

METABOLISMO ENERGÉTICO

Prof. Kennedy Ramos

UNIDADE 06: Respiração Celular: Glicólise

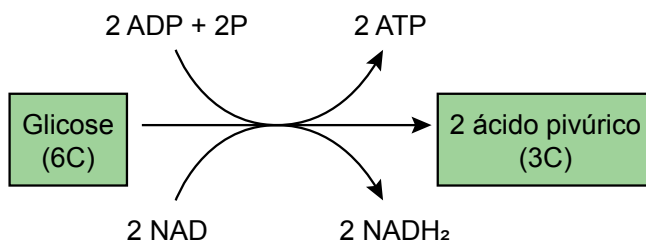
Etapas da respiração aeróbica

A degradação da glicose na respiração celular se dá em três etapas fundamentais: **glicólise, ciclo de Krebs e cadeia respiração**. A glicólise ocorre no hialoplasma da célula, enquanto o ciclo de Krebs e a cadeia respiratória ocorrem no interior das mitocôndrias.

1) Glicólise

Como já vimos, a glicólise consiste na transformação de uma molécula de glicose, ao longo de várias etapas, em duas moléculas de ácido pirúvico.

Nesse processo são liberados quatro hidrogênios, que se combinam dois a dois, com moléculas de uma substância celular capaz de recebê-los: o NAD (nicotinamida-adenina-dinucleotídeo). Ao receber os hidrogênios, cada molécula de NAD se transforma em NADH_2 . Durante o processo, é liberada energia suficiente para a síntese de 2 ATP.



ATIVIDADES PROPOSTAS

01. (Udesc) Assinale a alternativa correta quanto à respiração celular:

- a) Uma das etapas da respiração celular aeróbia é a glicólise, ocorre na matriz mitocondrial e produz Acetil-CoA.
- b) A respiração celular aeróbia é um mecanismo de quebra de glicose na presença de oxigênio, produzindo gás carbônico, água e energia.

- c) O Ciclo de Krebs é uma das etapas da respiração celular, ocorre no citoplasma da célula e produz duas moléculas de ácido pirúvico.
- d) A etapa final da respiração celular é a glicólise, ocorre na membrana interna da mitocôndria e produz três moléculas de $\text{NAD}\cdot 2\text{H}$, uma molécula de $\text{FAD}\cdot 2\text{H}$ e uma molécula de ATP..



02. (Fgv) O cianeto é uma toxina que atua bloqueando a última das três etapas do processo respiratório aeróbico, impedindo, portanto, a produção de ATP, molécula responsável pelo abastecimento energético de nosso organismo. O bloqueio dessa etapa da respiração aeróbica pelo cianeto impede também a.

- a) síntese de gás carbônico a partir da quebra da glicose.
- b) produção de moléculas transportadoras de elétrons.
- c) oxidação da glicose e consequente liberação de energia.
- d) formação de água a partir do gás oxigênio.
- e) quebra da glicose em moléculas de piruvato.



03. (Mackenzie) Respiração e transpiração são dois processos que ocorrem nas plantas e no ser humano. A respeito disso, considere as afirmações abaixo:

- I. A transpiração nesses organismos tem finalidades diferentes.
- II. Na transpiração do ser humano, a água é eliminada na forma gasosa, enquanto nas plantas ela é eliminada na forma líquida.
- III. A fase aeróbica da respiração no ser humano ocorre nas mitocôndrias, enquanto nas plantas, ela ocorre nos plastos.
- IV. Tanto nas plantas quanto no ser humano, a respiração ocorre o tempo todo.

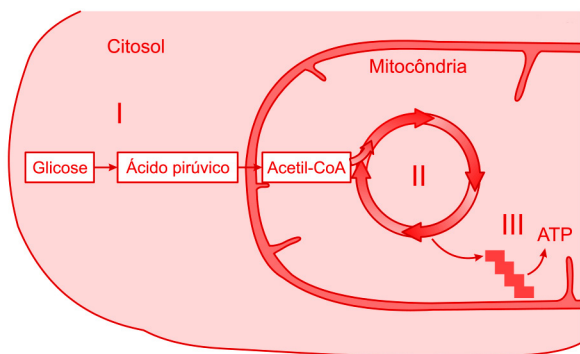
Assinale se estão corretas, apenas:

- a) I e II.
- b) I e III.
- c) I e IV.
- d) II e III.
- e) II e IV.

04. (Uepb) Sobre o processo de respiração nos seres humanos, é correto afirmar que:

- a) Os centros nervosos que controlam a respiração localizam-se no cerebelo e na medula espinal.
- b) Dentre todos os mamíferos, é apenas na espécie humana que vamos encontrar a denominada ventilação pulmonar, ou seja, a renovação de ar nos pulmões, dependendo principalmente da ação dos músculos intercostais e do diafragma.
- c) Quando nos exercitamos, as células musculares aumentam a taxa de respiração celular, liberando mais gás carbônico. Esse gás combina-se com a água e forma ácido carbônico, o que torna o sangue mais ácido. O aumento da acidez sanguínea é detectado pelo sistema nervoso e serve de estímulo para o aumento da frequência respiratória.
- d) Nos alvéolos pulmonares ocorre o fenômeno-chave da respiração celular: a hematose, onde o gás oxigênio presente no ar dos alvéolos difunde-se para os capilares sanguíneos e penetra nas hemácias, onde se combina com a hemoglobina.
- e) Cada movimento respiratório compõe-se de uma inspiração e uma expiração, ou seja, de uma saída e uma entrada de ar nos pulmões, respectivamente.

05. (Ucs) A glicose é a principal fonte de energia utilizada pelas células. O caminho realizado pela glicose, desde a sua entrada nas células até a produção de ATP, envolve uma série de reações químicas, que geram diferentes intermediários e diferentes produtos. Considere a seguinte rota metabólica.



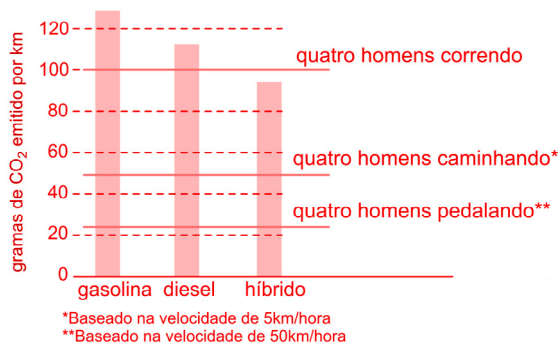
Os números I, II e III podem representar, respectivamente, os processos,

- a) Glicólise, Ciclo de Krebs e Fosforilação Oxidativa.
- b) Glicogênese, Ciclo de Calvin e Fotofosforilação.
- c) Glicólise, Ciclo de Pentoses e Ciclo de Krebs.
- d) Ciclo de Krebs, Ciclo de Calvin e Fosforilação Oxidativa.
- e) Glicogênese, Ciclo de Krebs e Fotofosforilação.



ATIVIDADES ENEM

06. (MODELO ENEM) Os carros híbridos, cujos motores funcionam a combustão interna (geralmente combustíveis fósseis) e eletricidade, são tidos como alternativa viável para reduzir a emissão veicular de dióxido de carbono (CO₂) para a atmosfera. Para testar se são realmente ecológicos, pesquisadores italianos compararam as emissões de dióxido de carbono de quatro homens, em três situações, correndo, caminhando e andando de bicicleta, com as emissões de dióxido de carbono de carros movidos a gasolina, de carros movidos a óleo diesel e de carros híbridos, quando cada um desses tipos de carros transportava esses mesmos quatro homens em percursos urbanos. Os resultados são apresentados no gráfico a seguir, onde as barras representam a emissão de CO₂ de cada tipo de carro, e as linhas vermelhas representam a emissão de CO₂ pelo grupo de quatro homens.



Considerando os resultados e as condições nas quais foi realizado o experimento, e considerando os processos de obtenção e produção da energia que permitem a movimentação dos músculos do homem, pode-se dizer corretamente que quatro homens

- a) transportados por um carro híbrido apresentam a mesma taxa respiratória que quatro homens pedalando, e liberam para a atmosfera maior quantidade de dióxido de carbono que aquela liberada pelo carro híbrido que os está transportando.

- b) correndo consomem mais glicose que quatro homens pedalando ou quatro homens caminhando, e liberaram para a atmosfera maior quantidade de dióxido de carbono que aquela liberada por um carro híbrido que os estivesse transportando.
- c) pedalando consomem mais oxigênio que quatro homens caminhando ou correndo, e cada um desses grupos libera para a atmosfera maior quantidade de dióxido de carbono que aquela liberada por um veículo híbrido que os estivesse transportando.
- d) pedalando têm maior consumo energético que quatro homens caminhando ou quatro homens correndo, e cada um desses grupos libera para a atmosfera menor quantidade de dióxido de carbono que aquela liberada por qualquer veículo que os estivesse transportando.
- e) transportados por um veículo a gasolina ou por um veículo a diesel liberam para a atmosfera maior quantidade de dióxido de carbono que aquela liberada por quatro homens transportados por um veículo híbrido, ou por aquela liberada pelo carro híbrido que os está transportando.



07. (MODELO ENEM) Os esquemas, a seguir, evidenciam três maneiras diferentes através das quais a glicose pode ser utilizada como fonte de energia necessária à manutenção da vida. A utilização da técnica do cultivo integrado de animais e algas representa uma proposta favorável a um ecossistema mais equilibrado porque.

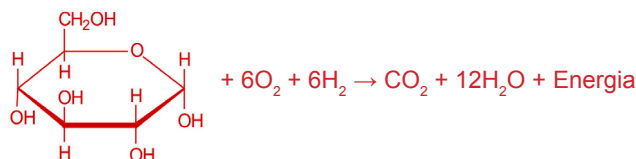
Esquema 1	Esquema 2	Esquema 3
Glicose ↓ Glicose Ácido pívúrico ↓ Fermentação Etanol, CO ₂ e ATP	Glicose ↓ Glicose Ácido pívúrico ↓ Fermentação Ácido láctico e ATP	Glicose ↓ Glicose Ácido pívúrico ↓ Ciclo de Krebs H ₂ O, CO ₂ e ATP

Assinale a alternativa correta sobre esses esquemas

- a) Os esquemas 1 e 3 ocorrem em ambientes totalmente anaeróbios para a produção de pães e bolos.
- b) O esquema 1 exibe a fermentação alcoólica realizada nas mitocôndrias de leveduras com consumo de oxigênio.
- c) O esquema 2 revela um processo aeróbio realizado nas mitocôndrias de lactobacilos e de células musculares humanas.
- d) O esquema 3 demonstra um processo aeróbio em que o gás oxigênio atua como agente oxidante de moléculas orgânicas.
- e) Os esquemas 1, 2 e 3 evidenciam processos aeróbios de obtenção de energia que ocorrem em plantas e animais em geral.



08. (MODELO ENEM) A obtenção de energia para a realização das diversas atividades celulares ocorre, na maioria dos seres vivos, a partir da reação esquematizada a seguir:



Essa reação representa o processo de

- a) respiração.
 b) fotossíntese.
 c) quimiossíntese.
 d) fermentação láctica.
 e) fermentação alcoólica.



09. (MODELO ENEM) Considere os átomos de carbono de uma molécula de amido armazenada na semente de uma árvore. O carbono volta ao ambiente, na forma inorgânica, se o amido for:

- a) usado diretamente como substrato da respiração pelo embrião da planta ou por um herbívoro.
- b) digerido e a glicose resultante for usada na respiração pelo embrião da planta ou por um herbívoro.
- c) digerido pelo embrião da planta e a glicose resultante for usada como substrato da fotossíntese.
- d) digerido por um herbívoro e a glicose resultante for usada na síntese de substâncias de reserva.
- e) usado diretamente como substrato da fotossíntese pelo embrião da planta.



10. (MODELO ENEM) Considere a situação em que foram realizados dois experimentos, designados de experimentos A e B, com dois tipos celulares, denominados células 1 e 2. No experimento A, as células 1 e 2 foram colocadas em uma solução aquosa contendo cloreto de sódio (NaCl) e glicose (C₆H₁₂O₆), com baixa concentração de oxigênio. No experimento B foi fornecida às células 1 e 2 a mesma solução, porém com alta concentração de oxigênio, semelhante à atmosférica. Ao final do experimento, mediu-se a concentração de glicose na solução extracelular em cada uma das quatro situações. Este experimento está representado no quadro abaixo. Foi observado no experimento A que a concentração de glicose na solução que

banhava células 1 era maior que a da solução contendo as células 2 e esta era menor que a concentração inicial. No experimento B, foi observado que a concentração de glicose na solução das células 1 era igual à das células 2 e esta era idêntica à observada no experimento A, para as células 2, ao final do experimento:

Experimento A		Experimento B	
Células 1	Células 2	Células 1	Células 2
NaCl e glicose baixa concentração de oxigênio		NaCl e glicose alta concentração de oxigênio	

Pela interpretação do experimento descrito, pode-se observar que o metabolismo das células estudadas está relacionado às condições empregadas no experimento, visto que as

- células 1 realizam metabolismo aeróbio.
- células 1 são incapazes de consumir glicose.
- células 2 consomem mais oxigênio que as células 1.
- células 2 têm maior demanda de energia que as células 1.
- células 1 e 2 obtiveram energia a partir de substratos diferentes.



GABARITOS

QUESTÃO 01: Gabarito: [B]

Comentário: A respiração celular aeróbica ocorre em três fases: glicólise anaeróbica, no citosol, ciclo de Krebs, na matriz mitocondrial, e cadeia alimentar, que ocorre nas cristas mitocondriais.

QUESTÃO 02: Gabarito: [D]

Comentário: O cianeto é uma toxina que atua bloqueando a cadeia transportadora de elétrons, impedindo a produção de ATP e, conseqüentemente, a formação de água pela ligação do oxigênio com hidrogênio.

QUESTÃO 03: Gabarito: [C]

Comentário:

[II] Incorreto: A transpiração em animais e vegetais ocorre por meio da eliminação de água na forma de vapor.

[III] Incorreto: A fase aeróbica da respiração ocorre nas mitocôndrias presentes em células animais e vegetais.

Questão 04: Gabarito: [C]

Comentário: O exercício físico provoca o aumento da produção de ATP e, conseqüentemente, intensifica a respiração celular aeróbica. O CO₂ produzido durante esse processo difunde-se das células para o sangue. A combinação do CO₂ com a água, no interior das hemácias, produz o ácido carbônico (H₂CO₃), que reduz o pH sanguíneo e estimula os centros respiratórios responsáveis pelo aumento da frequência dos movimentos respiratórios.

Questão 05: Gabarito: [A]

Comentário: As etapas do processo de respiração celular aeróbica mostradas no esquema são: [I] – glicólise; [II] – ciclo de Krebs e [III] – cadeia respiratória.

Questão 06: Gabarito: [B]

Comentário: O gráfico evidencia que quatro homens correndo consomem mais glicose e liberam mais CO₂ para o ambiente do que quatro homens pedalando ou caminhando ou um carro híbrido transportando os quatro homens.

Questão 07: Gabarito: [D]

Comentário: O esquema 3 representa o processo de respiração aeróbica, no qual o oxigênio atua como agente oxidante de moléculas orgânicas.

Questão 08: Gabarito: [A]

Comentário: Acima temos o esquema geral da reação de respiração aeróbica em que uma molécula de glicose, na presença de seis moléculas de gás oxigênio e seis moléculas de água, gera como produtos finais seis moléculas de dióxido de carbono, 12 moléculas de água e 38 moléculas de ATP (energia).

Questão 09: Gabarito: [B]

Questão 10: Gabarito: [A]

Comentário: O resultado do experimento nos permite concluir que a célula 1 realiza metabolismo aeróbio, pois o baixo consumo de glicose em meio pobre em gás oxigênio (experimento A) e seu consumo mais elevado onde o meio era rico em gás oxigênio (experimento B), indica a necessidade desse gás para a realização da respiração celular.

Por outro lado, os resultados desse experimento também indicam que a célula 2 realiza metabolismo anaeróbio, pois os consumos de glicose se mantiveram constantes tanto em meio pobre em gás oxigênio, quanto em meio rico nesse gás.

ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS; WALTER, P.; Fundamentos da Biologia Celular. Porto Alegre: Artmed, 3ed. 2011.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. Princípios de Bioquímica. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 2000.

ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS; WALTER, P.; Biologia Molecular da Célula. Porto Alegre: Artmed, 5ed. 2008.

COOPER G.M. & HAUSMAN R.E. A Célula: uma abordagem molecular. 3ed. Porto Alegre, Artmed, 2007.

JUNQUEIRA L.C.U., CARNEIRO J. Biologia Celular e Molecular. 6ª ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2005.

JUNIOR, C.S.; SASSON, S.; JUNIOR, N.C. Biologia VOL 1 – 9º Ed. São Paulo, Saraiva, 2010.

JUNIOR, C.S.; SASSON, S.; JUNIOR, N.C. Biologia VOL 2 – 9º Ed. São Paulo, Saraiva, 2010

LOPES, S.; ROSSO, S.; BIO volume 2. 1. Ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; Biologia volume 1: Biologia das Células 2. Ed. São Paulo: Moderna, 2004.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; Biologia volume 1: Biologia das Células 2. Ed. São Paulo: Moderna, 2010.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; Biologia volume 2: Biologia dos Organismos 3. Ed. São Paulo: Moderna, 2004.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; Biologia volume 2: Biologia dos Organismos 3. Ed. São Paulo: Moderna, 2010.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; Biologia,