

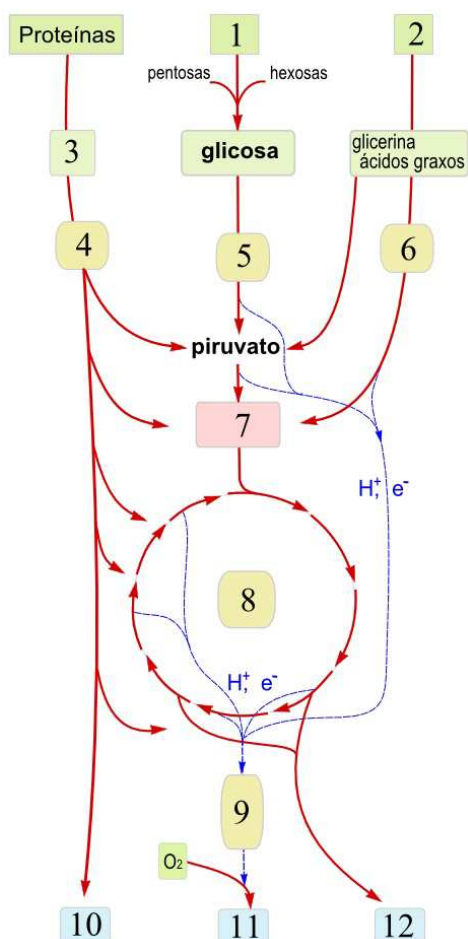
Actividades

METABOLISMO II. Recuperación da enerxía Catabolismo

ACTIVIDADE 1

PANORAMA DO CATABOLISMO

- (1) Identifica os compostos e procesos numerados no esquema
- (2) Localiza o lugar no que se realizan os procesos citados



Localización

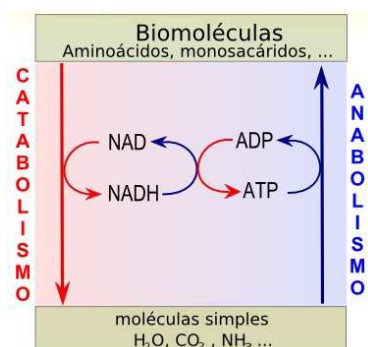
Citosol / Matriz mitocondrial / Membrana mitocondrial

Procesos	Nº	Localización
FLUXO ELECTRÓNICO	<input type="text"/>	<input type="text"/>
CICLO de KREBS	<input type="text"/>	<input type="text"/>
GLICÓLISE	<input type="text"/>	<input type="text"/>
TRANSAMINACIÓN	<input type="text"/>	<input type="text"/>
β-OXIDACIÓN	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Moléculas	Nº	
acetil-CoA	<input type="text"/>	
aminoácidos	<input type="text"/>	
CO ₂	<input type="text"/>	
H ₂ O	<input type="text"/>	
lípidos	<input type="text"/>	
NH ₃	<input type="text"/>	
polisacáridos	<input type="text"/>	

ACTIVIDADE 2

RESUMO DO CATABOLISMO

Completa o seguinte texto escollendo os termos do recadro superior



acetil-CoA aerobio anabolismo anaerobio auga cadea respiratoria catabolismo
ciclo de Krebs coenzima A CO₂ converxentes diverxentes dous
fosforilación oxidativa fotosíntese glicólise osíxeno piruvato tres β-oxidación

Os primeiros seres vivos presentaban metabolismo , no que a representaba a ruta catabólica principal. A liberación do osíxeno procedente da cambia as condicións ambientais, de modo que na actualidade predomina o catabolismo onde o é o aceptor final de electróns no proceso de oxidación das biomoléculas.

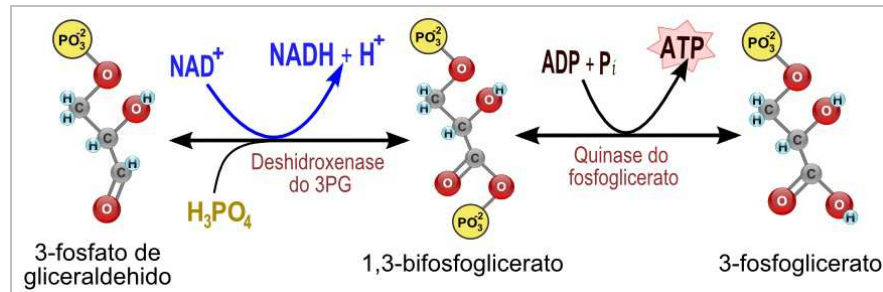
O presenta unha serie de rutas que forman uns poucos produtos finais, mentres que no as rutas son para dar lugar a unha diversidade de biomoléculas. En condicións aerobias as biomoléculas oxídanse completamente ate no ciclo do ácido cítrico. A maioría do aproveitamento enerxético realízase por que produce ATP grazas a enerxía liberada no fluxo de electróns da que finalmente acaban na molécula de .

Previamente, houbo outra fase catabólica que oxida a maioría das biomoléculas para formar unha unidade de carbonos (o grupo acetilo) que unido ao en forma de acetil-CoA, constitúe o combustible principal do Para chegar aquí os glícidos seguen a ruta da glicólise, que forma , unha molécula de carbonos, que se descarboxila a acetilo. Os ácidos graxos forman mediante a .

ACTIVIDADE 3

REACCIONS NA GLICÓLISE

Esta secuencia de dúas reaccións representadas forma parte da ruta da **glicólise**.

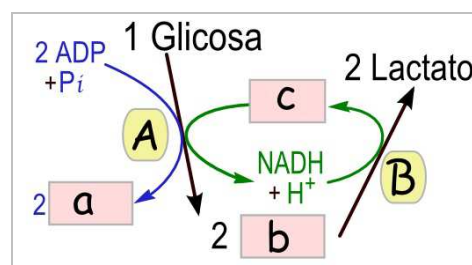


- (1) Cal é o substrato inicial e cal o produto final desta ruta metabólica?
- (2) Indica se estas reaccións forman parte da primeira ou da segunda fase da ruta.
- (3) Indica en que vía metabólica se producirían estas reaccións de dereita a esquerda.
- (4) A primeira reacción, tal como indica o nome do enzima implicado, é unha *deshidroxenación* que afecta ao carbono 1.
 - a) Trátase dunha oxidación ou dunha redución?.
 - b) Cómo se transforma o grupo funcional dese carbono?.
 - c) Cal é a fonte de osíxeno neste proceso?.
 - d) Qué molécula é o aceptor de electróns?.
- (5) Indica cal será, baixo condicións anaeróbicas, o destino do NADH formado.
- (6) Como se chama o mecanismo de síntese de ATP representado na segunda reacción?
- (7) De donde procede a enerxía necesaria para esta síntese de ATP?.

ACTIVIDADE 4

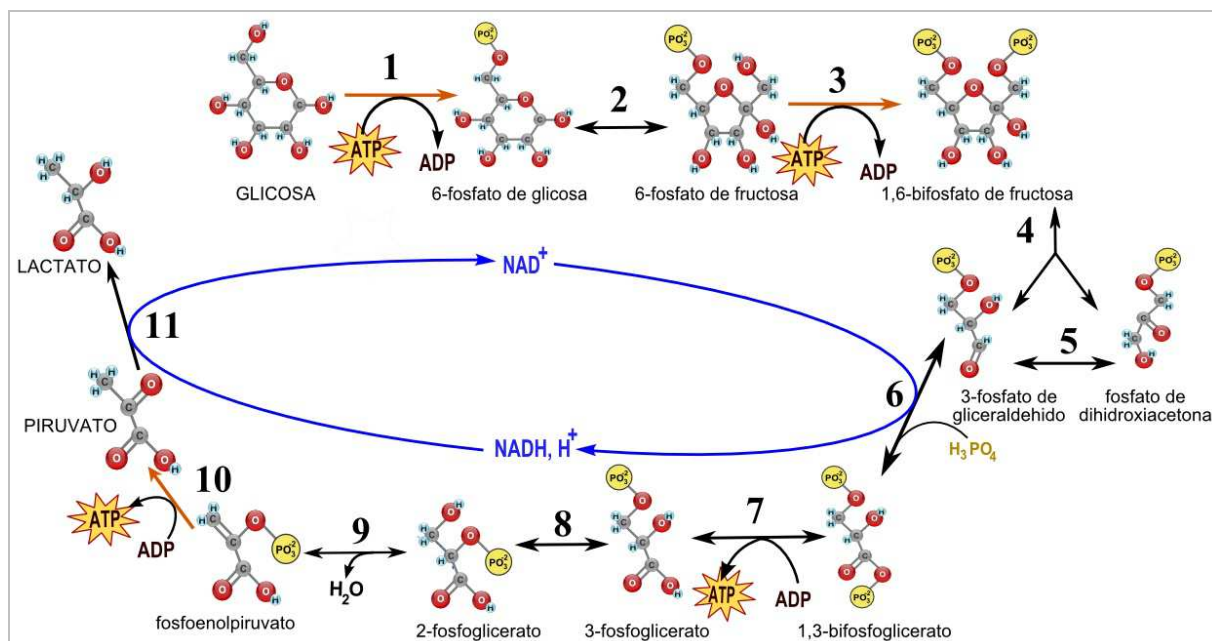
CATABOLISMO DE GLÍCIDOS

Identifica os procesos e metabolitos representados



ACTIVIDADE 5

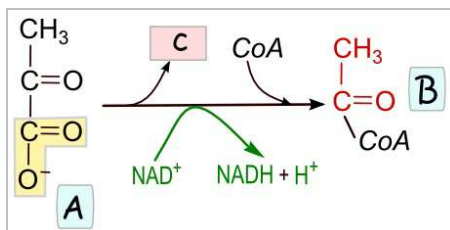
RUTAS CATABÓLICAS



- (1) As dez primeiras reaccións conforman unha ruta metabólica...
 - a) Cal é o nome desa ruta?
 - b) Escribe a ecuación xeral da ruta
 - c) Indica que teñen en común as reaccións 1, 3 e 10.
 - d) Indica cal será, baixo condicións aeróbicas, o destino do NADH formado.
- (2) Se consideramos a ruta completa de 11 reaccións, tal como se representa no esquema...
 - a) Explica que sucede na undécima reacción
 - b) Indica o nome da ruta completa
 - c) Comenta as circunstancias nas que se produce esta ruta no músculo

ACTIVIDADE 6

Responde as preguntas relativas a esta reacción metabólica

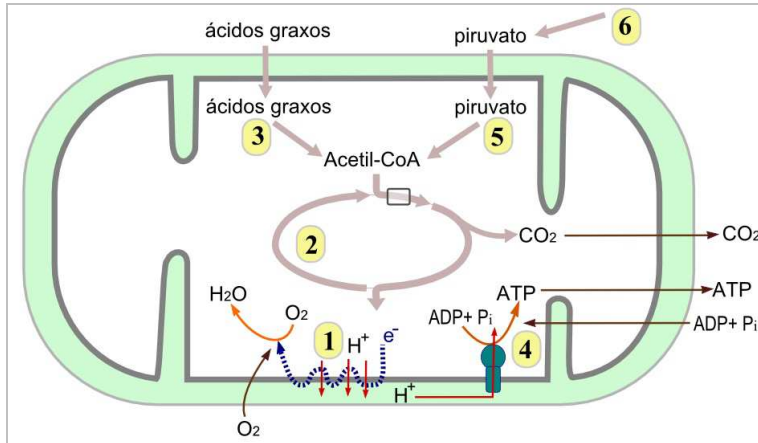


- a) Indica cal é o nome do substrato (A) e do produto (B).
- b) Cal é a molécula "c" que se libera? Neste sentido, cómo podemos denominar o proceso representado?
- c) Atendendo á reacción acoplada representada en verde, que tipo de proceso é o paso de A a B?
- d) Indica cal é o destino do produto B.
- e) En que lugar da célula se produce esta reacción

ACTIVIDADE 7

CATABOLISMO AERÓBICO

Identifica que representan os números do esquema e responde ás preguntas

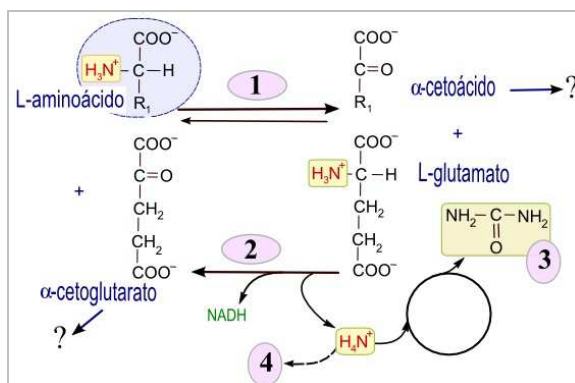


Acontecemento	Número
Beta oxidación	<input type="text"/>
Ciclo de Krebs	<input type="text"/>
Fluxo de electróns	<input type="text"/>
Fosforilación oxidativa	<input type="text"/>
Glicólise	<input type="text"/>
Oxidación do piruvato	<input type="text"/>

- Indica o lugar da célula que se representa.
- A cantidade de moléculas de acetil-CoA que orixinaría o proceso [3] partindo do ácido esteárico (C_{18}).
- O número de pares de protóns e de pares de electróns (H^+ , e^-) que entrarían no proceso [1] procedentes de:
 - unha molécula de ácido esteárico en [3]
 - cada molécula de piruvato en [5]
 - cada molécula de glicosa en [6]
 - cada molécula de acetil-CoA en [2]
- Indica cal é o nome da substancia, representada cun recadro, resultante da incorporación do acetil-CoA en [2].
- Indica cal é o papel do O_2 en [1].
- Explica qué fenómeno permite a síntese de ATP en [4].

ACTIVIDADE 8

CATABOLISMO AMINOÁCIDOS



(O esquema representa parte do proceso de degradación dun aminoácido)

- Indica o nome dos procesos [1] e [2].
- Cal é o nome do produto [3] de excreción do nitróxeno en mamíferos?
- Indica outros posibles produtos [4] de excreción do nitróxeno.
- Cómo seguiría a degradación do α -cetoácido?
- E no caso do α -cetoglutarato?

SOLUCIÓNS

ACTIVIDADE 1

<i>Procesos</i>	<i>Nº</i>	<i>Localización</i>
FLUXO ELECTRÓNICO	9	Membrana interna das mitocondrias
CICLO de KREBS	8	Matriz mitocondrial
GLICÓLISE	5	Citosol
TRANSAMINACIÓN	4	Matriz mitocondrial
β-OXIDACIÓN	6	Matriz mitocondrial
<i>Moléculas</i>	<i>Nº</i>	
acetil-CoA	7	
aminoácidos	3	
CO ₂	12	
H ₂ O	11	
lípidos	2	
NH ₃	10	
polisacáridos	1	

ACTIVIDADE 2

Os primeiros seres vivos presentaban metabolismo **anaerobio**, no que a **glicólise** representaba a ruta catabólica principal. A liberación do osíxeno procedente da **fotosíntese** cambia as condicións ambientais, de modo que na actualidade predomina o catabolismo **aerobio** onde o **osíxeno** é o aceptor final de electróns no proceso de oxidación das biomoléculas.

O **catabolismo** presenta unha serie de rutas **converxentes** que forman uns poucos produtos finais, mentres que no **anabolismo** as rutas son **diverxentes** para dar lugar a unha diversidade de biomoléculas. En condicións aerobias as biomoléculas oxidáanse completamente até **CO₂** no ciclo do ácido cítrico. A maioría do aproveitamento enerxético realízase por **fosforilación oxidativa** que produce ATP grazas a enerxía liberada no fluxo de electróns da **cadea respiratoria** que finalmente acaban na molécula de **auga**.

Previamente, houbo outra fase catabólica que oxida a maioría das biomoléculas para formar unha unidade de **dous** carbonos (o grupo acetilo) que unido ao **coenzima A** en forma de acetil-CoA, constitúe o combustible principal do **ciclo de Krebs**. Para chegar aquí os glícidos seguen a ruta da glicólise que forma **piruvato**, unha molécula de **tres** carbonos, que se descarboxila a acetilo. Os ácidos graxos forman **acetil-CoA** mediante a **β-oxidación**.

ACTIVIDADE 3

- (1) Glicosa → piruvato
- (2) Segunda fase, é fase de oxidación das triosas, que libera enerxía.
- (3) Gliconeoxénese
- (4) A deshidroxenación
 - a) É unha oxidación
 - b) O aldehído oxídase a carboxilo
 - c) O fosfato aporta un dos seus átomos de osíxeno
 - d) NAD^+ (que se reduce a NADH)
- (5) Reoxídase a NAD^+ , por redución do piruvato a *lactato* (hidroxénase o grupo carbonilo do carbono 2 do piruvato, ver reacción 11 na actividade 5). Trátase da *respiración anaeróbica*.
(alternativamente, para o caso dalgúns fermentos, prodúcese a *fermentación alcohólica*, na que o produto final da redución é o etanol)
- (6) *Fosforilación a nivel de substrato*: prodúcese ATP nunha reacción “acoplada” á transformación dun substrato.
- (7) Da oxidación do 3-fosfato de gliceraldehído.

ACTIVIDADE 4

Trátase da mesma ruta que está detallada no esquema da actividade seguinte: A *respiración anaerobia*.

- (A) Glicólise
- (B) Fermentación láctica
- (a) ATP
- (b) Piruvato
- (c) NAD^+

ACTIVIDADE 5

- (1) As dez primeiras reaccións...
 - a) *Glicólise*
 - b) $1 \text{ Glicosa} + 2 \text{ ADP} + 2 \text{ Pi} + 2 \text{ NAD}^+ \rightarrow 2 \text{ piruvato} + 2 \text{ ATP} + 2 \text{ NADH} + 2 \text{ H}^+ + 2 \text{ H}_2\text{O}$
 - c) Son *irreversibles*, as reaccións en sentido oposto empregan enzimas diferentes.
 - d) Cede o seu par de electróns na cadea de transporte mitocondrial, para producir ATP (fosforilación oxidativa)
(hai un paso intermedio, que gasta parte da enerxía dispoñible: a cesión do par electrónico ao interior da mitocondria mediante a lanzadeira glicerolfosfato)
- (2) Considerando tamén a undécima reacción ...
 - a) O produto final da glicólise, o piruvato, redúcese a *lactato*. Isto permite a *rexeneración do NAD^+* , necesario para as oxidacións propias da glicólise.
 - b) Respiración anaerobia / fermentación láctica
 - c) Cando o músculo esquelético debe facer esforzos intensos e rápidos, sen que dea tempo a obter enerxía pola ruta máis rendible, lenta e complicada da respiración aerobia (non hai tempo a que o sistema respiratorio e circulatorio aporten osíxeno á velocidade suficiente).

ACTIVIDADE 6

- Sustrato é *piruvato*, produto é *acetilo* unido ao coenzima A (acetil-CoA).
- Libérase dióxido de carbono, procedente do grupo carboxilo do piruvato: trátase dunha *descarboxilación*.
- Unha *oxidación do piruvato*, acoplada á redución do coenzima NAD^+ que acepta os electróns.
- Entrar no ciclo de Krebs para a súa oxidación completa a CO_2 .
- Na matriz mitocondrial.

ACTIVIDADE 7

- Mitocondria.
- Nove moléculas de acetil-CoA ($18\text{C} / 2 = 9 \times 2\text{C}$).
- Cada par de electróns corresponde á formación dunha molécula de NADH (ou de FADH_2).

Acontecemento	Número
Beta oxidación	3
Ciclo de Krebs	2
Fluxo de electróns	1
Fosforilación oxidativa	4
Glicólise	6
Oxidación do piruvato	5

 - Para escindir unha molécula C_{18} en restos de 2 carbonos hai que realizar oito pases pola ruta de β -oxidación. Cada pase comprende dúas deshidroxenacións (que renden 1 NADH e 1 FADH_2). En total $2 \times 8 = 16$ pares de electróns.
 - A oxidación do piruvato rende 1 NADH, é dicir, aportaría 1 par de electróns á cadea respiratoria.
 - Cada molécula de glicosa na glicólise oxida 2 NAD^+ , pero estes dous pares de electróns teñen que ser transferidos ao interior da mitocondria mediante unha "lanzadeira".
(o NADH citosólico reduce un substrato do citosol, o produto atravesa a membrana, na matriz mitocondrial reoxídase pasando o par de electróns a unha molécula de NAD^+ mitocondrial).
 - No ciclo de Krebs por cada acetil-CoA entrante vai haber catro reaccións de oxidación. Tres pares de electróns transfírense ao NAD^+ e un par ao FAD.
- Trátase do citrato (ou ácido cítrico, que é tricarboxílico, de aquí as denominacións alternativas do ciclo de Krebs)
- O osíxeno actúa como aceptor final de electróns na cadea de transporte (o seu potencial redox extremadamente positivo "tira" do fluxo de electróns)
- O paso de protóns polo complexo ATP-sintase a favor dun gradiente de concentración dende o espazo intermembrana á matriz mitocondrial.
(Este gradiente foi creado polo bombeo de protóns ao espazo intermembrana, aproveitando os saltos enerxéticos que se producen en determinados puntos da cadea de transporte electrónico).

ACTIVIDADE 8

- a) *Transaminación* [1] e *desaminación oxidativa* [2].
- b) *Urea*
- c) Como *ácido úrico* (insectos, réptiles, aves) cando resulta esencial o aforro de auga. En moitos grupos taxonómicos excretase directamente como *amoníaco* (invertebrados acuáticos, peixes) proceso que elimina grandes cantidades de auga.
- d) Cada α -cetoácido ten a súa ruta particular de degradación que remata no piruvato, no acetil-CoA ou ben nalgún intermediario do ciclo de Krebs.
- e) O α -cetoglutarato xa é un metabolito do ciclo de Krebs.

ACTIVIDADE 9

- a) Glicosa [A] e glicóxeno [B].
- b) Rutas catabólicas - glicólise [1]
 - glicoxenólise [3]Rutas anabólicas - gliconeoxénese [2]
 - glicoxenoxénese ou glicoxénese [4]
- c) Trátase do piruvato, produto final da glicólise

ACTIVIDADE 10

- a) Prodúcese no citosol.
- b) O *acetil-CoA* (o círculo verde do esquema representa o resto acetilo).
- c) O *malonato* (un ácido dicarboxílico de tres carbonos) activado en forma de malonil-CoA.
- d) En cada adición libérase unha molécula de *dióxido de carbono* (por descarboxilación do malonato).