa, catalisador

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 12 de Julho de 2011

Aceite pelo editor em 08 de Fevereiro de 2012

Efeito de Estufa

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0518

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

O efeito de estufa é um fenómeno natural que ocorre quando a radiação visível (V) e parte da radiação ultravioleta (UV) provenientes do Sol, atravessam a atmosfera e incidem na Terra, aquecendo a sua superfície, que emite energia sob a forma de radiação infravermelha (IV).

A presença dos chamados **gases com efeito de estufa** (GEE) na atmosfera - vapor de água, dióxido de carbono e outros – evita que a radiação IV seja emitida para o espaço na sua totalidade, permitindo que parte dessa radiação seja reenviada para a superfície terrestre, o que contribui para um acréscimo da temperatura da Terra. Embora o efeito de estufa seja um fenómeno natural, o aumento exponencial da emissão de GEE devido à acção humana faz com que o processo provoque um aquecimento excessivo da Terra.

As campanhas governamentais e não governamentais de sensibilização para o aumento do efeito de estufa e para os seus efeitos nefastos para a “saúde da Terra” têm tido algum impacto mas longe do suficiente que se calcula ser necessário para reverter o processo de aquecimento.

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 08 de Fevereiro de 2012

DNA (Biologia)

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0519

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

DNA, ácido desoxirribonucleico (do inglês *DeoxyriboNucleic Acid*), é a molécula onde reside toda a informação genética, sob a forma de um código sequencial de quatro bases azotadas (A,T,C,G).

Um pouco de história

Em 1868 o bioquímico suíço Friedrich Miescher (1844-1895) descobriu compostos desconhecidos ricos em fósforo, carbono, hidrogénio, azoto e oxigénio, em núcleos isolados de células de pus, que designou por **nucleína**.

Em 1928, o médico inglês Frederick Griffith deparou-se com alguns resultados interessantes quando estudava uma bactéria patogénica, os pneumococos, *Streptococcus pneumoniae*. Esta bactéria causadora de pneumonia nos humanos é geralmente letal nos ratinhos. Algumas estirpes de *S. pneumoniae* produzem uma cápsula de polissacarídeos, produzindo colónias com aspecto liso (estirpe S, a designação S vem do inglês *smooth*, liso) quando cultivadas em laboratório em caixas de Petri; enquanto que as outras estirpes que não produzem cápsula formam colónias com aspecto rugoso (estirpe R, a designação R vem do inglês *rough*, rugoso).

Griffith verificou que as estirpes S eram virulentas, e quando inoculadas em ratinhos provocavam a sua morte, enquanto que as estirpes R não eram patogénicas. Numa outra etapa das suas experiências, Griffith sujeitou bactérias de estirpe S ao calor, provocando a sua morte, inoculou-as em ratinhos e verificou que os animais não morriam. Inoculou também uma mistura de bactérias estirpe S mortas por acção do calor e bactérias vivas de estirpe R e neste caso os ratinhos contraíram pneumonia e morreram (fig.1).

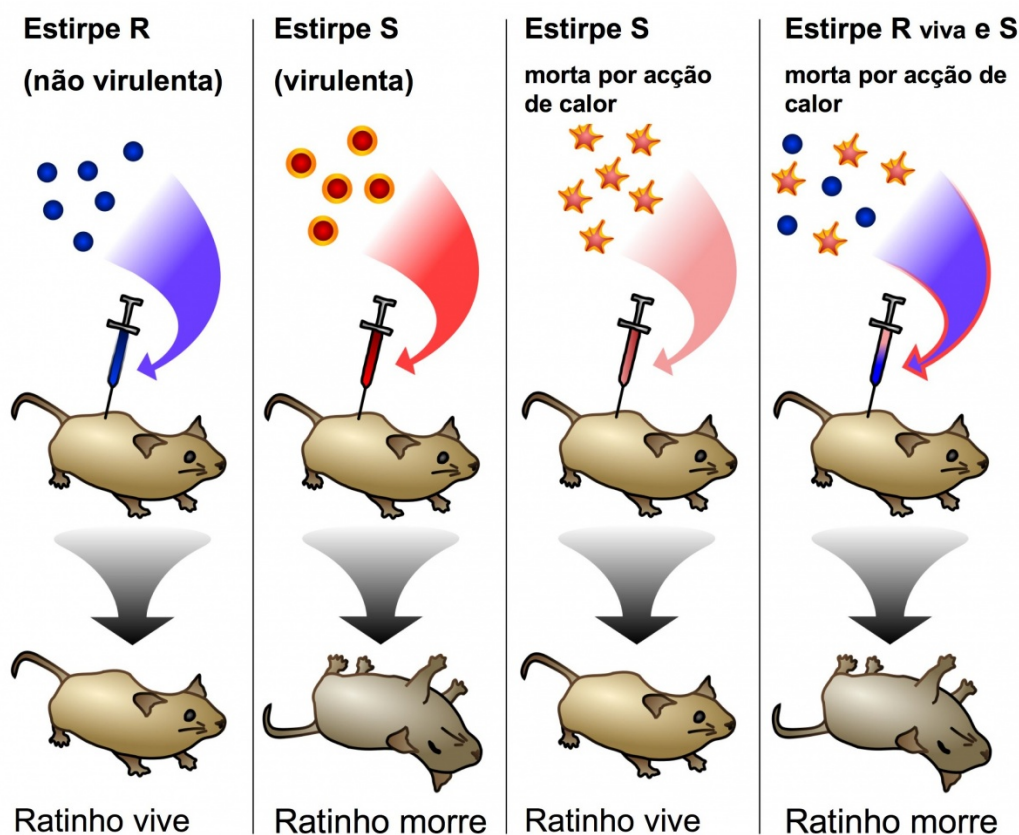


Figura 1. Esquema das experiências de Griffith.

Ao analisar o sangue dos ratos mortos conseguiu isolar bactérias vivas da estirpe S. Este facto sugeria que as bactérias da estirpe S conseguiam transmitir a sua virulência às bactérias vivas de estirpe R (não virulentas). Embora não conseguindo explicar este fenómeno, uma hipótese seria que de alguma forma a estirpe S teria a capacidade de transmitir a informação de virulência à estirpe R. Esta transmissão de informação por uma substância química ficou conhecida como princípio transformante.

O **princípio transformante** foi explicado com base nas experiências de Oswald Avery, Colin MacLeod e Maclyn McCarthy, em 1944. Avery e os seus colaboradores extraíram os vários compostos químicos das bactérias de estirpe S mortas pelo calor e testaram a sua capacidade transformante isoladamente em bactérias de estirpe R (fig.2). Estas experiências mostraram que os polissacarídeos, os lípidos, o RNA e as proteínas isoladamente não transformavam as estirpes R, apenas o DNA tinha essa capacidade. Embora a cápsula de polissacarídeos estivesse ligada à virulência das estirpes, era apenas a expressão fenotípica do DNA (ver fenótipo). O DNA era então o elemento transformante responsável pela transmissão da informação genética.

A comunidade científica não estava totalmente convencida da relevância do DNA dado que a estrutura da molécula de DNA com a de proteínas era menos complexa comparada com a das proteínas.

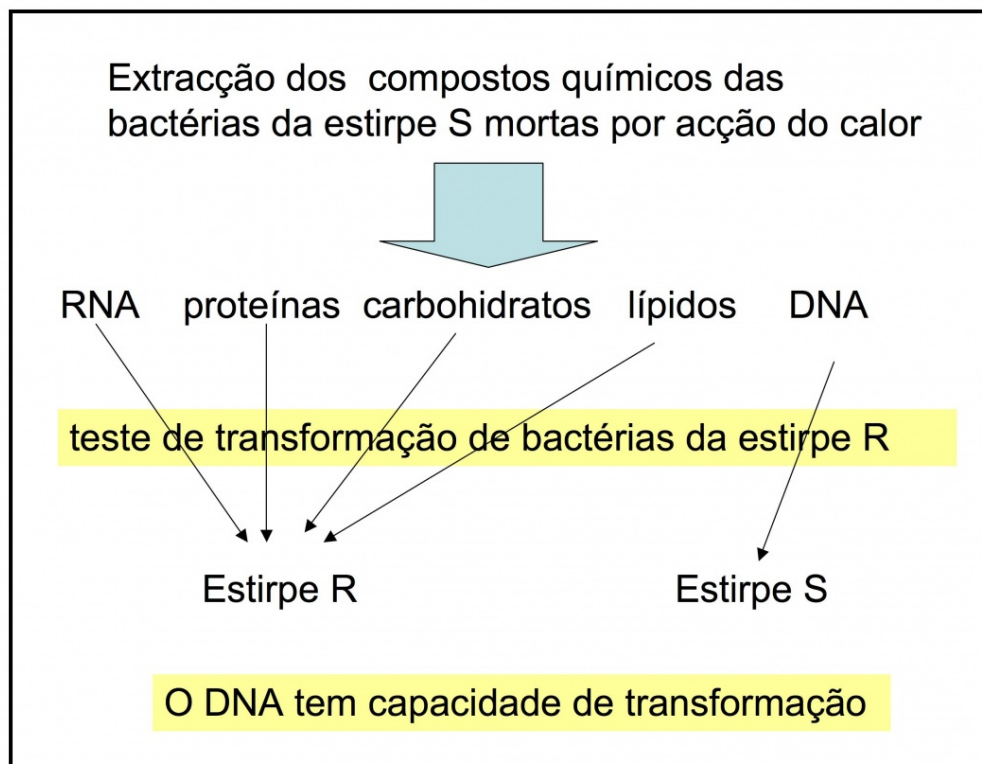


Figura 2. Esquema elucidativo das experiências de Avery, MacLeod e McCarthy.

As experiências de Alfred Hershey e Martha Chase, publicadas em 1952, permitiram esclarecer estas dúvidas. Hershey e Chase usaram um vírus que infecta as bactérias (bacteriófago) partindo do pressuposto de que a infecção pelo fago envolveria a introdução de informação viral dentro da bactéria. A estrutura molecular do vírus é relativamente simples, sendo maioritariamente de origem proteica com DNA dentro da cápsula proteica. Investigadores sabiam também que as proteínas não possuem fósforo (P) na sua constituição mas que este elemento químico integra a estrutura do DNA, e que o enxofre (S) está presente nas proteínas mas não no DNA.

Os fagos foram marcados com isótopos radioactivos ^{32}P e ^{35}S , separadamente e usados para infectar *E. coli*. Após centrifugação numa batedeira de cozinha (esta experiência ficou conhecida não só pelos resultados mas pela utilização de material “caseiro” como a batedeira de uso doméstico, uma vez que o laboratório não tinha equipamento mais sofisticado), conseguiram separar as bactérias infectadas – que sedimentaram no fundo do recipiente – do

sobrenadante com os restos virais (cápsulas dos fagos vazias). Quando mediram a radioatividade das duas fracções notaram que o isótopo ^{35}S não se encontrava presente nas bactérias ao contrário do isótopo ^{32}P , isto é, tinha havido uma passagem do DNA do fago para o interior das células agora infectadas. O DNA viral dentro da célula passa a ser replicado juntamente com o DNA da célula de geração em geração. Estas experiências demonstram que o DNA é o material hereditário

No início da década de 50 do século XX, vários trabalhos foram produzidos revelando mais informação sobre a composição e estrutura da molécula de DNA. Em 1950 Rosalind Franklin utilizando técnicas de difracção de raios X, bombardeou amostras purificadas de DNA que permitiu concluir que a molécula deveria ter uma estrutura helicoidal (fig.3).

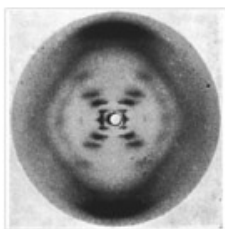


Figura 3. Imagem de DNA utilizando a técnica de difracção de raios X (do original de Franklin 1950)

Na mesma altura, Erwin Chargaff e os seus colaboradores analisaram amostras de DNA de diferentes organismos, conseguindo isolar e quantificar as bases azotadas dessas amostras. Dessas experiências concluíram o que ficou conhecido como as Regras de Chargaff: - o DNA de espécies diferentes apresenta quantidades diferentes de cada uma das quatro bases azotadas; - a quantidade de timina é semelhante à de adenina e a de guanina semelhante à de citosina, sendo que a quantidade de bases púricas (guanina e adenina) é semelhante à das bases pirimídicas (citosina e timina). $A=T$ e $C=G$, pelo que: $(A+C)/(T+G)=1$

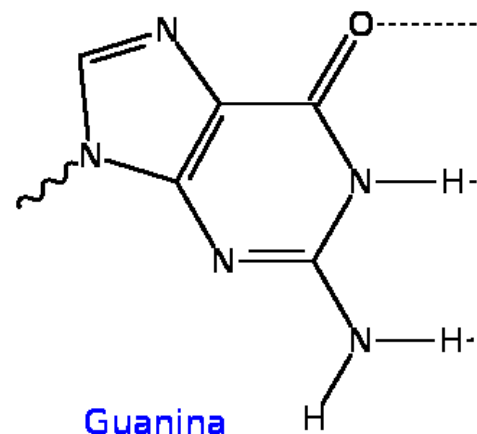
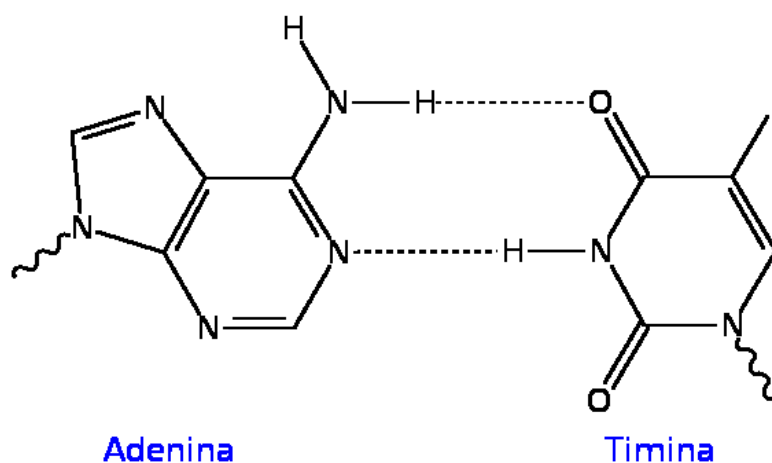
Com base nos resultados de Chargaff e Franklin, em 1953, James Watson e Francis Crick, publicaram um artigo na Nature, propondo um modelo para a estrutura da molécula de DNA – a **dupla hélice** (ver foto):

- duas cadeias polinucleotídicas enroladas em hélice;
- ao longo de cada cadeia os nucleótidos estão ligados por ligações covalentes, do tipo fosfodiéster, estabelecidas entre o grupo fosfato de um nucleótido e a desoxirribose do nucleótido seguinte;
- cada cadeia possui um grupo fosfato livre numa das extremidades, denominada extremidade 5', e um grupo hidroxilo (OH) livre na outra extremidade, extremidade 3'. A extremidade 5' de uma cadeia está emparelhada com a extremidade 3' da outra cadeia, sendo as cadeias antiparalelas;
- as duas cadeias estão unidas pelas bases pirimídicas e púricas. As cadeias estão unidas através de ligações por pontes de hidrogénio entre os pares de bases azotadas, uma purina com uma pirimidina. A adenina de uma cadeia liga-se à timina através de duas pontes de hidrogénio e a citosina liga-se à guanina da cadeia complementar através três pontes de hidrogénio – emparelhamento das bases complementares;

Por este trabalho, os dois investigadores foram galardoados com o Prémio Nobel de Fisiologia e Medicina em 1962.

Resumo:

- O DNA é um polímero constituído por monómeros denominados nucleótidos.
- Os nucleótidos são constituídos por um açúcar – uma pentose – ligado a um carbono 5 a um ácido fosfórico e pelo carbono 1 a uma base azotada.
- A pentose do DNA é uma desoxirribose (o que justifica o nome atribuído ao ácido: ácido desoxirribonucleico).
- As bases azotadas são agrupadas em dois grupos: as bases púricas, de duplo anel, e as bases pirimídicas, de anel simples.
- As purinas são a adenina e a guanina; as pirimidinas são a timina e a citosina.
- O emparelhamento das bases complementares une a adenina com a timina e a guanina com a citosina.
- As cadeias têm orientação oposta, são antiparalelas.



Materiais relacionados disponíveis na Casa das Ciências ^[2]:

1. A Nova Genética ^[1], conheça e compreenda as mais interessantes novidades da genética
2. ADN ^[2], vamos observar o ADN
3. O DNA ^[3], Como é o nosso DNA?
4. Cromossomas ^[4], oque são os cromossomas?
5. Laboratório Virtual de Biotecnologia ^[5], visite este Laboratório e "trabalhe" nele ...
6. Extracção do DNA ^[6], veja como obter o DNA. Parece simples (!)
7. Código do Corpo ^[7], alguns processos relativos ao ADN

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 28 de Julho de 2011

Aceite pelo editor em 08 de Fevereiro de 2012

Demografia

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0520

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

A demografia (do grego *demo* povo + *graphia* escrever) é o estudo da dinâmica das populações humanas nos que respeita à sua estrutura, distribuição e taxas estatísticas (tais como a natalidade, mortalidade, migrações).

O termo demografia terá sido utilizado pela primeira por Achille Guillard em 1855 no seu livro “Elementos da estatística humana ou demografia comparada”.

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 08 de Fevereiro de 2012

Darwin

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0521

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Charles Robert Darwin nasceu a 12 de Fevereiro de 1809 em Shrewsbury, Inglaterra. A viagem a bordo do HMS Beagle de 1831 a 1836 (ver mapa com o percurso) permitiu-lhe observar a diversidade da natureza – biológica e geológica. Darwin ficou conhecido pela publicação do seu livro “Sobre A Origem das Espécies por Selecção Natural” (do original em inglês *On the Origin of Species by means of Natural Selection*) em 1859, onde descreve as suas observações da natureza que o levaram ao desenvolvimento da teoria da evolução por selecção natural.

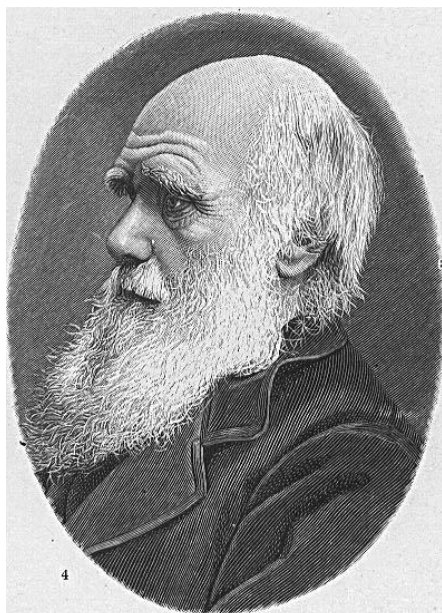


Figura 1. Darwin From: H.F. Helmolt (ed.): History of the World. New York, 1901.

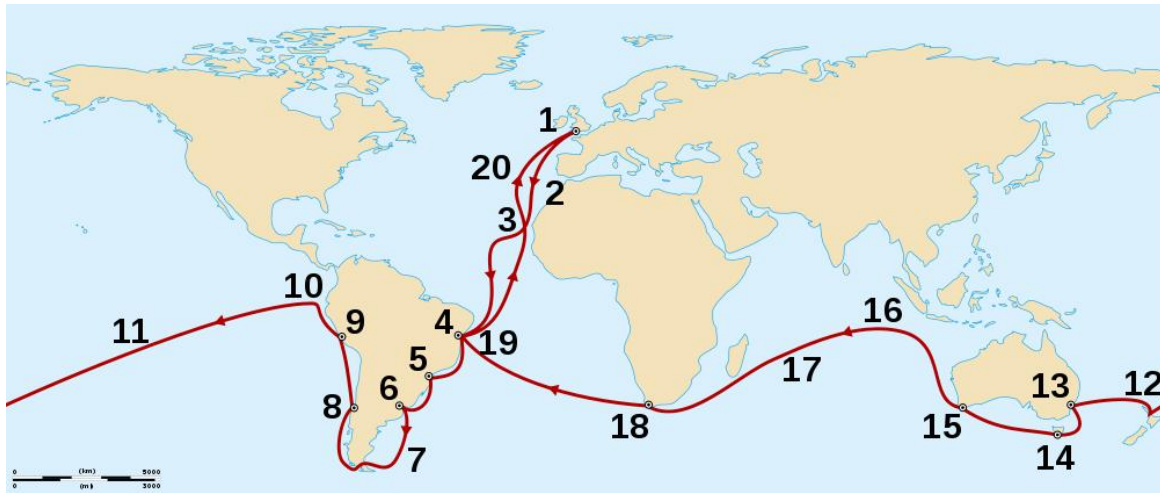


Figura 2. Mapa com o percurso efectuado a bordo do HMS Beagle por Darwin

1. Plymouth, Inglaterra 2. Ilhas Canárias, Espanha 3. Cabo Verde 4. Salvador, Brasil 5. Rio de Janeiro, Brasil 6. Montevidéu, Argentina 7. Ilhas Malvinas 8. Valparaíso, Chile 9. Callao Lima, Chile 10. Galápagos, Equador 11. Oceano Pacífico 12. Baía das Ilhas, Nova Zelândia 13. Sidney, Austrália 14. Hobart, Austrália 15. King George's Sound, Austrália 16. Ilhas Cocos, Austrália 17. Ilhas Maurícias 18. Cabo da Boa Esperança 19. Baía, Brasil 20. Açores

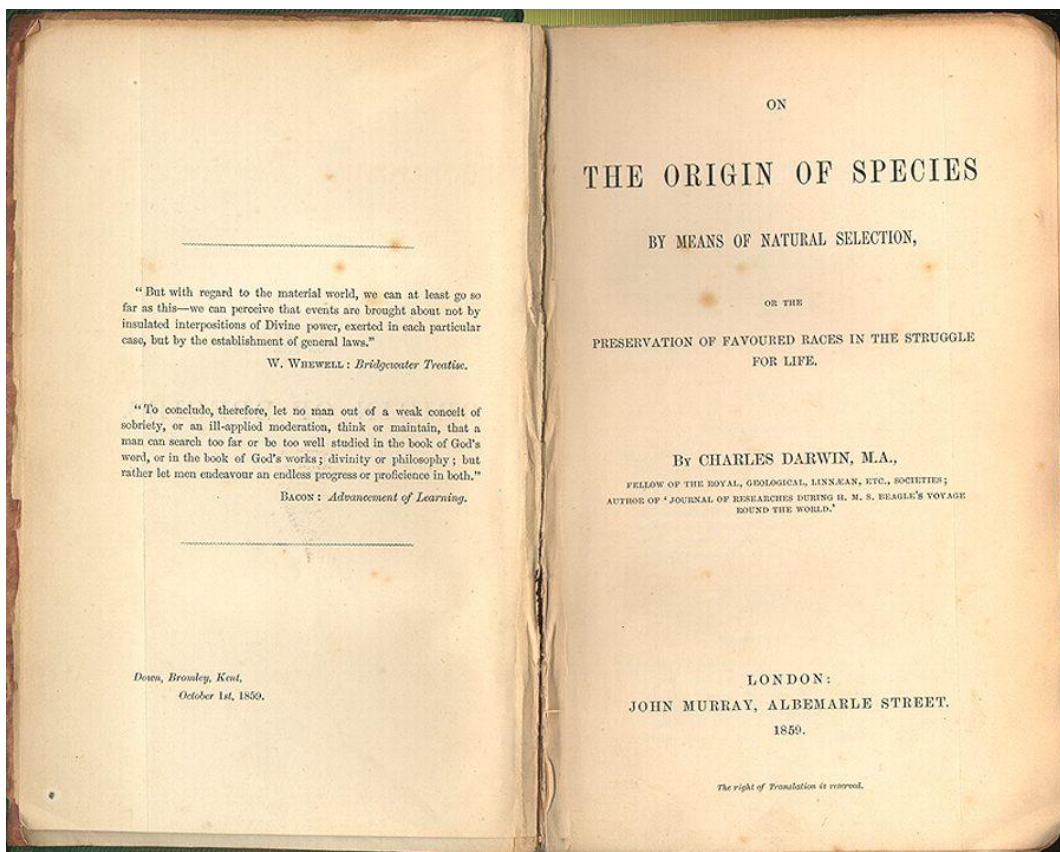


Figura 3. Sobre A Origem das Espécies por Selecção Natural, 1859

Para mais informações sobre Darwin a sua vida e obra consultar os sites indicados (não se trata de uma lista exhaustiva).

- <http://www.nhm.ac.uk/about-us/website-help/darwin200/>(em inglês)
- http://pt.wikipedia.org/wiki/Charles_Darwin (em português do Brasil)
- <http://a-evolucao-de-darwin.weblog.com.pt/>(em português)
- <http://darwin-online.org.uk/>(em inglês)

Palavras chave: Evolução

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 12 de Julho de 2011

Aceite pelo editor em 08 de Fevereiro de 2012

Comunidade

Referência : [Moreira, C. \(2012\), WikiCiências, 3\(02\):0522](#)

Autor: *Catarina Moreira*

Editor: *José Feijó* ^[1]

O termo biocenose (do grego *bios* – vida + *koinos* – comum, público) foi criado, em 1877, por Karl August Möbius.

A comunidade biótica é o conjunto de todos os seres vivos de diferentes espécies que habitam numa mesma área e que podem estabelecer interações entre si.

As comunidades são a fracção biótica (seres vivos, por oposição à fracção abiótica) dos ecossistemas, formando uma unidade funcional pela combinação de diferentes espécies. A dimensão das comunidades é variável quer ao nível geográfico quer ao nível das espécies que a constituem. As interações entre as espécies ocorrem a vários níveis, nomeadamente ao nível dos nichos escolhidos e das relações tróficas. É muito comum descrever as comunidades bióticas através de teias tróficas, mostrando as espécies produtoras e consumidoras ou produtoras e decompositoras.

Palavras chave: biologia, biótico, espécie, abiótico, ecossistema

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 26 de Agosto de 2011

Aceite pelo editor em 08 de Fevereiro de 2012

Classe

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0523

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó ^[1]

Taxon utilizado na classificação científica dos seres vivos. As classes são constituídas por ordens e agrupam-se em filos (ou divisões na botânica). Na classificação lineana, classe era a categoria mais elevada, dado que a designação de Filo ou Divisão só surgiu no século XIX.

Por exemplo:

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Super Classe: Tetrapoda Classe: Amphibia

Sub Classe: Lissanphibia

Ordem: Anura

Sub Ordem: Neobatrachia

Família: Hylidae

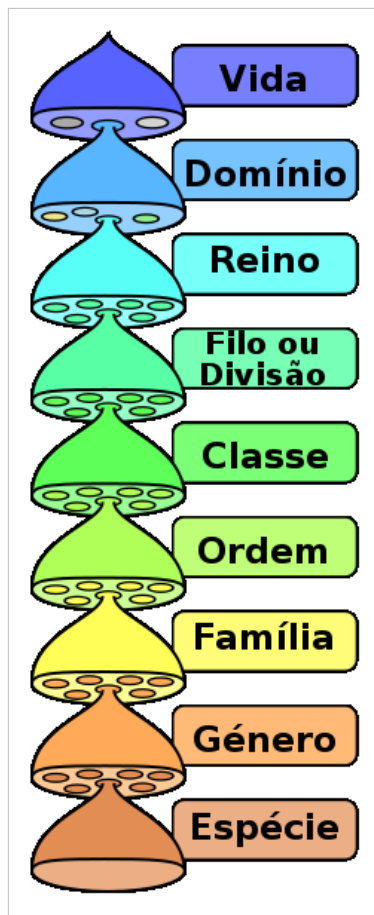
Sub Família: Hyalinae

Género: *Hyla*

Espécie: *Hyla arborea*

Nome comum: Relá-comum

Actualmente o sistema de classificação aceite pela comunidade científica contém 7 taxa principais: Reino, Filo, Classe, Ordem, Família, Género e Espécie – do mais abrangente para o mais restrito, respectivamente.



Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 11 de Outubro de 2010

Aceite pelo editor em 08 de Fevereiro de 2012

Citosina

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0524

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Base azotada do grupo das pirimidinas (uracilo, timina e citosina) (fig.1) presente nos nucleótidos tanto do DNA com do RNA.

Na estrutura do DNA forma par complementar com a guanina através de 3 ligações por pontes de hidrogénio (fig.2).

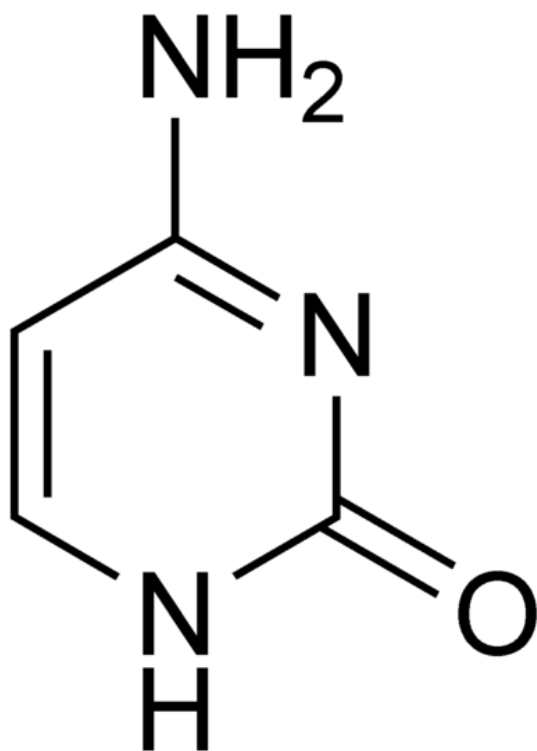


Figura 1. Estrutura química da citosina

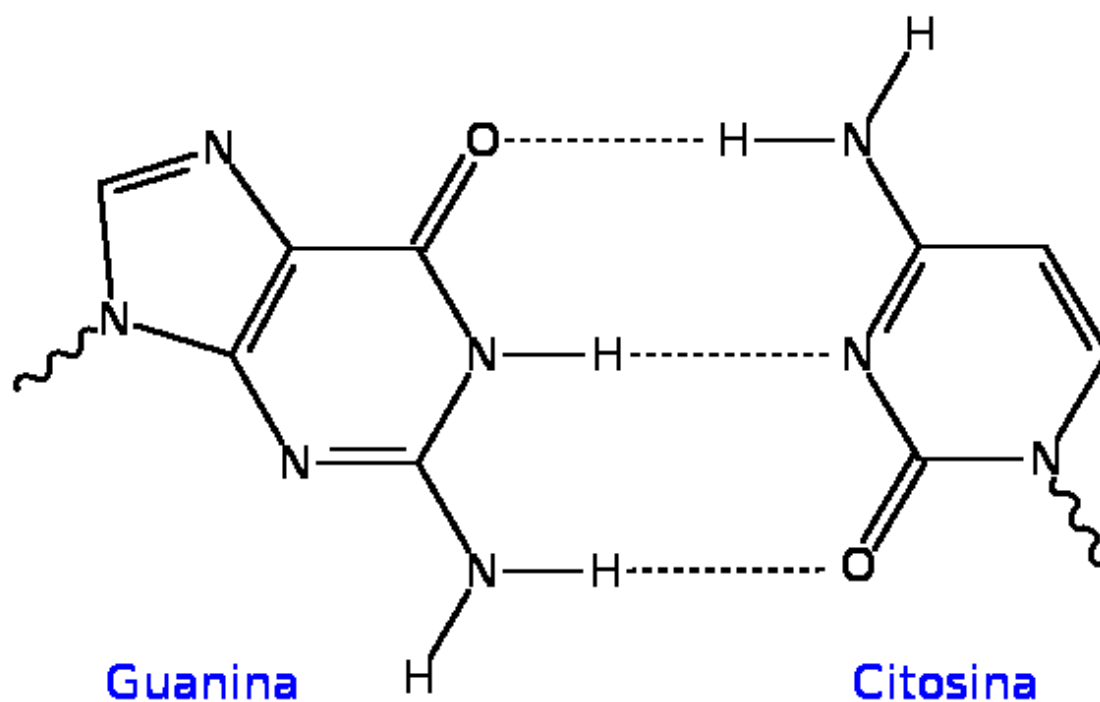


Figura 2. Estrutura química do par complementar citosina-guanina

Palavras chave: DNA, RNA, guanina

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 14 de Julho de 2011

Aceite pelo editor em 08 de Fevereiro de 2012

Citoplasma

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0525

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó ^[1]

O citoplasma é o espaço intracelular que inclui todos os componentes celulares à exceção do núcleo. A parte fluída do citoplasma é o citosol.

Palavras chave: Célula

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 08 de Fevereiro de 2012

Citologia

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0526

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó ^[1]

Ou biologia celular, é o ramo da biologia que estuda a célula, a sua estrutura, função e bioquímica.

Palavras chave: Célula

Materiais relacionados disponíveis na Casa das Ciências ^[2]:

1. O Cariótipo Humano ^[2], faça de Citogeneticista(!)
-

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 08 de Fevereiro de 2012

Ciclo Celular

AVISO: Não foi possível gerar a página – será produzido texto simples.

As causas potenciais do problema são: (a) um erro do programa responsável pelo PDF (b) sintaxe problemática do MediaWiki (c) uma tabela demasiado larga

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0527 Autor: Catarina Moreira Editor: José Feijó O Ciclo celular é definido como a sequência de acontecimentos que levam ao o crescimento e a divisão da célula, de forma contínua e repetitiva. Considera-se, assim, que o ciclo celular compreende a Mitose e a interfase (Fig. 1). Figura 1. Esquema do ciclo celular I - interfase; M - mitose. (A duração da fase mitótica em relação às outras fases encontra-se exagerada.) A interfase é um período relativamente longo quando comparado com a mitose, podendo demorar horas, anos ou até perpetuar-se até à morte da célula, sem que nova divisão ocorra (ex. maioria das células nervosas e musculares). Durante este período ocorre a síntese de diversos constituintes que conduzem ao crescimento e à maturação celulares, para que a célula esteja preparada se ocorrer uma nova divisão. À interfase correspondem três períodos: G1, S e G2 (alguns organismos unicelulares, como a levedura não possuem G2). Período G1: a designação desta etapa deriva de ‘gap’ do inglês intervalo, e decorre imediatamente após a mitose. É um período de intensa actividade bioquímica, no qual a célula cresce em volume e o número de organelos aumenta. Ocorre a síntese de RNA no sentido de a célula sintetizar (fabricar) proteínas, lípidos e glícidos. Período S: de síntese do inglês ‘synthesis’ é caracterizado pela Replicação do DNA. Às novas moléculas de DNA associam-se proteínas básicas chamadas histonas, formando-se cromossomas, constituídos por dois cromátídeos ligados pelo centrómero. Período G2: síntese de mais proteínas e produção de estruturas membranares que serão utilizadas nas células-filhas resultantes da mitose. A fase mitótica embora varie em aspectos mínimos de uns organismos para os outros, é basicamente semelhante na maior parte das células eucarióticas. Esta fase em que uma célula se divide em duas células-filhas, podem ser considerada 2 processos consecutivos: a Mitose propriamente dita ou a Cariocinese (divisão do núcleo) e a Citocinese (divisão do citoplasma). A mitose pode ser dividida em quatro fases embora seja um processo contínuo: profase, metafase, anafase e telofase (gerando a célebre mnemónica “PRÓximo da META a ANA TELEfonou”) (Fig. 2). Neste processo, associado à divisão de células somáticas, o material genético sintetizado no período S da interfase é dividido igualmente por dois núcleos resultantes. A mitose é regulada por diferentes classes de proteínas, iniciando-se quando uma delas, as ciclinas, atingem determinadas concentração no citoplasma e activa o factor promotor da mitose (MPF) proteico citoplasmático, que inicia a condensação dos cromossomas. Nas células animais e vegetais a diferença no processo de mitose é a ausência de centrómeros nas células vegetais e, por consequência, a formação do fusos multipolares. Fases da Mitose: Profase: É a etapa mais longa da mitose. Nesta fase a cromatina condensa-se gradualmente em cromossomas bem definidos, sendo por vezes visível que são compostos por dois cromátídeos enrolados um no outro (o DNA já tinha sido duplicado durante a fase S da interfase). Os centróssomas (dois pares de centríolos) afastam-se para pólos opostos, formando entre eles o fuso acromático (em plantas os fusos são multipolares por ausência de centrómeros). As fibras do fuso acromático são feixes de microtúbulos ligados a complexos proteicos especializados – cinetócoros – desenvolvidos nos centrómeros durante a profase. O nucléolo desintegra-se determinando o final da etapa e o invólucro nuclear desagrega-se. Metafase: os cromossomas atingem a sua máxima condensação. Os cromossomas no centro do fuso, alinham-se no plano equatorial da célula, formando a chamada placa equatorial. Os dois cromátídeos de cada cromossoma estão em posição oposta, permitindo que se separem na fase seguinte. Anafase: divisão pelo centrómero e separação simultânea de todos os cromátídeos (cada cromátídeo passa agora a ser designado por cromossoma). Os cromossomas iniciam a ascensão polar ao longo dos feixes de

microtúbulos. No final da Anafase dois conjuntos idênticos de cromossomas encontram-se em cada pólo da célula. Telofase: inicia-se a organização dos núcleos das células-filhas. Forma-se o invólucro nuclear em torno dos cromossomas, a partir do retículo endoplasmático rugoso. As fibras do fuso acromático desorganizam-se, os cromossomas começam a descondensar, tornando-se novamente indistintos. O nucléolo é reconstituído e cada célula-filha entra na interfase. Terminada a divisão nuclear (cariocinese) geralmente inicia-se a divisão citoplasmática (citocinese), completando-se desta forma a divisão celular que originará duas células-filhas. Nas células animais (sem parede celular) o início da citocinese é marcado pelo surgimento de uma constrição da membrana citoplasmática na zona equatorial da célula. Este estrangulamento resulta da contração de um conjunto de filamentos proteicos localizados junto da membrana plasmática. O resultado é a clivagem da célula mãe em duas células-filhas. Nas células vegetais a existência da parede celular esquelética não permite a citocinese por estrangulamento. A clivagem da célula mãe ocorre através da formação do fragmoplasto, estrutura formada por vesículas resultantes do complexo de Golgi, contendo diferentes polissacáridos entre os quais celulose e proteínas que são depositadas na região equatorial da célula aproveitando os microtúbulos entre os dois pólos celulares, e formando uma placa celular, a lamela média. À medida que as vesículas de Golgi se vão fundindo, origina-se uma parede celular que acabará por dividir a célula em duas. A deposição de celulose junto à lamela média vai dar origem às duas paredes celulares que, geralmente se formam do centro da célula-mãe para a periferia. As paredes celulares formadas muitas vezes não são herméticas (estanques), existindo poros de comunicação, denominados plasmodesmos, que permitem a comunicação entre o citoplasma das diferentes células. Figura 2. Fases da mitose I ao III profase; IV metafase; V e VI anafase; VII e VIII telofase. Mitose versus Meiose São ambos processos de divisão nuclear que ocorrem ao longo do ciclo de vida dos organismos mas apresentam aspectos que os distinguem.

Mitose	Ocorre em células somáticas	Ocorre em células sexuais para produção de gâmetas	Origina duas células-filhas, cujo número de cromossomas é igual ao da célula mãe
Meiose	Ocorre em células diplóides e haplóides	Nunca ocorre em células haplóides	Origina quatro células-filhas com metade do número de cromossomas da célula mãe
	Não há emparelhamento de cromossomas homólogos (cada Cromossoma comporta-se de forma independente do outro)	Há emparelhamento de cromossomas homólogos	Quase nunca ocorre Crossing-over
	Há crossing-over entre cromátídeos de Cromossomas homólogos	Crossing-over	Há crossing-over entre cromátídeos de Cromossomas homólogos
	As células-filhas podem continuar a dividir-se	As células-filhas não podem sofrer mais divisões meióticas	Centrómeros dividem-se longitudinalmente na Anafase
	Centrómeros dividem-se longitudinalmente apenas na anafase II (divisão equacional)	Só ocorre uma divisão	Ocorrem duas divisões sucessivas (primeira dita reducional e a segunda equacional, semelhante à mitose)

Palavras chave: interfase, replicação, DNA, profase, metafase, anafase, telofase, cromossoma, cromátídeo, cariocinese, citocinese

Materiais relacionados disponíveis na Casa das Ciências: Apoptose, a morte celular - Como acontece? Criada em 20 de Outubro de 2009 Revista em 14 de Julho de 2011 Aceite pelo editor em 08 de Fevereiro de 2012

Catabolismo

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0528

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Reacções metabólicas em que compostos químicos complexos são degradados em moléculas mais simples com libertação de energia.

As moléculas complexas como os polissacáridos, lípidos, ácidos nucleicos e proteínas são degradadas em compostos mais simples como monossacáridos, ácidos gordos, nucleótidos e aminoácidos, respectivamente. Estes produtos podem ser degradados em compostos ainda mais simples por processos que libertam energia, e cujos produtos resultantes são resíduos, por vezes, tóxicos para o organismo como ácido láctico, ácido acético, dióxido de carbono, amónia e ureia. O catabolismo fornece a energia química necessária aos processos anabólicos de manutenção e crescimento celulares.

A libertação de energia durante os processos catabólicos é feita de forma faseada, evitando um grande aumento da temperatura celular que poderia levar à morte da célula. Esta energia é armazenada sob a forma de compostos intermédios, como o ATP (trifosfato de adenosina) até ser utilizada nas várias actividades celulares. São várias as vias catabólicas que transferem a energia contida nos compostos orgânicos para as moléculas de ATP, com a intervenção de outros compostos, como o NAD, que transportam prótons (H^+) e electrões (e^-) do hidrogénio, do substrato até ao aceitador final de electrões. Consoante o aceitador o processo varia: se o aceitador final de electrões for uma molécula inorgânica o conjunto das reacções, chama-se **respiração aeróbia** se o aceitador for o oxigénio e **respiração anaeróbia** se for o ião nitrato ou sulfato. Se o aceitador for uma molécula orgânica (por exemplo, ácido pirúvico) derivada do substrato inicial, então chama-se **fermentação**.

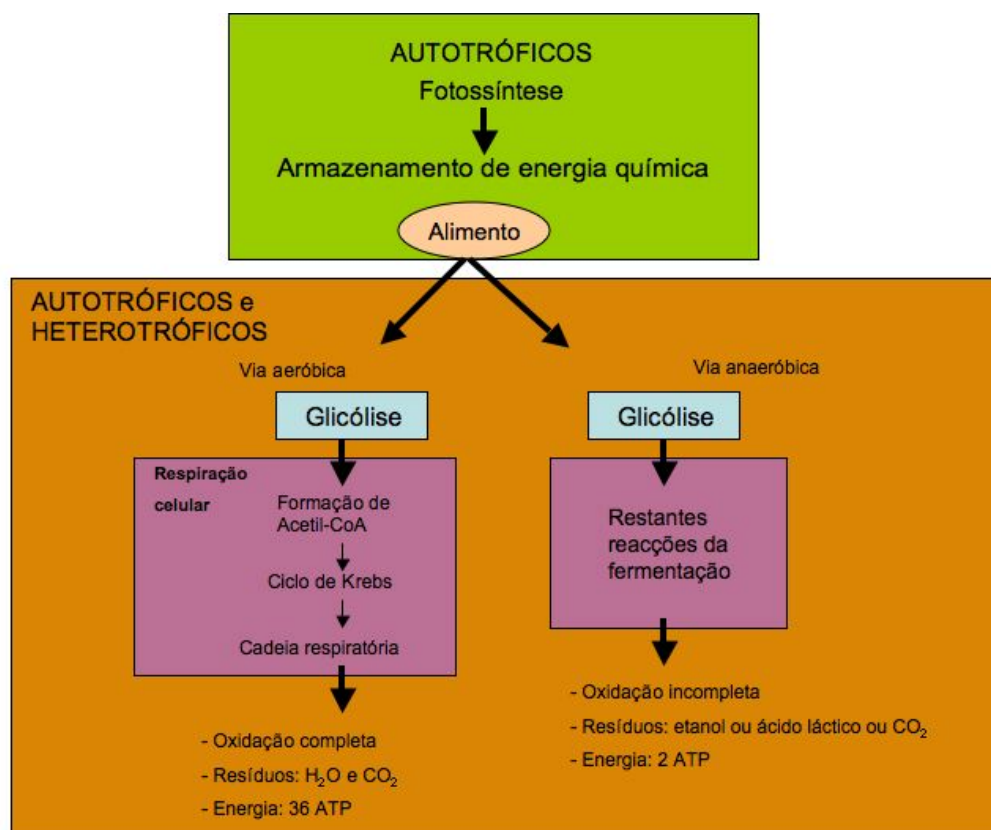
Nas células a principal fonte de energia celular é a glicose. Para obter energia durante o metabolismo da glicose as células degradam estas moléculas e libertam CO_2 , H_2O e uma grande quantidade de energia sob a forma de ATP, se estiverem na presença de oxigénio. A maioria dos organismos tem a capacidade de catabolizar a glicose através de dois processos complexos: fermentação e respiração celular. A glicólise é a primeira fase de ambos os processos, fermentação e respiração.

Glicólise: $C_6H_{12}O_6$ (glicose) $\rightarrow$ 2 ácido pirúvico + energia (ATP e calor)

Respiração: $C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 \rightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O +$ energia (ATP e calor)

Os organismos que não têm a capacidade de utilizar o oxigénio como reagente ou que vivem em ambientes sem oxigénio, também metabolizam a glicose mas de forma incompleta e com menor produção de ATP por molécula de glicose – **fermentação**. Há vários tipos de fermentação, que se diferenciam pelo produto final.

A via catabólica da glicose inclui 3 grandes processos metabólicos: a glicólise, a respiração celular e a fermentação. A glicólise é o primeiro conjunto de reacções do metabolismo da glicose tendo como produto final o piruvato e ocorre em todas as células. O piruvato é tóxico para as células e tem de ser degradado e transformado em produtos diferentes, o que vai depender do tipo de organismo e do ambiente em que se encontra ser aeróbico (com oxigénio gasoso) ou anaeróbico (sem oxigénio).



O rendimento energético é inferior na fermentação quando comparado com a respiração celular: menor produção de ATP e formação de produtos finais que armazenam energia não utilizável pelas células (por exemplo, etanol ou ácido láctico).

Tabela resumo do saldo energético, em número de moléculas de ATP, resultante do catabolismo de uma molécula de glicose:

	Respiração Aeróbica	Fermentação
Glicólise	4	4
Ciclo de Krebs	2	-
Cadeia Respiratória	34	-
TOTAL	40	4
Total de ATP necessário para desencadear o processo	2	2
Rendimento em ATP de uma molécula de glicose	38	2

As diferentes vias metabólicas de obtenção de energia ocorrem em locais diferentes da célula consoante seja procariótica ou eucariótica.

Palavras chave: metabolismo, anabolismo, respiração aeróbia, respiração anaeróbia, fermentação

Materiais relacionados disponíveis na Casa das Ciências ^[2]:

1. Catabolismo ^[3], quais as fases do catabolismo?
 2. Ciclo de Krebs: Reações energéticas na mosca tsé-tsé ^[4], as reações energéticas na mosca tsé-tsé em voo e em repouso.
 3. Glicólise ^[1], como se dá a degradação da glicose na célula
-

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 08 de Fevereiro de 2012

Biodegradável

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0529

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó ^[1]

Todo o material, orgânico ou não, que após o seu uso pode ser decomposto por microorganismos.

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 08 de Fevereiro de 2012

Bioampliação

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0530

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó ^[1]

Fenómeno que se caracteriza pelo aumento da concentração de moléculas tóxicas ao longo da cadeia alimentar.

Quando um organismo se encontra exposto por um período prolongado a um ambiente poluído vai absorvendo e armazenando no organismo as substâncias tóxicas, que podem chegar a concentrações elevadas, **bioacumulação**. O consumo de organismos com toxinas acumuladas vai provocar ao longo da cadeia alimentar um aumento da concentração do contaminante com o nível trófico, **bioampliação**.

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 08 de Fevereiro de 2012

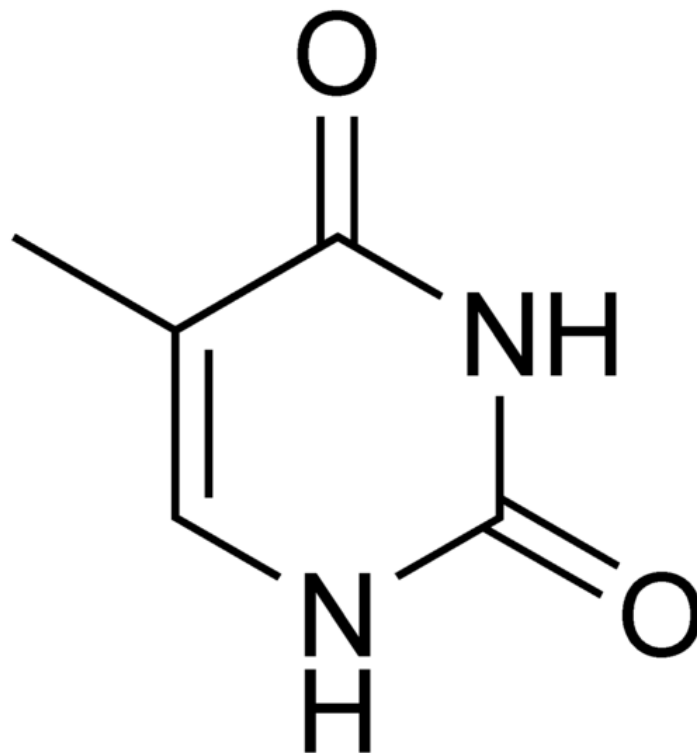
Base Azotada

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0531

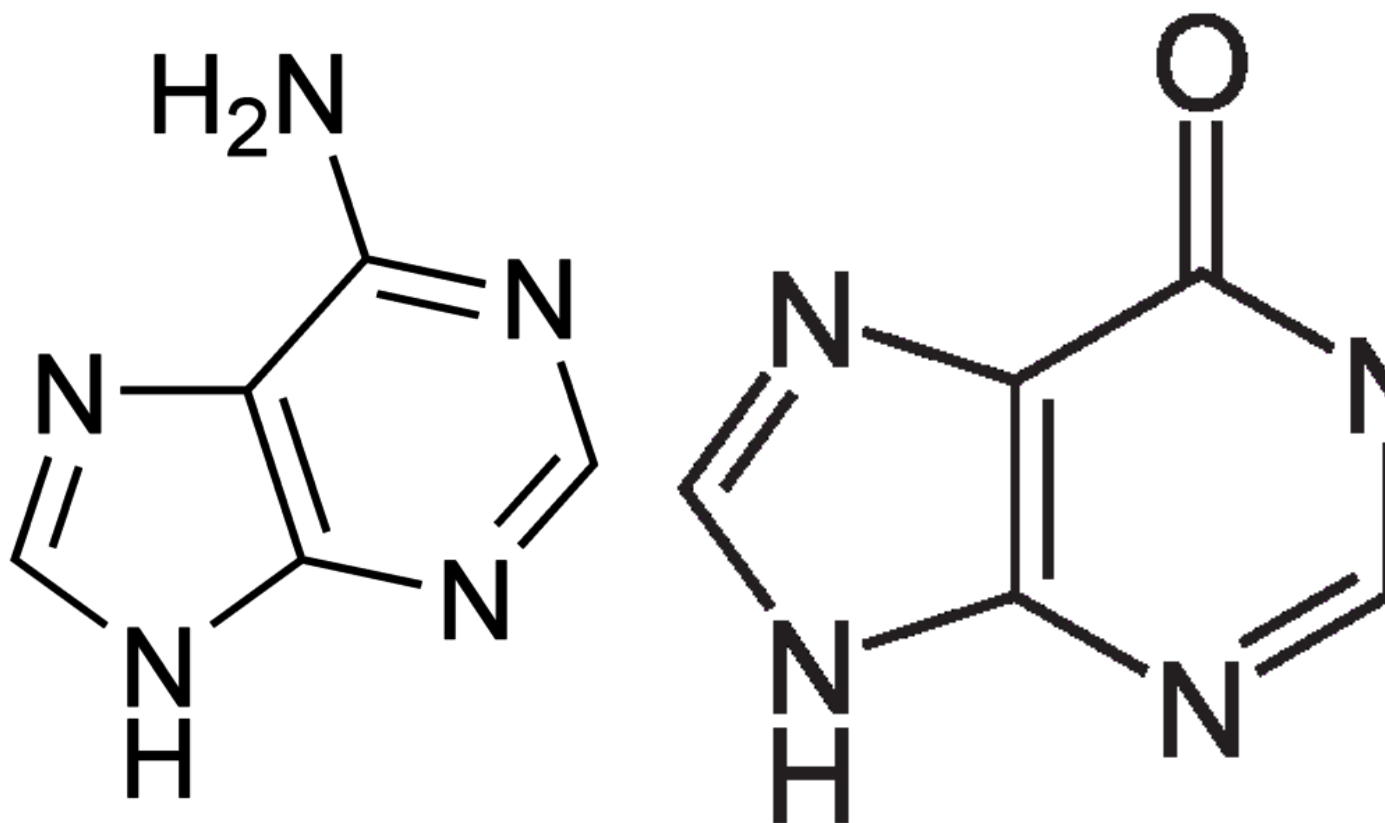
Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Molécula constituinte do nucleótido dos ácidos nucleicos. Quando tem apenas um anel simples pertence ao grupo das pirimidinas – citosina, timina e uracilo, e pertence ao grupo das purinas se possuir um anel duplo – adenina e guanina.



Bases do grupo das pirimidinas com anel simples: citosina, timina e uracilo.



Bases do grupo das purinas com anel duplo: adenina e guanina.

Palavras chave: adenina, citosina, timina, guanina, uracilo, DNA, RNA, ácido nucleico, nucleótido.

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 14 de Julho de 2011

Aceite pelo editor em 08 de Fevereiro de 2012

Arqueobactéria

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0532

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Nota: O nome Arqueobactéria actualmente é equivalente a Archaea.

O domínio Archaea (Woese et al 1990), constitui um grupo de organismos procariontes que vivem em habitats com condições extremas, por exemplo, de salinidade, pouco oxigénio, elevadas temperaturas e pH muito baixo ou muito elevado.

Embora as diferentes arqueobactérias sejam organismos muito diferentes entre si, partilham algumas características que lhes são únicas, como por exemplo a ausência de peptidoglicanos nas paredes celulares e a existência de lípidos com uma composição particular. A sua relação de proximidade é também confirmada pelas sequências de RNA ribossómico. Foi a partir da sequenciação do primeiro genoma de uma arqueobactéria – 1738 genes (ver “Genoma”), em que mais de metade eram diferentes de todos os outros – que se esclareceu a separação deste domínio dos domínios Eukarya e Eubacteria. No entanto, os Archaea são sensíveis a antibióticos que também afectam os Eukarya mas que não afectam os Bactéria.

Quanto aos lípidos presentes nas membranas, ao contrário das longas cadeias de ácidos gordos não ramificadas ligados a glicerol por ligações éster e das membranas com bicamadas lipídicas presentes em Eukarya e Eubacteria, possuem longas cadeias de ácidos gordos ramificadas ligados ao glicerol por ligações éter. Alguns lípidos dos Archaea possuem glicerol em ambas as extremidades das cadeias de ácidos gordos, permitindo estruturas membranares – **bicamada lipídica** – semelhantes às dos Eukarya e Eubacteria.

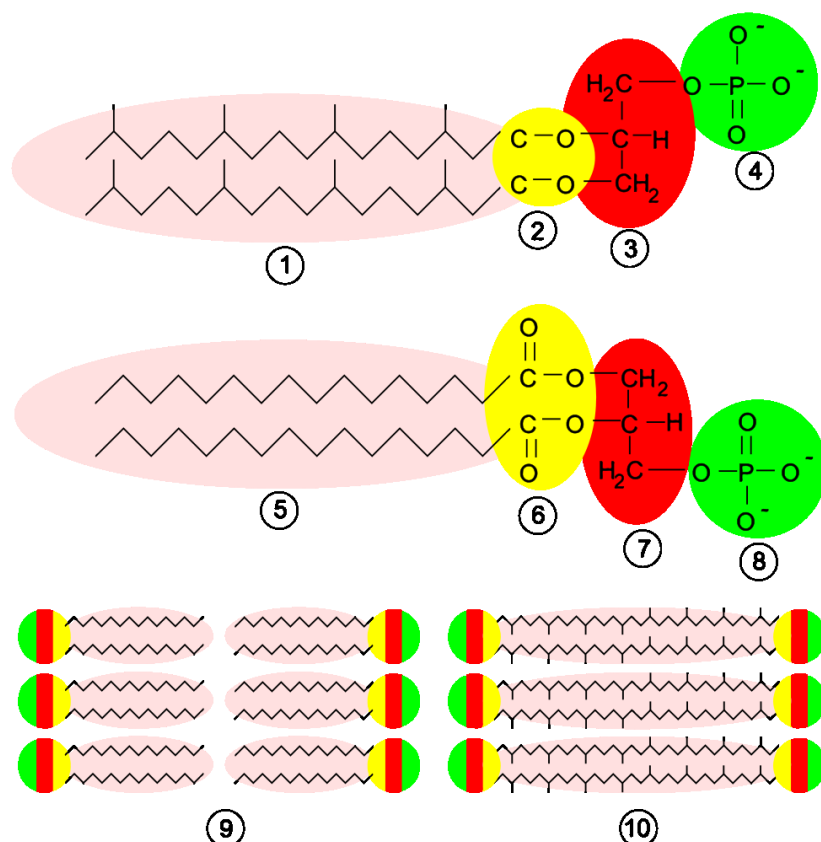


Figura 1. Lípidos membranares dos domínios Eubacteria, Eukarya e Archaea.

Topo: membrana de um Archaea 1-cadeia de isopreno, 2-ligação éter, 3-L-glicerol, 4-grupo fosfato. Meio: membrana de Bacteria e Eukarya: 5-ácidos gordos, 6-ligação éster, 7-D-glicerol, 8-grupo fosfato. Em baixo:

9-bicamada lipídica em Bacteria, Eukarya e na maioria dos Archaea, 10-monocamada lipídica em alguns Archaea. Os Archaea podem ser encontrados em ambientes extremos de elevadas temperaturas, por vezes muito ácidos, por vezes extremamente salgados e até dentro do tubo intestinal dos animais. Os quatro Phyla deste domínio identificam bem as condições extremas onde vivem: hipertermófilos, metanogénicos, halófilos (ou halófitos) extremos e um outro Phylum ao qual pertence apenas um género, *Thermoplasma*.

- **Hipertermófilos:** vivem em ambientes de elevadas temperaturas e muito ácidos como as fontes sulfurosas com temperaturas entre os 70-75°C e pH entre 2-3.
- **Metanogénicos:** organismos que produzem metano (CH_4) a partir da redução do dióxido de carbono (CO_2). Todos estes organismos são anaeróbios obrigatórios e a produção de metano é fundamental no seu metabolismo.
- **Halófilos** (ou halófitos) extremos: vivem exclusivamente em ambientes com elevada salinidade. Por conterem carotenóides cor-de-rosa são facilmente visíveis em determinadas circunstâncias.
- ***Thermoplasma*:** com apenas um género estas procariotas não possuem parede celular, são termófilos e acidófilos, têm um metabolismo aeróbico e vivem em depósitos de carvão.

Palavras chave: domínio, procarionte, Eukarya, Bacteria, Archaea

Referências consultadas:

Woese CR, Kandler O, Wheelis ML (1990). "Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya"[1]. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 87 (12): 4576–9.

Archaea (<http://flaggedrevs.labs.wikimedia.org/wiki/Archaea>)

Materiais relacionados disponíveis na Casa das Ciências ^[2]:

1. Movimentos nas Bactérias ^[2], como se movimentam as bactérias?

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 27 de Março de 2011

Aceite pelo editor em 08 de Fevereiro de 2012

Antigénio

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0533

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Antigénio

Qualquer molécula que desencadeia uma resposta imunitária específica por parte do organismo. Originalmente, o termo vem do inglês *antibody generator* (gerador de anticorpos) e era definido como um molécula que se liga especificamente a um anticorpo, mas hoje com um conhecimento mais aprofundado sabe-se que o antigénio é qualquer molécula que reage de forma específica com um anticorpo ou com um receptor de um linfócito T, desencadeando respostas imunitárias específicas. Os antigénios podem ser moléculas pertencentes a vírus, bactérias, protozoários ou outros organismos, mas também pertencentes a grãos de pólen ou outras substâncias estranhas ao organismo.

Cada anticorpo liga-se a um antigénio específico formando um complexo anticorpo-antigénio (fig 1). Para melhor entender o papel dos antigénios no sistema imunitário ler o artigo referente à imunidade.

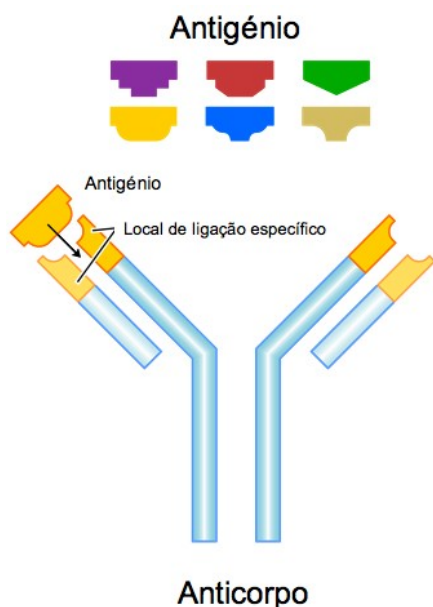


Figura 1. Esquema do complexo antigénio-anticorpo

Palavras chave: imunidade, anticorpo

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 08 de Fevereiro de 2012

Anatomia

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0534

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Ramo da biologia que estuda a estrutura e organização interna e externa dos seres vivos.

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 09 de Fevereiro de 2012

Anafase

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0535

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Estádio da divisão nuclear em que, na mitose, ocorre a separação dos cromatídeos irmãos e na meiose a segregação dos cromossomas homólogos (cada cromossoma com dois cromatídeos).

A anafase dura desde o momento da primeira separação até ao momento em que os cromossomas convergem para os pólos ao longo do fuso acromático.

Do grego *ana*: indicativo de um processo a decorrer

Palavras chave: mitose, meiose.

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 05 de Janeiro de 2011

Aceite pelo editor em 09 de Fevereiro de 2012

Heterozigótico

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0536

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Termo utilizado para descrever o genótipo de organismos diplóides, um heterozigótico tem um genótipo que consiste em dois alelos diferente num locus para um mesmo gene.

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 09 de Fevereiro de 2012

Homozigótico

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0537

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Termo utilizado para descrever o genótipo de organismos diplóides: um indivíduo homozigótico tem um genótipo com dois alelos idênticos num dado locus de um gene.

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 09 de Fevereiro de 2012

Alelo

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0538

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Forma alternativa de um gene num cromossoma. Os organismos, geralmente, possuem múltiplos alelos num determinado locus (loci no plural) de um gene.

As interações entre os alelos em muitos casos podem ser descritas como dominantes ou recessivas. Quando o heterozigótico não se distingue de um dos homozigóticos, o alelo envolvido é denominado dominante, e o outro é recessivo. A nomenclatura utilizada é letras maiúsculas para os alelos dominantes e minúsculas para os recessivos. No exemplo que se segue (fig.1), o alelo responsável pela cor amarela (Y) é dominante sobre o alelo para a cor verde (y). Para os indivíduos terem cor amarela precisam de dois alelos yy – homozigóticos recessivos, enquanto que indivíduos verdes podem ter heterozigóticos Yy ou homozigóticos dominantes YY.

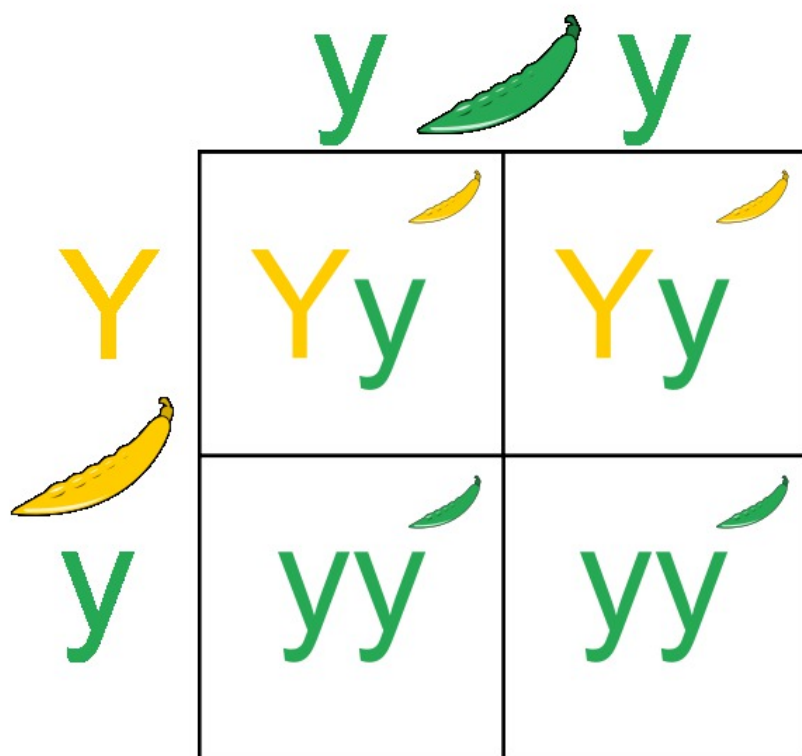


Figura 1. - Exemplo de um quadro de Punnet.

A cor amarela das vagens das ervilhas é determinada pelo alelo dominante Y, e a cor verde pelo alelo recessivo y.

Alelos múltiplos

Quando existem mais de duas formas alélicas concorrentes num determinado *locus*. No entanto, cada indivíduo (se diplóide) terá apenas um par de alelos correspondendo às duas cópias do gene que tem nos dois cromossomas homólogos. Por exemplo, nos coelhos a cor da pelagem é um caso de alelos múltiplos, em que podem existir quatro alelos para o *locus* da cor do pelo. Entre eles existe a sequência de dominância que se segue representada: $C > C^{ch} > C^h > c$

Sendo possível estabelecer as seguintes relações entre genótipos e fenótipos:

Fenótipos	selvagem	chinchila	himalaia	albino
-----------	----------	-----------	----------	--------

Genótipos	CC, CC ^{ch} , CC ^h , Cc	C ^{ch} C ^{ch} , C ^{ch} C ^h , C ^{ch} c	C ^h C ^h , C ^h c	cc
-----------	---	--	--	----

No caso dos humanos pode-se referir o exemplo dos grupos sanguíneos do sistema ABO. Os quatro grupos sanguíneos resultam de diferentes combinações de três alelos (I^A , I^B e i). Neste grupo de alelos múltiplos existe uma relação de dominância/recessividade e uma relação de codominância, que podem ser representadas da seguinte forma: ($I^A = I^B$) > i , em que i é recessivo em relação aos outros dois e I^A e I^B são codominantes entre si.

Alelos letais

Tal como o nome indica, determinados alelos podem conduzir a um fenótipo que leva à morte o seu portador. Em alguns casos a combinação torna os indivíduos inviáveis antes sequer do nascimento, conduzindo a abortos espontâneos. A maioria destes alelos letais é recessiva só sendo fenotipicamente expressa quando em homozigotia. A presença desses alelos em heterozigóticos permite a sua manutenção na população. É também este o caso de muitas doenças causadas por alelos deficientes, na medida em que são incapazes de garantir uma normal função da proteína que codificam, tais como a doença de Huntington ou a fibrose cística. Os cruzamentos que envolvem alelos letais podem levar a alterações nas proporções fenotípicas observadas em relação às que se esperariam segundo a genética mendeliana, uma vez que alguns fenótipos com genótipos letais podem nunca surgir.

Palavras chave: *locus, loci, gene, genótipo, fenótipo.*

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 14 de Julho de 2011

Aceite pelo editor em 09 de Fevereiro de 2012

Morfogénese

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0539

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Organização de células e tecidos em seres vivos que se coordenam para gerar formas específicas. O processo regula a distribuição especial das células durante o desenvolvimento embrionário de um organismo.

Diferentes moléculas têm uma importante participação no processo de morfogénese. Os “morfogenes” são moléculas que induzem a diferenciação ou proliferação celular. Outras moléculas importantes são os factores de transcrição, proteínas que determinam o destino das células pelas suas interacções com o DNA.

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 09 de Fevereiro de 2012

Hormona

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0540

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Hormonas são substâncias químicas libertadas pelas células, que se difundem localmente pelo fluído extracelular e são distribuídas até atingirem as células alvo através da circulação sanguínea.

A secreção, difusão e circulação de hormonas é bastante mais lenta que a transmissão de impulsos nervosos. É importante para coordenar processos de longo-termo, como algumas respostas fisiológicas.

As hormonas são segregadas por células do sistema endócrino. As hormonas causam acções nas células alvo que são células que têm receptores específicos para diferentes hormonas. A maioria das vezes os receptores específicos para as hormonas das células alvo localizam-se na membrana plasmática mas podem também estar presentes no citoplasma e neste caso a hormona tem de entrar na célula. Quando a hormona se liga ao receptor, desencadeiam-se uma série de reacções que conduzem a uma determinada resposta. Estas interacções são reguladas por mecanismos de retroacção (*feedback*) negativa ou positiva. Isto é, o processo desencadeado por um estímulo que causa uma alteração e gera uma resposta que cancela ou amplifica, respectivamente, a acção desse estímulo.

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 09 de Fevereiro de 2012

Bioética

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0541

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Disciplina filosófica que investiga as controvérsias éticas implicadas nas práticas utilizadas na biologia e na medicina, isto é, debruça-se sobre as condições necessárias para uma administração responsável da vida.

Na actualidade a sociedade preocupa-se, entre outros, com temas como os alimentos de origem transgénica, a interrupção voluntária da gravidez, a fecundação artificial e a escolha de embriões e a experimentação animal.

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 09 de Fevereiro de 2012

Imunologia

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0542

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Disciplina da biologia que estuda o sistema imunitário (ou imunológico), tentando compreender o funcionamento fisiológico do sistema imunitário em organismos saudáveis e doentes.

Materiais relacionados disponíveis na Casa das Ciências^[2]:

1. Design de Medicamentos^[1], um resumo da ciência da Farmacologia e as suas últimas novidades;
2. Haptenos - Como funcionam^[2];
3. Infecção por agrobacteriumIII^[3];
4. Alergias^[4].

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 09 de Fevereiro de 2012

Célula

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0543

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

A Célula é a unidade básica, estrutural e funcional, de virtualmente todos os organismos vivos. O termo célula foi pela primeira vez empregue pelo inglês Robert Hooke (1637-1703), em 1665, ao examinar lâminas de cortiça num microscópio rudimentar. Na realidade, o que Hooke observou foram apenas as paredes celulares de células vegetais mortas, com formas hexagonais a que ele chamou células, do latim "*cella*", pequena cavidade (Figura 1).

Figura 1: Comparação entre a imagem das células da cortiça de Robert Hooke de 1665 (A) e de uma imagem de microscopia confocal a laser. (Retirado de Moreno et al. 2006)

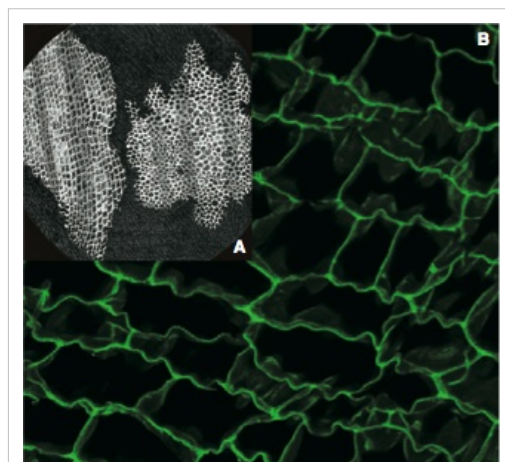
Mais tarde, em 1839, Matthias Jakob Schleiden e Theodor Schwann, postularam a Teoria Celular que, actualmente, assenta nos seguintes pressupostos:

- todos os organismos são constituídos por células onde ocorrem os processos vitais;
- todas as células provêm de células pré-existentes;
- a célula é a unidade de:

1. reprodução, 2. desenvolvimento, 3. hereditariedade dos seres vivos.

As células apresentam uma grande diversidade morfológica e funcional. As mais simples, células procarióticas (procarionte), são representadas pelas bactérias e arqueobactérias e não possuem núcleo individualizado, nem organitos endomembranares. As células eucarióticas (eucarionte) são mais complexas e possuem núcleo. As células eucarióticas animais e vegetais também apresentam algumas diferenças importantes (ver tabela).

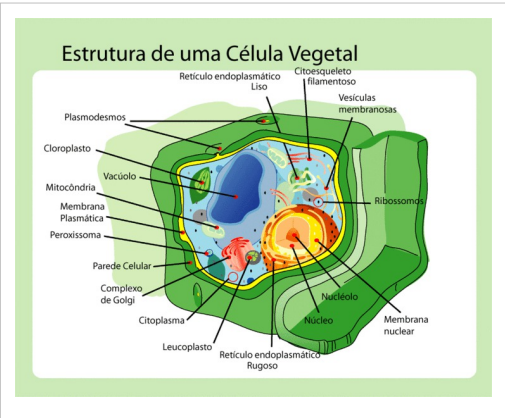
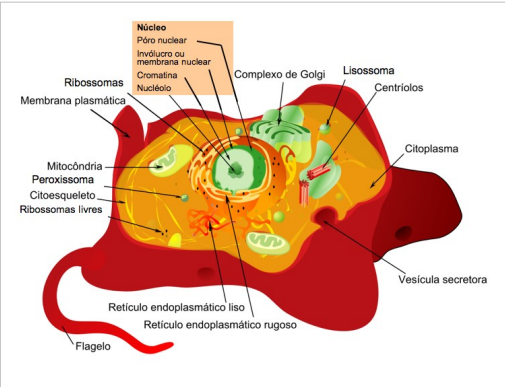
Nos esquemas seguintes é possível visualizar com maior detalhe a constituição de células animais e vegetais típicas.



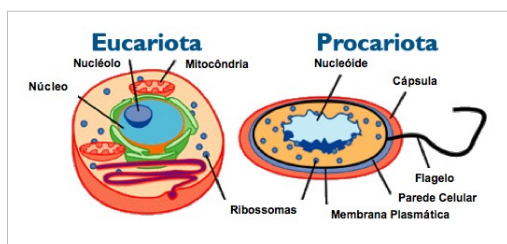
CURIOSIDADE: O corpo humano é constituído por 10¹² de células mais 90¹² de células de microrganismos que vivem em simbiose com o nosso organismo; em animais o tamanho de uma célula típica é de 10 µm e a sua massa típica da célula é 1 nanograma (10⁻¹² Kg).

Palavras chave: **eucarionte, procarionte**

	Células eucarióticas		Célula procariótica
	animal	vegetal	Bactéria
Membrana citoplasmática	+	+	+
Parede celular	-	+	+
Mitocôndrias	+	+	-
Cloroplastos	-	+	-
Núcleo	+	+	-
Vacúolo	-	+	-
Centríolos	+	-	-



Características	Célula Procariótica	Célula Eucariótica
Tamanho da célula	1-10 µm de diâmetro	10-100 µm de diâmetro (em média 1000-10000 vezes o volume de uma célula procariótica)
Material genético	ADN com proteínas (não histonas); molécula ADN simples, circular no nucleóide sem envoltório nuclear	ADN complexo com proteínas da família das histonas e outras organizado em cromossomas, existente no núcleo bem definido com envoltório nuclear
Divisão celular	Fissão binária ou gemiparidade; sem mitose	por citocinese e mitose; centríolos nem sempre presentes
Sistema sexual	Ausente na maioria	Presente na maioria; ambos os sexos presentes; gametas fundem-se no zigoto
Nutrição	Absorção na maioria; fotossíntese ou quimiossíntese alguns casos	Absorção, ingestão e/ou fotossíntese
Energia metabólica	Sem mitocôndrias; enzimas oxidativas ligam-se à membrana celular	Mitocôndrias presentes com enzimas oxidativas
Movimentos intracelulares	Ausente	Correntes citoplasmáticas, fagocitose, pinocitose
Flagelo/Cílios	Quando presentes sem o padrão microtubular '9x2'	Com padrão microtubular '9x2'
Parede celular	Contém polissacarídeos com péptidos	Quando presente, não possui polissacarídeos com péptidos, mas sim celulose ou quitina



Materiais relacionados disponíveis na Casa das Ciências ^[2]:

1. Dentro da Célula ^[1], leia como um livro esta viagem ao interior da célula
2. Dentro da Célula ^[2], uma extraordinária viagem ao interior da Célula
3. Célula Virtual ^[3], viaje dentro de uma célula
4. A Célula - Interactivo ^[4]
5. Célula Animal ^[5], teste os seus conhecimentos sobre os organelos da célula animal
6. Células Eucarióticas e Procarióticas ^[6], teste os seus conhecimentos neste questionário.

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 14 de Julho de 2011

Aceite pelo editor em 09 de Fevereiro de 2012

Ecossistema

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0544

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó ^[1]

Conjunto dos seres vivos (meio biótico) e do ambiente físico e químico (meio abiótico) e das relações estabelecidas entre si.

A base do ecossistema são os organismos produtores, capazes de realizar fotossíntese ou quimiossíntese, que produzem e acumulam energia, que pode ser utilizada pelos próprios ou consumidas por outros organismos (os consumidores). Existem também os decompositores ou biorredutores, que têm o papel fundamental de reciclar decompondo a matéria orgânica, transformando-a em nutrientes que tornam a ficar disponíveis no meio ambiente para reiniciar um novo ciclo trófico.

Os ecossistemas podem ser aquáticos e terrestres podendo ser classificados consoante o tipo de organismos e de ambiente, por exemplo, floresta húmida.

Materiais relacionados disponíveis na Casa das Ciências ^[2]:

1. Ecossistema ^[1], veja os componentes de um ecossistema
2. Desequilíbrios dos ecossistemas ^[2], E os Ecossistemas reagem ?
3. Atividade Fatores abióticos ^[3], protocolo para fatores abióticos.

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 09 de Fevereiro de 2012

Fisiologia

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0545

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Filosofia (do grego *physis* natureza e *logos* palavra) é o ramo da biologia que estudo as funções mecânicas, físicas e bioquímicas nos seres vivos. De um modo geral estuda o funcionamento do organismo.

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 09 de Fevereiro de 2012

Ecologia

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0546

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó^[1]

Ecologia é a ciência que estuda os ecossistemas, ou seja, as relações dos seres vivos com o ambiente. Do grego *oikos*: casa + *logos*: estudo.

A ecologia surge como disciplina específica por volta de 1900, mas o termo ecologia foi proposto pelo biólogo Ernest Haeckel, em 1869, embora estudos na área já se fizessem há muito. Por exemplo, Anton van Leeuwenhoek, conhecido pela popularização do microscópio óptico, foi um dos pioneiros no estudo das “cadeias alimentares” e da “regulação da população” actualmente duas áreas fundamentais da ecologia moderna.

O sistema ecológico de maiores dimensões que se conhece é a biosfera e inclui todos os organismos vivos e as interações com o ambiente físico-químico. Em estudos ecológicos são fundamentais os conceitos de indivíduo, espécie, população, comunidade ou biocenose e ecossistema.

Os organismos das comunidade bióticas de um ecossistemas interagem entre si – interações ecológicas ou biológicas – de variadas formas estabelecendo relações de diferentes tipos de interdependência – por exemplo, competição, simbiose, etc. O estudo da ecologia pode focar-se no indivíduo (por exemplo, ecologia comportamental, estratégias alimentares), nas populações (por exemplo, dinâmica populacional), ou nas comunidades como um todo (por exemplo, competição entre espécies pelos recursos).

Palavras Chave: população, comunidade, espécie, interacção ecológica

Bibliografia relevante consultada:

Odum, E.P. Fundamentos da Ecologia. Fundação Calouste Gulbenkian. 4a edição

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 13 de Julho de 2011

Aceite pelo editor em 09 de Fevereiro de 2012

Botânica

Referência : Moreira, C. (2012), WikiCiências, 3(02):0547

Autor: Catarina Moreira

Editor: José Feijó ^[1]

Ramo da biologia que se dedica ao estudo das plantas, abrangendo áreas tão diversas como o crescimento, a reprodução, o metabolismo e a evolução, entre outras.

O estudo das plantas foi desde muito cedo do interesse do Homem, desde o paleolítico com a recolha de substâncias vegetais para a alimentação e para uso diverso como corante nas pinturas rupestres. Teofrasto, discípulo de Aristóteles escreveu *Historia Plantarum* e *Causae Plantarum* descrevendo as formas botânicas conhecidas, e a sua potencial utilização pelo Homem. Ao longo da história vários cientistas se dedicaram ao estudo das plantas.

Criada em 20 de Outubro de 2009

Revista em 15 de Setembro de 2010

Aceite pelo editor em 09 de Fevereiro de 2012

Fusão nuclear

Referência : Ribeiro, D. (2012), WikiCiências, 3(02):0548

Autor: Daniel Ribeiro

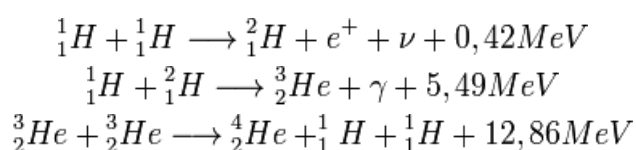
Editor: Jorge Gonçalves ^[1]

A **fusão nuclear** consiste na reação entre dois núcleos atômicos leves que resulta na produção de uma espécie nuclear mais pesada do que os núcleos atômicos iniciais.^[1] Aquando da compressão de dois núcleos de hidrogénio, por exemplo, eles podem fundir-se formando um núcleo de hélio, libertando uma gigantesca quantidade de energia ao longo do processo. Com sucessivas reações de fusão nuclear, todos os elementos químicos conhecidos podem ser sintetizados a partir do hidrogénio.

O legado dos fenómenos de fusão nuclear remonta a 1920 quando o astrónomo Sir Arthur Eddington (1882 – 1944) propõe a ocorrência de fusões nucleares nos seus modelos estelares. Contudo, apenas nos anos 30 é que a fusão nuclear é verificada experimentalmente.^[2] Em 1932 a fusão de isótopos de hidrogénio é conseguida em laboratório e em 1939 o físico nuclear Hans Bethe (1906 – 2005) descreve os processos de fusão nuclear existentes nas estrelas (nucleossíntese estelar).

A fusão nuclear é um fenómeno incrivelmente difícil de ser provocado, exigindo temperaturas da ordem de muitos milhares de graus Celsius. No entanto, quando alcançado, liberta muito mais energia do que a que consome. A energia gigantesca necessária para ativar o processo de fusão nuclear deve-se, essencialmente, à barreira de forças electrostáticas entre os núcleos (carregados positivamente).

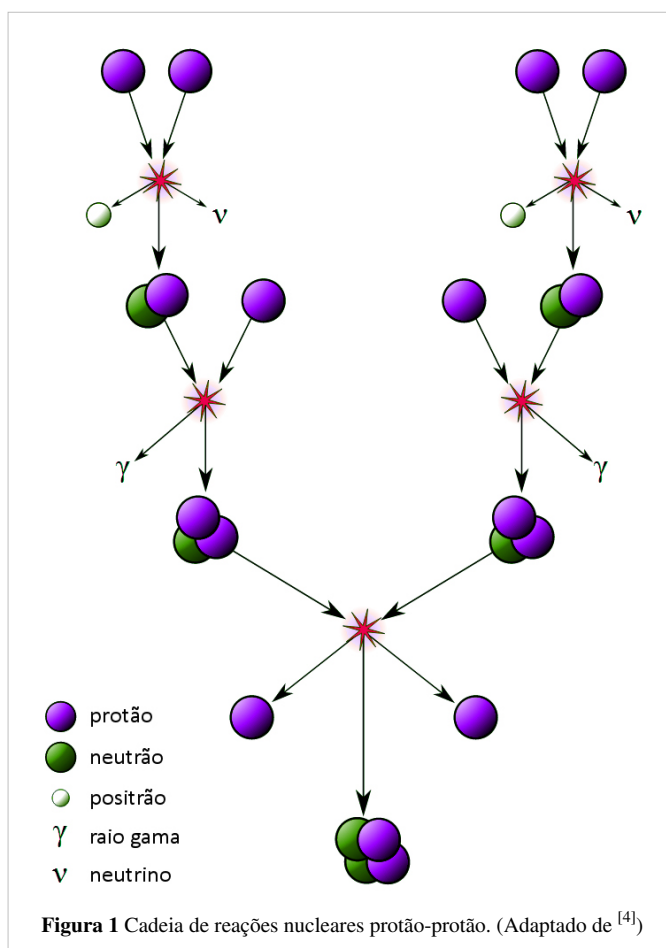
Uma das mais importantes cadeias de reações de fusão nuclear ocorre no Sol e estrelas idênticas que utilizam como “combustível” o seu hidrogénio produzindo hélio (ver figura 1). As equações que descrevem o processo exposto na figura 1 podem também ser escritas^[3]



em que ${}^1_1\text{H}$ é um protão, ${}^2_1\text{H}$ é o deutério, e^+ é um positrão (ou electrão positivo), ν é um neutrino (que não possui nem número atômico nem número de massa), ${}^3_2\text{He}$ é o hélio-3, γ é um fóton gama e ${}^4_2\text{He}$ é o isótopo mais estável do hélio (também denominado de partícula alfa).

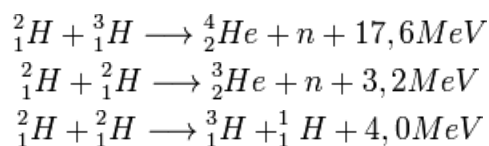
Note-se que a libertação de energia neste processo está expressa em MeV/átomo em vez de kJ/mol, o que evidencia a enorme diferença entre as ordens de grandeza das energias envolvidas nas reações químicas e nas nucleares. Por exemplo, a combustão do gás propano debita 2220 J por cada mole de gás ($3,60 \times 10^{21}$ J/molécula de propano) que reage enquanto a anterior reação de fusão nuclear entre dois núcleos de hélio-3 com a formação de um núcleo de hélio-4 e dois protões debita 110×10^{12} J por cada mole de átomos de hélio-4 formado (18×10^{11} J/átomo = 12,86 MeV/átomo).[‡]

A escrita de equações que traduzem reações de fusão nucleares (tal como as de fissão nuclear) obedece a duas regras específicas^[5]:



- **Regra Z** – A soma dos números atômicos, Z , das partículas reagentes é igual à soma dos números atômicos dos produtos de reação;
- **Regra A** – A soma dos números de massa, A , das partículas reagentes é igual à soma dos números de massa dos produtos da reação.

A mais importante e desejada aplicação da fusão nuclear reside na construção de reatores termonucleares de fusão. Todavia, apesar do gigantesco esforço mundial, a fusão nuclear controlada ainda não foi atingida. Embora algumas reações nucleares de fusão já tenham sido realizadas em condições laboratoriais, tais como^[3]



A principal dificuldade na obtenção de energia a partir da fusão nuclear reside no problema da contenção do material combustível a temperaturas bastante elevadas (suficientemente elevadas para ser possível suplantarmos a barreira electrostática) durante um intervalo de tempo considerável.^[3] Uma equipa internacional de cientistas está a colaborar na construção de um reator de fusão chamado *International Thermonuclear Experimental Reactor* (ITER), que irá testar a viabilidade comercial da utilização da fusão nuclear.^[2] Contudo, ainda há muito trabalho a ser realizado antes da energia proveniente da fusão nuclear poder ser comercializada.

‡ Como $1\text{ eV} = 1,6022 \times 10^{-19}\text{ J}$, 1 MeV/átomo corresponde a $9,65 \times 10^7\text{ kJ/mol}$.^[6]

Referências

1. IUPAC Gold Book: Nuclear fusion reaction^[2], consultado em 08/12/2011.
2. J. Baker, 50 Ideias Que Precisa Mesmo De Saber – Física, 1ª edição, Alfragide: Publicações Dom Quixote, 2011, ISBN: 978-972-20-4707-4.
3. A. Das, T. Ferbel, Introduction to Nuclear and Particle Physics, 2nd edition, New Jersey: World Scientific, 2003, ISBN: 981-238-744-7.
4. Wikimedia Commons: Fusion in the Sun^[3], consultado em 08/12/2011.
5. C. Corrêa, F. P. Basto, N. Almeida, Química, 1ª edição, Porto: Porto Editora, 2008, ISBN: 978-972-0-42248-4.
6. NIST electron volt-joule relationship^[4], consultado em 08/12/2011

Criada em 07 de Dezembro de 2011

Revista em 08 de Dezembro de 2011

Aceite pelo editor em 09 de Fevereiro de 2012

Fissão nuclear

Referência : Ribeiro, D. (2012), WikiCiências, 3(02):0549

Autor: Daniel Ribeiro

Editor: Jorge Gonçalves ^[1]

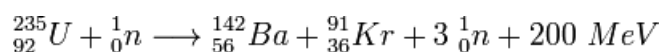
A **fissão** (ou **cisão**) **nuclear** consiste numa reação em que um núcleo pesado (de $A_r > 200^{[1]}$) é dividido em duas ou mais partes com massas da mesma ordem de grandeza, habitualmente acompanhadas pela emissão de neutrões, radiação gama e, raramente, pequenos fragmentos nucleares eletricamente carregados.^[2]

Indiretamente, a história da fissão nuclear remonta ao ano de 1932, quando James Chadwick (1891 – 1974) descobre o neutrão. Esta partícula eletricamente neutra está na

base do mecanismo de reação em cadeia da fissão nuclear. Foi somente em 1938 que o fenómeno de fissão foi observado. Otto Hahn (1879 – 1968) e Fritz Strassmann (1902 – 1980) dispararam neutrões contra núcleos de urânio com o objetivo de produzir um núcleo mais pesado.^[3] Contudo, verificaram a formação de elementos com cerca de metade da massa do urânio. Este facto intrigou os investigadores visto que estava, de certa maneira, a ser observado um núcleo a partir-se em dois. Apenas em 1942 é que Enrico Fermi (1901 – 1954) verificou que a cisão dos núcleos de urânio libertava neutrões que iniciavam outras fissões, originando assim uma reação em cadeia, autossustentável.

A aparente facilidade de execução de uma fissão nuclear deve-se, essencialmente, à partícula eletricamente neutra que a desencadeia, o neutrão. Devido à ausência de carga elétrica, esta partícula não está sujeita ao campo elétrico provocado pelo núcleo carregado positivamente^[4] e, por isso, pode aproximar-se muito mais facilmente do núcleo do que um próton.

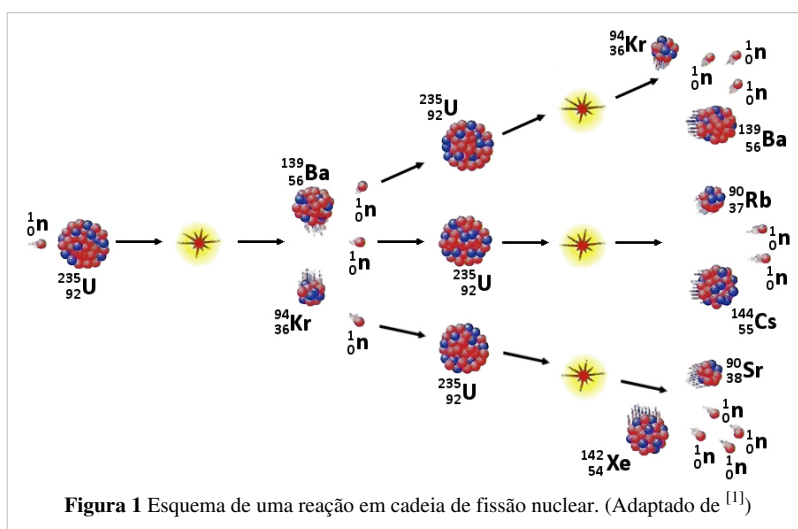
A reação de fissão nuclear mais conhecida é a da cisão do núcleo de urânio-235. Este núcleo pode ser cindido em diferentes isótopos sendo uma divisão possível representada pela seguinte equação



Note-se que a libertação de energia neste processo está expressa em MeV/átomo em vez de kJ/mol, o que evidencia a enorme diferença entre as ordens de grandeza das energias envolvidas nas reações químicas e nas nucleares. Por exemplo, a combustão do gás propano debita 2220 J por cada mole de gás ($3,60 \times 10^{-21}$ J/molécula de propano) que reage enquanto a anterior reação de fissão nuclear debita $19,3 \times 10^{12}$ J por cada mole de átomos de urânio-235 ($3,20 \times 10^{-11}$ J/átomo = 200 MeV/átomo).[‡]

A escrita de equações que traduzem reações de fissão nucleares (tal como as de fusão nuclear) obedece a duas regras específicas^[4]:

- **Regra Z** – A soma dos números atômicos, Z, das partículas reagentes é igual à soma dos números atômicos dos produtos de reação;
- **Regra A** – A soma dos números de massa, A, das partículas reagentes é igual à soma dos números de massa dos produtos da reação.



Quando um neutrão com suficiente energia cinética choca com um núcleo de urânio-235 ocorre a cisão do núcleo. Este processo liberta novos neutrões que poderão embater noutros núcleos de urânio-235 e provocar cisões idênticas ou até mesmo novas fissões nucleares. Este fenómeno é designado por fissão nuclear em cadeia (ver figura 1).

O fenómeno de fissão nuclear foi utilizado como parte fundamental do projeto Manhattan (projeto que conduziu à elaboração da bomba atômica). Atualmente, a cisão nuclear é utilizada para a obtenção de energia em reatores nucleares. Um dos países que mais investe na obtenção de energia nuclear é a França, com 70%^[3] do seu abastecimento proveniente dessa fonte de energia. Os reatores de fissão são bastante eficientes na produção de energia, mas geram lixo radioativo resultante dos núcleos pesados formados na fissão e nos processos metalúrgicos de extração do urânio do seu minério natural.

‡ Como $1 \text{ eV} = 1,6022 \times 10^{-19} \text{ J}$, 1 MeV/átomo corresponde a $9,65 \times 10^7 \text{ kJ/mol}$.^[5]

Referências

1. C. Corrêa, F. P. Basto, N. Almeida, *Química*, 1ª edição, Porto: Porto Editora, 2008, ISBN: 978-972-0-42248-4.
2. IUPAC Gold Book: Nuclear fission^[1], consultado em 08/12/2011.
3. J. Baker, *50 Ideias Que Precisa Mesmo De Saber – Física*, 1ª edição, Alfragide: Publicações Dom Quixote, 2011, ISBN: 978-972-20-4707-4.
4. A. Das, T. Ferbel, *Introduction to Nuclear and Particle Physics*, 2nd edition, New Jersey: World Scientific, 2003, ISBN: 981-238-744-7.
5. NIST electron volt-joule relationship^[4], consultado em 08/12/2011

Criada em 08 de Dezembro de 2011

Revista em 08 de Dezembro de 2011

Aceite pelo editor em 09 de Fevereiro de 2012

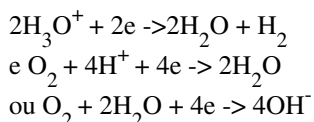
Corrosão

Referência : Maria Abrantes, L. (2012), WikiCiências, 3(02):0550

Autor: Luisa Maria Abrantes

Editor: Irene Montenegro

Corrosão é a degradação de materiais quando estes são expostos a ambientes reactivos (líquidos ou gasosos). Embora o ataque possa ocorrer em metais, semicondutores, isoladores ou polímeros orgânicos, a designação está tradicionalmente associada ao desgaste de metais. Os compostos que resultam de tal degradação são semelhantes aos das rochas metalíferas que se encontram na crosta terrestre, ou seja, as reacções de corrosão revertem os metais aos seus minérios originais. Na atmosfera terrestre, todos os metais, à excepção dos nobres, são instáveis e perdem propriedades mecânicas quando em contacto com o ar. Apesar das muitas formas de contrariar a corrosão, ela limita a vida das estruturas metálicas não protegidas (por filme de óxido ou por camada de tinta), causando grandes perdas em sociedades industriais modernas (cerca de 3,5% do produto interno bruto). A temperaturas onde a água é líquida, os processos predominantes envolvidos na corrosão são electroquímicos, isto é, o desgaste metálico dá-se por dissolução anódica, podendo ou não ocorrer a formação de produtos de corrosão sólidos, geralmente óxidos; aquela é compensada electronicamente por um processo catódico, tal como a reacção de libertação de hidrogénio ou a redução de oxigénio:



Quando várias reacções catódicas são possíveis, ocorre a que dá origem à velocidade de corrosão mais elevada; assim, a velocidade de corrosão em soluções oxigenadas, é superior à observada em meios desoxigenados.

A corrosão pode apresentar várias formas. Designa-se por uniforme quando se caracteriza por um adelgaçamento progressivo e uniforme da componente metálica. Mais grave é o desenvolvimento da corrosão de modo não uniforme, frequentemente verificada em locais das estruturas metálicas com alguma descontinuidade geométrica que afecte a disponibilidade do agente oxidante. A natureza (agressividade, concentração) do agente oxidante presente é o factor mais importante para o progresso da corrosão não uniforme. Em estruturas imersas em meio aquoso, dado que a concentração do oxigénio decresce com o aumento da profundidade, o metal à superfície actua como cátodo e a dissolução metálica ocorre em partes mais distantes da linha de água. Observa-se o mesmo efeito em estruturas enterradas devido à variação da abundância de oxigénio de local para local. Também, a corrosão de superfícies com gotas isoladas de humidade é devida à maior disponibilidade de oxigénio na periferia da gota, onde é reduzido, dissolvendo-se o metal preferencialmente no centro das gotas. O arejamento diferencial é, pois, responsável por vários tipos de corrosão não uniforme; mesmo sob camadas de produtos da oxidação, pode causar picadas, uma das formas mais destrutivas de corrosão. Têm-se desenvolvido esforços tanto para isolar os metais do seu ambiente (por revestimentos protectivos) como para diminuir a velocidade de corrosão (por adição de elementos de liga ao metal ou manipulando o ambiente através da adição de inibidores de corrosão). Existem, ainda, métodos electroquímicos para protecção à corrosão (ver entradas próprias).

Referências

- John O'M Bockris, Amulya K.N. Reddy, Modern Electrochemistry 2B, 2ª edição, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York (2000)
- John M. West, Basic Corrosion and Oxidation, 2ª edição, Ellis Horwood Publishers, Chichester, (1986)

Criada em 07 de Fevereiro de 2012

Revista em 13 de Fevereiro de 2012

Aceite pelo editor em 19 de Fevereiro de 2012

Reação nuclear

Referência : Ribeiro, D. (2012), WikiCiências, 3(02):0551

Autor: Daniel Ribeiro

Editor: Jorge Gonçalves ^[1]

Uma **reação nuclear** caracteriza-se por ser uma transformação em que ocorrem mudanças no núcleo dos átomos. Ao contrário das reações químicas, que envolvem rearranjos de eletrões, as reações nucleares envolvem alteração do número de nucleões de um átomo, isto é, transformação dos núcleos atômicos. Estas reações podem originar novos isótopos de um átomo (por alteração do número de neutrões) ou, até mesmo, novos elementos (por alteração do número de prótons).

Alguns processos nucleares são responsáveis pelo brilho das estrelas

mas só em 1920 é que os primeiros processos nucleares foram formalmente estudados, pelo astrónomo Sir Arthur Eddington (1882 – 1944), que propôs modelos estelares que envolviam fusões nucleares. Contudo, só nos anos 30 é que a fusão nuclear foi verificada experimentalmente. Em 1932 a fusão de isótopos de hidrogénio foi conseguida em laboratório e em 1939 o físico nuclear Hans Bethe (1906 – 2005) descreveu os processos de fusão nuclear que ocorrem nas estrelas (nucleossíntese estelar). Em 1938, a fissão nuclear foi, pela primeira vez, observada por Otto Hahn (1879 – 1968) e Fritz Strassmann (1902 – 1980) que dispararam neutrões contra núcleos de urânio com o objetivo de produzir um núcleo mais pesado.^[1] Contudo, verificaram a formação de elementos com cerca de metade da massa do urânio. Este facto intrigou os investigadores visto que estava a ser observado um núcleo a partir-se em dois.

Consideremos uma partícula (P) em movimento a embater numa partícula alvo (T) em repouso:



Para este tipo de reações nucleares, desprezando a energia de ligação dos eletrões, podemos estabelecer o seguinte balanço energético

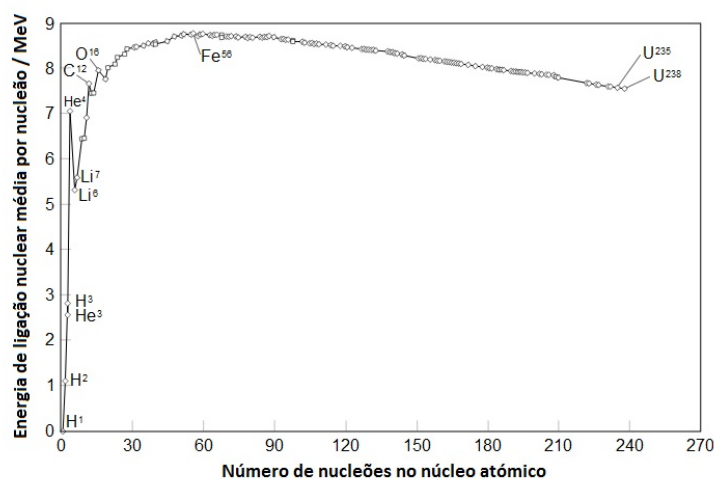


Figura 1 Evolução da energia de ligação média por nucleão com o número de nucleões no núcleo atômico. (Adaptado de ^[3])

$$m_P c^2 + E_c(P) + m_T c^2 = m_R c^2 + E_c(R) + m_x c^2 + E_c(x) \quad (1)$$

em que $E_c(i)$ e m_i são, respectivamente, a energia cinética e a massa da partícula i e c é a velocidade da luz. (Note-se que o produto $m_i c^2$ também pode ser designado “energia de repouso” de uma partícula. Repare-se, também, que, como se partiu do princípio de que a partícula T estaria em repouso, esta não possui energia cinética.)

Desta forma pode ser definido o valor Q , que corresponde à diferença das massas de repouso dos reagentes pelos produtos

$$Q = [m_P + m_T - (m_R + m_x)]c^2 = E_c(x) + E_c(R) - E_c(P) \quad (2)$$

Com esta definição, é possível verificar que, se Q for positivo, a reação nuclear será exoenergética e, consequentemente, se Q for negativo, a reação será endoenergética – a convenção de sinais é oposta da utilizada na variação de entalpia, ΔH , das reações químicas. Assim, com este balanço energético verifica-se que uma das condições necessárias, mais não suficiente, para que ocorra uma reação nuclear é

$$Q + E_c(P) > 0 \quad (3)$$

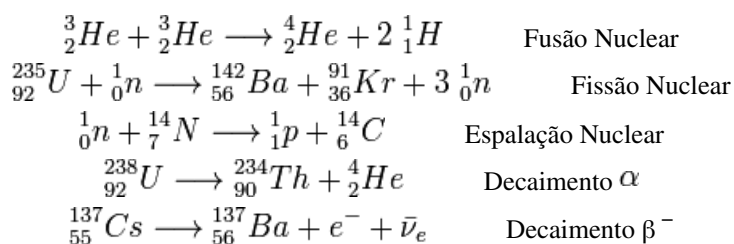
dado que, para que a reação ocorra, será necessário que as partículas formadas possuam alguma energia cinética.^[2]

Para avaliar se uma reacção nuclear é endoenergética ou exoenergética é necessário ter em consideração que, no núcleo, as forças nucleares fortes (atrativas e que mantêm o núcleo coeso) devem estar minimamente equilibradas com as forças electrostáticas (repulsivas que tendem a afastar os protões entre si). As forças nucleares são bastante mais fortes que as forças eletromagnéticas para distâncias até pouco mais de 2 vezes o diâmetro do protão. Para lá dessa distância, as forças eletromagnéticas são superiores às forças nucleares.

Assim, com o aumento do número atómico, maior será a estabilidade do núcleo e, consequentemente, a energia de ligação do núcleo. No entanto isto só acontece até ao limite em que as forças electrostáticas superam as forças nucleares (um pouco mais de 2 vezes o diâmetro do protão). Esse limite é atingido para o elemento químico ferro, Fe; após esse elemento, o aumento do número de nucleões resulta numa diminuição da energia de coesão nuclear – ver figura 1. Isto acontece porque, a partir do ferro, as forças electrostáticas, de natureza repulsiva, começam a superar as forças nucleares, instabilizando o núcleo atómico.

É por este motivo que, até ao elemento químico ferro, a fusão nuclear é uma reação exoenergética e para lá desse elemento é a fissão nuclear que é exoenergética. Em ambos os casos, o facto de a reação ser exoenergética depreende-se com a necessidade de estabilização do núcleo. Por esta razão é que, para obter energia, é necessário fundir núcleos leves ou cindir núcleos pesados.

Existem muitos tipos de reações nucleares: fusão nuclear, fissão nuclear, espalação nuclear, decaimento por emissão de partículas α , decaimento β^- , entre outros, como se exemplifica:



A escrita de equações que traduzem reações nucleares obedece a duas regras específicas^[4]:

- **Regra Z** – A soma dos números atómicos, Z , das partículas reagentes é igual à soma dos números atómicos dos produtos de reação;
- **Regra A** – A soma dos números de massa, A , das partículas reagentes é igual à soma dos números de massa dos produtos da reação.

Note-se que a energia envolvida nestes processos é expressa em MeV/átomo em vez de kJ/mol, o que evidencia a enorme diferença entre as ordens de grandeza das energias envolvidas nas reações químicas e nas nucleares.^[4] Por exemplo, a combustão do gás propano debita 2220 J por cada mole de gás ($3,686 \times 10^{-21}$ J/molécula de propano) que reage enquanto a referida reação de fissão nuclear do urânio debita $19,3 \times 10^{12}$ J por cada mole de átomos de urânio-235 ($3,20 \times 10^{-11}$ J/átomo = 200 MeV/átomo).[‡]

As reações nucleares têm variadas aplicações, dependendo do tipo a que pertencem. Permitem, por exemplo, o abastecimento de redes de energia elétrica, a datação de artefactos históricos e, infelizmente, permitiram a criação do material bélico mais destrutivo do planeta.

‡ Como $1 \text{ eV} = 1,6022 \times 10^{-19} \text{ J}$, 1 MeV/átomo corresponde a $9,65 \times 10^7 \text{ kJ/mol}$.^[5]

Referências

1. J. Baker, *50 Ideias Que Precisa Mesmo De Saber – Física*, 1ª edição, Alfragide: Publicações Dom Quixote, 2011, **ISBN: 978-972-20-4707-4**.
 2. W. Loveland, *Modern nuclear chemistry*, Hoboken, N.J.: Wiley-Interscience, 2006, **ISBN: 978-0-471-11532-8**.
 3. Wikimedia Commons: Binding energy curve - common isotopes ^[1], consultado em 08/12/2011.
 4. C. Corrêa, F. P. Basto, N. Almeida, *Química*, 1ª edição, Porto: Porto Editora, 2008, **ISBN: 978-972-0-42248-4**.
 5. NIST electron volt-joule relationship ^[4], consultado em 08/12/2011
-

Criada em 09 de Fevereiro de 2012

Revista em 20 de Fevereiro de 2012

Aceite pelo editor em 20 de Fevereiro de 2012

Fontes e Editores da Página

Via Metabólica Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=23943> Contribuidores: Admin

Variabilidade Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11643> Contribuidores: Admin

Galvanoplastia Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=12070> Contribuidores: Admin

Eléctrodo Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=12069> Contribuidores: Admin

Uracilo Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11796> Contribuidores: Admin

Toxicidade Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11799> Contribuidores: Admin

Termorregulação Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=23938> Contribuidores: Admin

Taxon Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11803> Contribuidores: Admin

Série Electroquímica Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=12072> Contribuidores: Admin

Seleção Artificial Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11827> Contribuidores: Admin

Respiração Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=24005> Contribuidores: Admin

Quimiossíntese Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11831> Contribuidores: Admin

Poluição Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11833> Contribuidores: Admin

Pigmentos fotossintéticos Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11835> Contribuidores: Admin

Osmorregulação Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=24016> Contribuidores: Admin

Organismo Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11839> Contribuidores: Admin

Ordem Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11844> Contribuidores: Admin

Modelo Endossimbiótico Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11846> Contribuidores: Admin

Modelo Autogénico Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11848> Contribuidores: Admin

Mitose Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=24046> Contribuidores: Admin

Microscópio Óptico Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=23944> Contribuidores: Admin

Metabolismo Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11856> Contribuidores: Admin

Macrófago Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=24023> Contribuidores: Admin

Interferão Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11860> Contribuidores: Admin

Impulso nervoso Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=23892> Contribuidores: Admin

Homeotermia Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11864> Contribuidores: Admin

Género Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11866> Contribuidores: Admin

Fotossíntese Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=23982> Contribuidores: Admin

Fermentação Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=24004> Contribuidores: Admin

Fecundação Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11885> Contribuidores: Admin

Família Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11890> Contribuidores: Admin

Enzima Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11892> Contribuidores: Admin

Efeito de Estufa Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11894> Contribuidores: Admin

DNA (Biologia) Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=24184> Contribuidores: Admin

Demografia Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11899> Contribuidores: Admin

Darwin Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11901> Contribuidores: Admin

Comunidade Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11903> Contribuidores: Admin

Classe Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11906> Contribuidores: Admin

Citosina Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11909> Contribuidores: Admin

Citoplasma Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11912> Contribuidores: Admin

Citologia Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=24017> Contribuidores: Admin

Ciclo Celular Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=24025> Contribuidores: Admin

Catabolismo Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=23981> Contribuidores: Admin

Biodegradável Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11921> Contribuidores: Admin

Bioampliação Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11923> Contribuidores: Admin

Base Azotada Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11925> Contribuidores: Admin

Arqueobactéria Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=23956> Contribuidores: Admin

Antigénio Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11930> Contribuidores: Admin

Anatomia Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11933> Contribuidores: Admin

Anafase Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11935> Contribuidores: Admin

Heterozigótico Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11937> Contribuidores: Admin

Homozigótico Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11939> Contribuidores: Admin

Alelo Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11941> Contribuidores: Admin, Esucena

Morfogénese Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11944> Contribuidores: Admin

Hormona Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11946> Contribuidores: Admin

Bioética Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=24881> Contribuidores: Admin

Imunologia Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=24880> Contribuidores: Admin

Célula Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=24879> Contribuidores: Admin, Esucena

Ecossistema Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=24878> Contribuidores: Admin

Fisiologia Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=24877> Contribuidores: Admin

Ecologia Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=24876> Contribuidores: Admin

Botânica Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=24872> Contribuidores: Admin

Fusão nuclear Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11969> Contribuidores: Jmgoncalves

Fissão nuclear Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=11974> Contribuidores: Admin

Corrosão Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=12260> Contribuidores: IMONTE

Reação nuclear Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?oldid=12263> Contribuidores: Jmgoncalves

Fontes, Licenças e Editores da Imagem

Ficheiro:Uracilo.png Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Uracilo.png> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:parAU.png Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:parAU.png> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:termorregulacao.jpg Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:termorregulacao.jpg> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:respiracao.jpg Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:respiracao.jpg> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:glicolise.jpg Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:glicolise.jpg> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:CiclodeKrebs.png Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:CiclodeKrebs.png> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:cadeiaelectroes.png Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:cadeiaelectroes.png> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:espectroluz.png Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:espectroluz.png> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:classbiologica.png Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:classbiologica.png> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:Mitose.png Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Mitose.png> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:Moz-screenshot-1.png Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Moz-screenshot-1.png> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:Moz-screenshot-2.png Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Moz-screenshot-2.png> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:Moz-screenshot-3.png Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Moz-screenshot-3.png> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:Mikroskop.png Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Mikroskop.png> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:300px-Optical_microscope_nikon_alphaphot.jpg Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:300px-Optical_microscope_nikon_alphaphot.jpg Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:ImagemMicro.jpg Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:ImagemMicro.jpg> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:Impulsonervoso.jpg Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Impulsonervoso.jpg> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:actividadeenzimatica.png Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:actividadeenzimatica.png> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:inibicaocompetitiva.png Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:inibicaocompetitiva.png> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:griffith.jpg Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:griffith.jpg> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:avery_maccleod.jpg Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:avery_maccleod.jpg Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:DNAfranklin1950.jpg Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:DNAfranklin1950.jpg> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:ParAT.png Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:ParAT.png> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:ParCG.png Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:ParCG.png> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Image:Darwin1.jpg Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Darwin1.jpg> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Image:Darwin2.jpg Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Darwin2.jpg> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Image:Darwin3.jpg Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Darwin3.jpg> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:Citosina.png Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Citosina.png> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:Ciclocelular.png Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Ciclocelular.png> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:Timina.png Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Timina.png> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:Adenina.png Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Adenina.png> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:Guanina.png Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Guanina.png> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:lipidosmembranares.png Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:lipidosmembranares.png> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:antigenio.jpg Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:antigenio.jpg> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:Punnet.jpg Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Punnet.jpg> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:Morenoetal2006.jpg Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Morenoetal2006.jpg> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:comparCels.png Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:comparCels.png> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:Celanimal.jpg Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Celanimal.jpg> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:CeVegetal.jpg Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:CeVegetal.jpg> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:TabelaEucariontevsProcariote.png Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:TabelaEucariontevsProcariote.png> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Ficheiro:Tiposcelula.jpg Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Tiposcelula.jpg> Licença: desconhecido Contribuidores: Catmor

Image:Cadeia protão protão.jpg Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Cadeia_protão_protão.jpg Licença: desconhecido Contribuidores: Daniel.ribeiro

Image:Reação_em_cadeia_urânio.jpg Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Reação_em_cadeia_urânio.jpg Licença: desconhecido Contribuidores: Daniel.ribeiro

Image:Gráfico energia ligação nuclear.jpg Fonte: http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php?title=Ficheiro:Gráfico_energia_ligação_nuclear.jpg Licença: desconhecido Contribuidores: Daniel.ribeiro

Licença

Creative Commons - Atribuição - Uso Não Comercial - Partilha nos Mesmos Termos
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>
