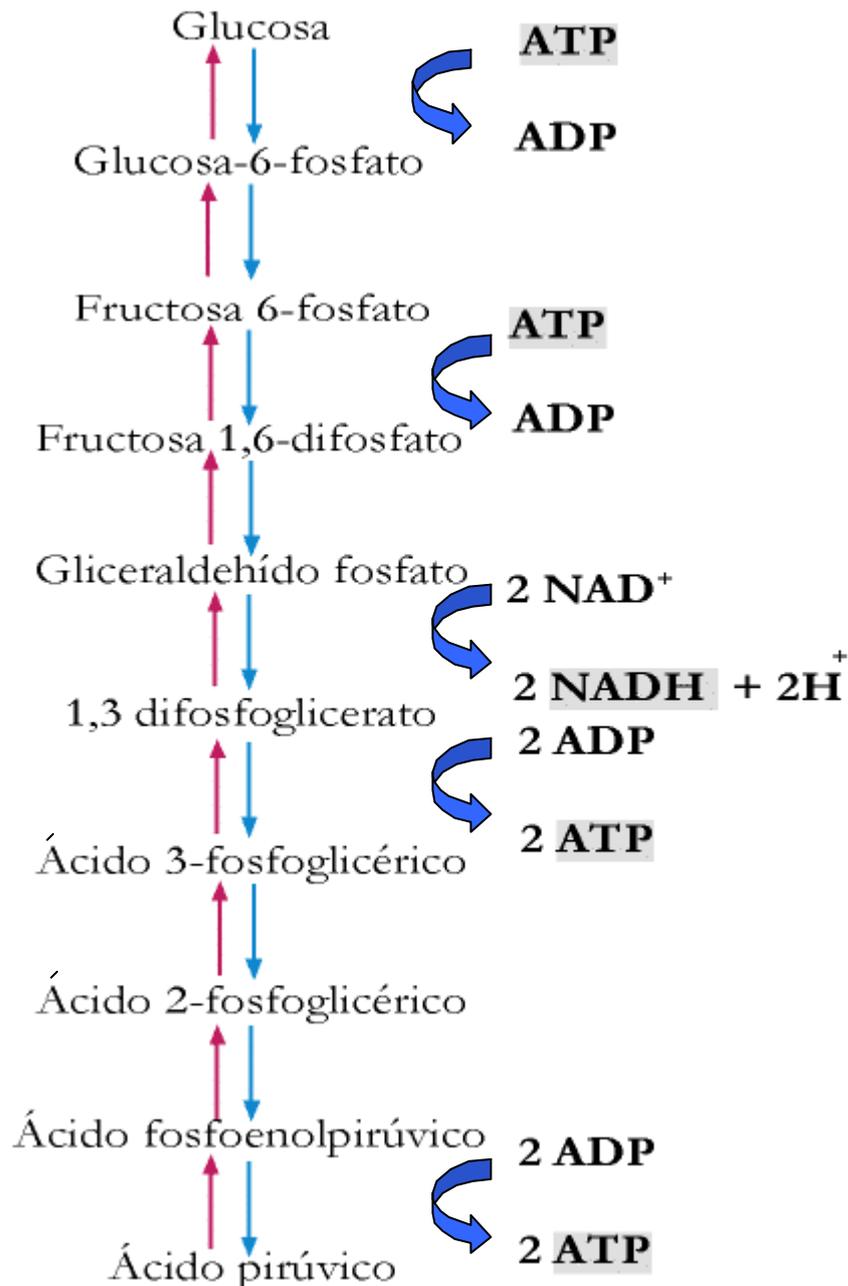


## LA GLUCÓLISIS: UNA RUTA MUY COMÚN

Observa con atención el esquema siguiente, que representa la cadena de reacciones que fragmentan la molécula de glucosa, con seis átomos de carbono, en dos moléculas de ácido pirúvico, así como los productos derivados de dichas reacciones. A continuación, contesta a las preguntas que se formulan:



1. Las reacciones que tienen lugar hasta llegar a la fructosa 1,6-difosfato constituyen la *fase de preparación de la glucólisis*. ¿Qué transformaciones químicas tienen lugar durante esta fase y cuál es el balance energético de la misma?
2. Las dobles flechas representan la reversibilidad de las reacciones que se producen en la glucólisis. Las transformaciones que tienen lugar en sentido contrario a la glucólisis, desde el ácido pirúvico hasta la glucosa, representan una parte del proceso de síntesis de los polisacáridos. ¿Cómo se llama este proceso? ¿Qué tipo de organismos, y en qué órganos, llevan a cabo la síntesis de polisacáridos, y con qué finalidad?
3. La mayoría de las reacciones representadas están controladas por una sola enzima, que actúa en las dos direcciones. Sin embargo, la transformación de glucosa en glucosa 6-fosfato, la transformación de fructosa 6-fosfato en fructosa 1,6-difosfato y la transformación de fosfoenolpirúvico en pirúvico utiliza dos enzimas diferentes, según la reacción se produzca en un sentido u otro. ¿Qué finalidad tiene este doble control en relación con el equilibrio homeostático?
4. Si un ATP produce una energía final de 7,3 kcal/mol, ¿cuál es el balance energético final de la glucólisis representada? Sabiendo que la oxidación total de una molécula de glucosa produce 688 kcal/mol, ¿cuál es la eficiencia energética de la glucólisis, en tanto por ciento, con relación a la oxidación de la glucosa?
5. Observa nuevamente las reacciones representadas. Supón que un organismo que realiza la glucólisis sólo dispone de seis moléculas de  $\text{NAD}^+$  al iniciar las reacciones catabólicas para degradar la glucosa. ¿Qué ocurrirá cuando se agoten todas las moléculas de  $\text{NAD}^+$ ? ¿De qué forma se pueden recuperar las moléculas de  $\text{NAD}^+$ ?
6. De acuerdo con las conclusiones de la respuesta anterior, cuando decimos que la glucólisis anaerobia es el mecanismo más común de obtención de energía en el mundo vivo y que está presente en todas las bacterias, ¿nos estamos refiriendo a las reacciones representadas en el esquema inicial?

**SOLUCIONES:**

1. Tienen lugar dos fosforilizaciones: la de la glucosa en glucosa 6-fosfato, y la de la fructosa 6-fosfato en fructosa 1,6-difosfato. El grupo fosfato procede del ATP, lo que implica no sólo el consumo de energía en forma de ATP, sino también la formación de nuevos enlaces energéticos. El balance energético de esta fase es, por tanto, negativo, de -2 ATP.
2. La reacción representa, exclusivamente, la formación de glucosa a partir de ácido pirúvico, o de algún intermediario de la secuencia de reacciones. Este proceso contrario recibe el nombre de gluconeogénesis (formación de glucosa de nuevo). Este proceso formaría parte de un conjunto de reacciones más amplio que llevaría a la formación de polisacáridos, que se acumulan como reserva energética en algunos órganos de los seres vivos. Así, por ejemplo, este proceso tiene lugar en las células del hígado, formando depósitos de glucógeno, un polisacárido animal. Otros órganos vegetales son capaces de esta gluconeogénesis para dar lugar a las reservas de almidón, que forman los tubérculos de algunas plantas, o se acumulan en los amiloplastos.
3. La reversibilidad de las reacciones de la glucólisis es un arma de doble filo. A pesar de su doble utilidad, el funcionamiento homeostático del organismo, requiere que el sentido de la secuencia de reacciones tenga lugar en función de las necesidades energéticas del organismo. En los seres superiores, este sentido es controlado por el sistema hormonal, que se activa en un sentido u otro en función de la cantidad de glucosa presente en la sangre.

Así, cuando es necesaria más energía, el sistema hormonal actúa inhibiendo las tres enzimas que controlan las reacciones gluconeogénicas, favoreciendo la glucólisis. Cuando hay demasiada glucosa en la sangre, porque no está siendo utilizada para producir energía, el sistema hormonal inhibe las tres enzimas que controlan las reacciones glucolíticas mencionadas, favoreciendo la gluconeogénesis.

4. El balance energético total de la glucólisis es de  $2 \times 7,3 = 14,6$  kcal/mol. Si una molécula de glucosa puede producir 688 kcal/mol, esto significa que la glucólisis tiene un rendimiento de un 2 % con respecto a la energía potencialmente disponible en la glucosa.
5. Según las reacciones representadas, la degradación de una molécula de glucosa en dos moléculas de ácido pirúvico se realiza con la reducción de dos moléculas de  $\text{NAD}^+$  en NADH. Si disponemos de seis moléculas de  $\text{NAD}^+$ , sólo podrán degradarse a ácido pirúvico hasta tres moléculas de glucosa. A partir de este momento, si la glucólisis continúa, las moléculas de glucosa se degradarán hasta gliceraldehído fosfato, sustancia que se irá acumulando, al no poder continuar las reacciones por falta de  $\text{NAD}^+$ .

Como tampoco se produce ATP, y debido a que estas reacciones iniciales son consumidoras de energía, también se agotará el ATP, y todas las reacciones metabólicas se detendrán.

La solución consiste en reciclar el NADH, reoxidándolo de nuevo a  $\text{NAD}^+$ . Existen dos alternativas comunes de reoxidación: la fermentación y la respiración.

6. Sin duda alguna, las reacciones representadas sólo son un esquema de la *glucólisis* en sentido estricto, es decir, la descomposición de la molécula de glucosa en dos moléculas de ácido pirúvico. En los organismos no fermentadores, la glucólisis es la

fase anaerobia del catabolismo, que necesariamente se continúa con la respiración. En los organismos fermentadores, la glucólisis finaliza con unas reacciones que le permiten regenerar el  $\text{NAD}^+$  para que continúe el proceso.