

# La energía celular

## 1 ¿Cómo obtiene energía un organismo?

### ANTES DE LEER

Los objetos de tu casa consumen energía. En las líneas, describe las maneras en que estos objetos obtienen la energía. Luego, lee sobre cómo los organismos obtienen energía.

---



---



---

### LEER PARA APRENDER

## La transformación de la energía

Las células necesitan energía. Necesitan energía para transportar las moléculas a través de membranas y para crear y descomponer moléculas. La **energía** es la capacidad de realizar trabajo. La **termodinámica** es el estudio de cómo fluye y se transforma la energía en el universo.

### ¿Cuáles son las leyes de la termodinámica?

Dos leyes de la termodinámica explican el flujo de energía. La primera ley establece que la energía puede cambiar de forma, pero no se puede crear o destruir. Por ejemplo, tu cuerpo transforma la energía química de los alimentos en una forma más utilizable. Luego, cuando te mueves, tu cuerpo transforma esa energía en energía mecánica.

La segunda ley de la termodinámica establece que los sistemas cambian de estados de orden a estados de desorden por sí mismos. Este desorden se conoce como entropía. La entropía siempre está en aumento. Esto significa que cuando tu cuerpo transforma energía en otra forma, algo de esa energía se pierde como calor. La energía sigue presente, pero ya no se puede usar.

### ¿Cómo obtienen los organismos la energía del Sol?

Casi toda la energía para la vida proviene del Sol. Algunos organismos elaboran su propio alimento. Algunos autótrofos usan sustancias inorgánicas como fuente de energía. Otros autótrofos transforman la energía del Sol en energía química. Los vegetales y algunas bacterias son autótrofos.

### QUÉ APRENDERÁS

- las dos leyes de la termodinámica
- la diferencia entre vías anabólicas y catabólicas
- cómo el ATP funciona en una célula

### ◀ ENFOQUE

Después de leer esta lección, haz un cuestionario basado en lo que aprendiste. Asegúrate de contestar las preguntas del cuestionario.

### PIÉNSALO

1. **Indica** la primera ley de la termodinámica.

---



---

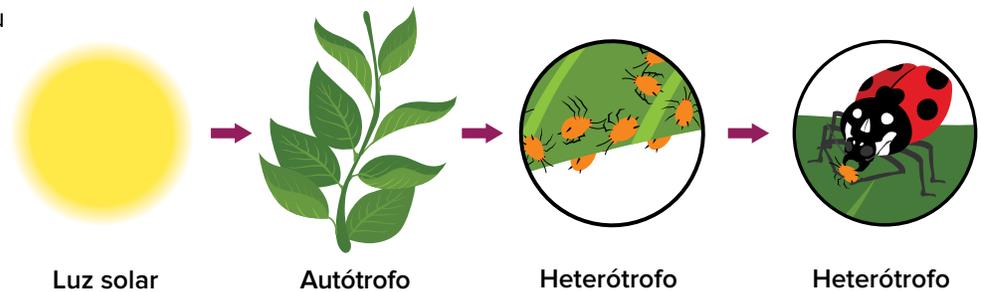


---

Los heterótrofos obtienen su energía al ingerir alimentos. Los heterótrofos obtienen su energía indirectamente del Sol. Hacen esto al alimentarse de autótrofos. Los animales son heterótrofos. La imagen a continuación muestra la relación entre autótrofos y heterótrofos.

### ANALIZA

2. Encierra en un círculo el organismo que genera su propio alimento.



## El metabolismo

Todas las reacciones químicas que ocurren dentro de una célula se conocen como el **metabolismo** de la célula. Una serie de reacciones químicas en las que el producto de una reacción es el reactivo de la reacción siguiente se denomina vía metabólica.

### ¿Cuáles son los dos tipos de vías metabólicas?

Hay dos tipos principales de vías metabólicas: vías catabólicas y vías anabólicas. En las vías catabólicas, la energía se libera al descomponer moléculas de mayor tamaño en moléculas más pequeñas. En las vías anabólicas, se utiliza la energía que liberan las vías catabólicas para crear moléculas de mayor tamaño a partir de moléculas más pequeñas.

La energía fluye entre las vías metabólicas de los organismos en un ecosistema. La fotosíntesis es una vía anabólica. La respiración celular es una vía catabólica. Estas vías trabajan en conjunto para satisfacer las necesidades de energía de las células.

### ¿Cómo se transforma la energía durante la fotosíntesis?

La **fotosíntesis** es una serie de reacciones que transforman la energía lumínica del Sol en energía química que la célula puede utilizar. Durante la fotosíntesis, la energía lumínica, el dióxido de carbono y el agua se transforman en moléculas orgánicas y oxígeno. La energía almacenada en las moléculas orgánicas formada durante la fotosíntesis se puede pasar a otros organismos. Cuando un animal come un vegetal, la energía almacenada en el vegetal pasa al animal.

### PIÉNSALO

3. Compara qué le sucede a la energía en las vías anabólicas y catabólicas.

---



---



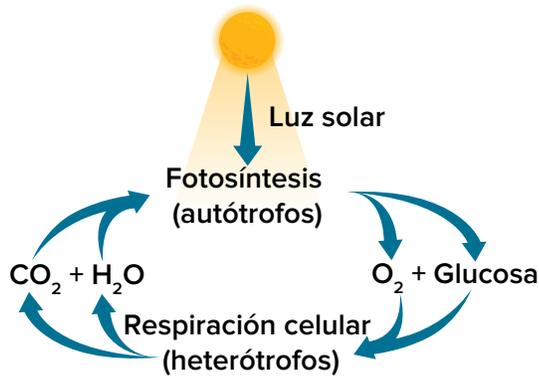
---



---

## ¿Qué sucede durante la respiración celular?

La **respiración celular** es una serie de reacciones que descomponen las moléculas orgánicas en dióxido de carbono, agua y energía. La célula usa esta energía. Los procesos de respiración celular y fotosíntesis forman un ciclo, que se muestra en la imagen a continuación. Los productos de la fotosíntesis son los reactivos para la respiración celular, y los productos de la respiración celular son los reactivos para la fotosíntesis.



### ANALIZA

**4. Identificar** Dibuja un círculo alrededor del proceso anabólico y un cuadrado alrededor del proceso catabólico.

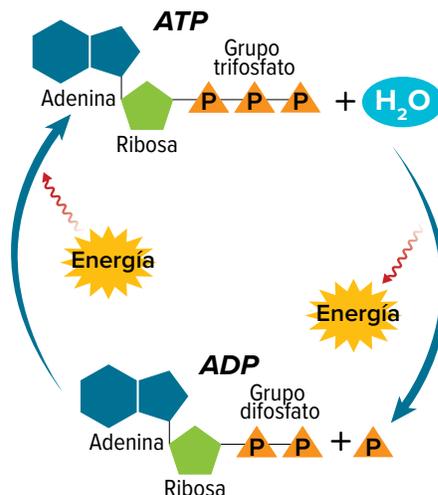
## ATP: La unidad de energía celular

Las células almacenan energía química en las moléculas biológicas. La molécula biológica más importante es el **adenosín trifosfato**, o **ATP**.

### ¿Cómo almacena energía el ATP?

El ATP es la molécula que almacena energía más abundante. Se encuentra en todo tipo de organismos. La estructura del ATP se muestra a continuación. Está compuesto por una base de adenina, un azúcar ribosa y tres grupos fosfato.

El ATP libera energía cuando el enlace entre el segundo y tercer grupo fosfato se descompone y forma una molécula denominada adenosín difosfato (ADP). El ADP puede volver a transformarse en ATP, al agregar un grupo fosfato.



### ANALIZA

**5. Identificar** Encierra en un círculo el enlace de alta energía que se rompe cuando el ATP se transforma en ADP.

## 2 La fotosíntesis

### QUÉ APRENDERÁS

- las dos fases de la fotosíntesis
- cómo un cloroplasto funciona durante las reacciones lumínicas
- cómo funciona el transporte de electrones

### ENFOQUE ►

A medida que lees, resalta o subraya los hechos de cada fase de la fotosíntesis.

### PIÉNSALO

1. **Identifica** una forma en que las células pueden utilizar la glucosa.

---

---

---

### ANTES DE LEER

Los vegetales transforman la energía de la luz solar en energía que utilizan otros seres vivos. Describe qué sucedería con la vida en la Tierra si los vegetales desaparecieran de repente. Luego, lee sobre cómo los vegetales utilizan la energía del Sol.

---

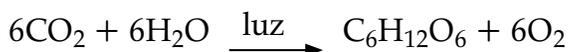
---

---

### LEER PARA APRENDER

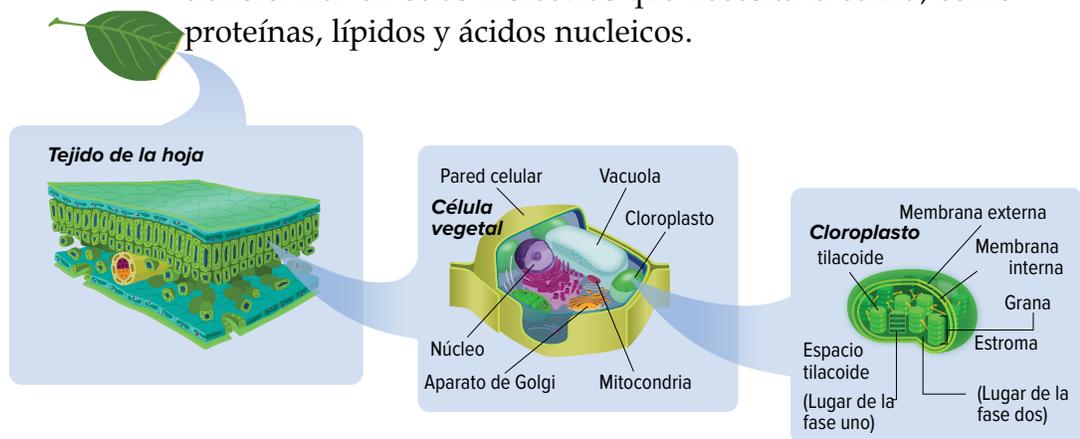
## Resumen de la fotosíntesis

La fotosíntesis es el proceso en el que la energía lumínica del Sol se transforma en energía química. Casi toda la vida en la Tierra depende de la fotosíntesis. La ecuación química de la fotosíntesis se muestra a continuación.



La fotosíntesis ocurre en dos fases. La ubicación de estas fases se muestra abajo. En la fase uno—las reacciones dependientes de luz—se absorbe la energía lumínica y se transforma en energía química en la forma de ATP o NADPH.

En la fase dos—las reacciones independientes de luz—el ATP y el NADPH que se formaron en la fase uno se usan para producir glucosa. Luego, la glucosa puede unirse a los otros azúcares simples para formar moléculas de mayor tamaño, como azúcares complejos e hidratos de carbono. El azúcar también se puede transformar en otras moléculas que necesita la célula, como proteínas, lípidos y ácidos nucleicos.



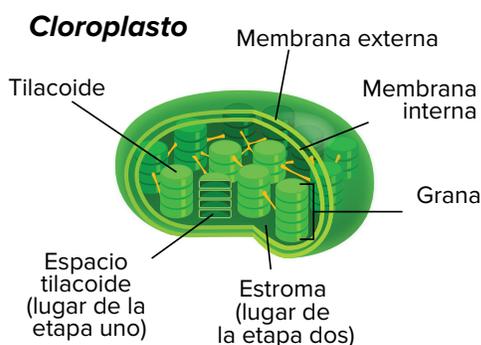
## Fase uno: Reacciones lumínicas

Los vegetales tienen organelas especiales llamadas cloroplastos, para captar energía lumínica. La fotosíntesis comienza cuando se capta la energía solar. La energía captada se almacena en dos moléculas de almacenamiento de energía, ATP y NADPH, que se usarán en reacciones independientes de luz.

### ¿Qué sucede en los cloroplastos?

Los cloroplastos son organelas de gran tamaño que captan la energía lumínica del Sol. Se encuentran en los vegetales y otros organismos fotosintéticos. La imagen muestra un cloroplasto.

Un cloroplasto es una organela con forma de disco que tiene dos compartimentos. Los **tilacoides** son membranas aplanadas con forma de saco. Los tilacoides se disponen en pilas denominadas **granás**. El espacio lleno de fluido por fuera de las granas se llama **estroma**. La fase uno ocurre en los tilacoides. La fase dos ocurre en el estroma.



### ¿Cuál es el rol de los pigmentos en la fotosíntesis?

Los tilacoides contienen moléculas coloridas que absorben la luz conocidas como **pigmentos**. Los diferentes pigmentos absorben diferentes longitudes de onda. Las clorofilas son los pigmentos que absorben luz en las plantas. Absorben la energía de la luz violeta-azul. Debido a que las clorofilas reflejan luz verde, vemos que las plantas tienen un color verde.

Los pigmentos accesorios ayudan a las plantas a absorber luz adicional. Por ejemplo, los carotenoides absorben luz azul y verde y reflejan luz amarilla, naranja y roja. Los carotenoides les dan a las zanahorias y las batatas el color naranja.

Los pigmentos accesorios son la razón por la que las hojas cambian de color en otoño. Hay tanta clorofila en las hojas verdes que tapan a los otros pigmentos. En otoño, a medida que los árboles se preparan para perder sus hojas, las moléculas de clorofila se descomponen y revelan los colores de otros pigmentos. Pueden verse los colores rojo, amarillo y naranja.

### ¿Lo comprendes?

2. **Distingue** entre tilacoides y estroma.

---

---

---

---

### ANALIZA

3. **Ilustrar** Haz un dibujo de una grana aumentada.

### ¿Lo comprendes?

4. **Explica** por qué muchas partes de las plantas tienen color verde.

---

---

---

---

---

---

---

---

## PIÉNSALO

5. **Describir** ¿Cómo están formados el fotosistema I y el fotosistema II?

---

---

---

## ¿Lo comprendes?

6. **Resume** la función de la quimiósmosis durante la fotosíntesis.

---

---

---

---

## ANALIZA

7. **Identificar** En la imagen, resalta la vía que siguen los electrones. ¿Qué molécula es el destino final del electrón?

---

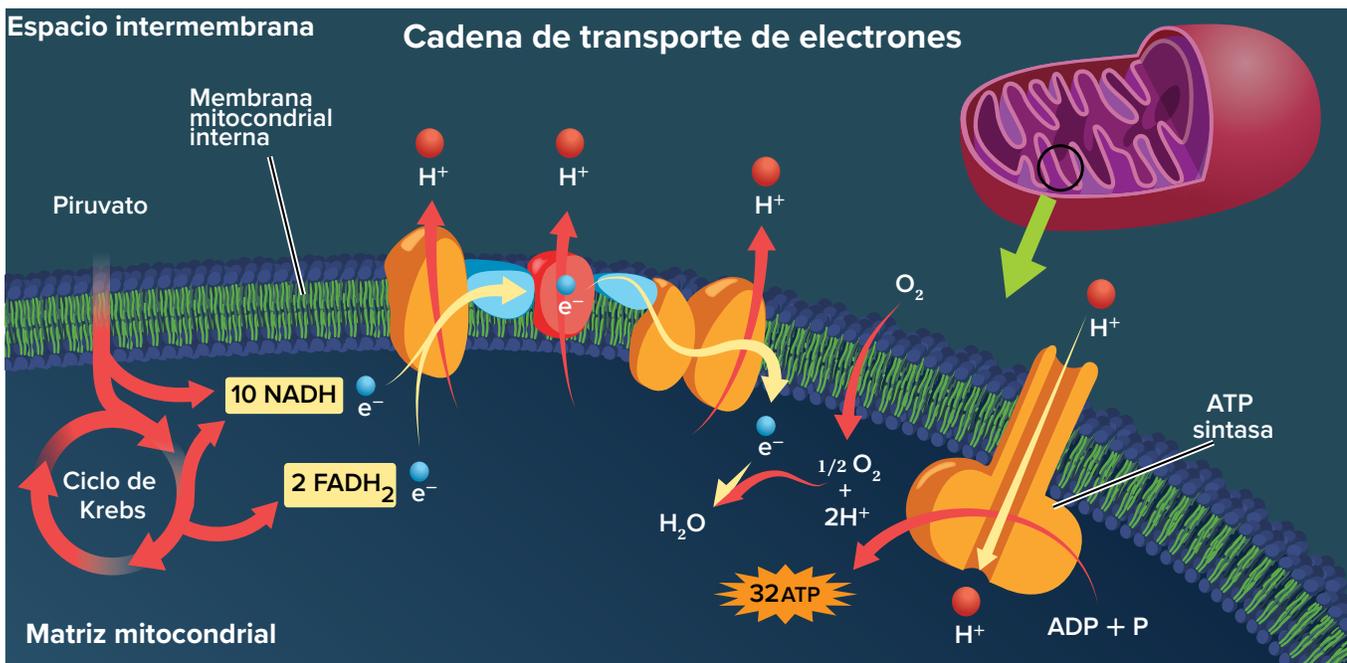
## ¿Cómo funciona el transporte de electrones?

El fotosistema I y el fotosistema II están compuestos de pigmentos que absorben la luz y de proteínas que son importantes en las reacciones lumínicas. Se encuentran en la membrana tilacoide. Observa la imagen a continuación a medida que lees sobre su función en la fotosíntesis.

La fotosíntesis comienza cuando la energía lumínica causa que los electrones en el fotosistema II pasen a un estado de alta energía. La energía lumínica también causa que una molécula de agua se descomponga y libere un electrón al sistema de transporte de electrones, un ion de hidrógeno en el espacio tilacoide y oxígeno como producto de desecho. Los electrones estimulados se trasladan del fotosistema II y se trasladan a través de una serie de portadores de electrones al fotosistema I. El fotosistema I absorbe más luz, y los electrones estimulados se trasladan nuevamente a través de los portadores de electrones. Por último, los electrones se trasladan al **NADP<sup>+</sup>** y forman la molécula NADPH de almacenamiento de energía.

## ¿Cómo se forma el ATP durante la fotosíntesis?

El ATP se forma por el proceso de la quimiósmosis, cuando la energía lumínica causa que la molécula de agua se descomponga en oxígeno y dos iones de hidrógeno ( $H^+$ ), o protones. Los protones se forman en el tilacoide. Los protones se difunden a través de canales de iones hacia el estroma, donde la concentración es menor. Estos canales son enzimas denominadas ATP sintasas. A medida que los protones ingresan al estroma, se forma ATP.



## Fase dos: El ciclo de Calvin

El NADPH y el ATP son moléculas de almacenamiento temporario. En la fase dos, llamada **ciclo de Calvin**, la energía se almacena en moléculas orgánicas, como la glucosa.

### ¿Qué sucede en el ciclo de Calvin?

El ciclo de Calvin genera azúcares a partir de dióxido de carbono y agua, usando la energía almacenada en el ATP y el NADPH. Las reacciones de este ciclo no requieren de luz solar, por lo que también las llaman reacciones independientes de luz.

En el ciclo de Calvin, las moléculas de dióxido de carbono se combinan con seis compuestos de 5 carbonos para formar doce moléculas de 3 carbonos. La energía química almacenada en el ATP y el NADPH se transfiere a las moléculas de 3 carbonos. Dos moléculas de 3 carbonos abandonan el ciclo para producir glucosa y otros compuestos orgánicos. La enzima **rubisco** transforma diez moléculas de 3 carbonos en seis moléculas de 5 carbonos, para continuar el ciclo. Como el rubisco transforma moléculas de dióxido de carbono en moléculas orgánicas, es una de las enzimas más importantes. El azúcar que se forma en el ciclo de Calvin se puede usar como energía y como componente básico de hidratos de carbono complejos, como el almidón.

## Las vías alternativas

La fotosíntesis puede ser difícil para las plantas que crecen en ambientes cálidos y secos. Muchas plantas de climas extremos han desarrollado otras vías de fotosíntesis.

Las plantas tropicales como la caña de azúcar y el maíz utilizan la vía  $C_4$ . En lugar de las moléculas de 3 carbonos del ciclo de Calvin, las plantas  $C_4$  fijan dióxido de carbono en moléculas de 4 carbonos. Se pierde menos agua en la vía  $C_4$ . Estas plantas mantienen su estroma cerrado durante los días calurosos, para minimizar la pérdida de agua.

### ¿Qué son las plantas CAM?

Otra vía alternativa es la vía CAM. Las plantas CAM viven en desiertos, marismas y otros medioambientes donde el agua es limitada. Los cactus y las orquídeas son plantas CAM. El dióxido de carbono entra en sus hojas por la noche, cuando la atmósfera es más fresca y húmeda. Las plantas también fijan dióxido de carbono en los compuestos orgánicos por la noche. Durante el día, el dióxido de carbono se libera de los compuestos orgánicos y entra en el ciclo de Calvin. La vía CAM minimiza la pérdida de agua mientras permite entrar la cantidad adecuada de carbono.

### PIÉNSALO

**8. Nombra** los principales productos de almacenamiento de energía de cada fase de la fotosíntesis.

---

---

---

### PIÉNSALO

**9. Nombra** dos lugares donde viven plantas CAM.

---

---

# 3 La respiración celular

## QUÉ APRENDERÁS

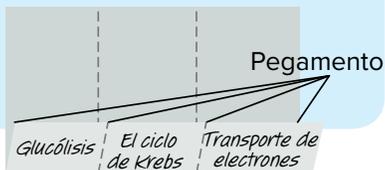
- las fases de la respiración celular
- la función de los portadores de electrones en la respiración celular
- la diferencia entre la fermentación alcohólica y la fermentación de ácido láctico

## ENFOQUE ▶

A medida que lees, subraya o resalta las ideas principales de cada párrafo.

## FOLDABLES®

Haz un boletín con bolsillos con los títulos que se muestran. Úsalo para organizar tus notas sobre la respiración celular.



## ANTES DE LEER

La energía que tu cuerpo usa proviene del Sol. En las líneas, explica cómo se transfiere la energía del Sol a ti.

---

---

---

---

---

---

## LEER PARA APRENDER

### Resumen de la respiración celular

Los organismos obtienen la energía a través de la respiración celular. Los electrones de compuestos de carbono como la glucosa se acumulan, y la energía se utiliza para producir ATP. Las células usan el ATP. La ecuación de la respiración, como se ve a continuación, es opuesta a la ecuación de la fotosíntesis.



La respiración celular comienza con la glucólisis, un proceso en el que la glucosa se descompone en piruvato. La glucólisis es un **proceso anaeróbico**, lo que significa que no necesita oxígeno. A la glucólisis le sigue un **proceso aeróbico**, que requiere de oxígeno. Durante la **respiración aeróbica**, se descompone el piruvato, y se produce ATP. La respiración aeróbica ocurre en dos partes: el ciclo de Krebs y el transporte de electrones.

### La glucólisis

Durante la **glucólisis**, en el citoplasma, dos grupos fosfato se unen a la glucosa, utilizando dos moléculas de ATP. La molécula de 6 carbonos luego se descompone en dos compuestos de 3 carbonos. Se agregan dos fosfatos, y se combinan electrones e iones de hidrógeno ( $H^+$ ) con dos moléculas de  $NAD^+$  para formar dos moléculas de NADH. Por último, las dos moléculas de 3 carbonos se transforman en dos moléculas de piruvato. Se forman cuatro moléculas de ATP.

## El ciclo de Krebs

Luego, el piruvato, formado durante la glucólisis, se transporta a las mitocondrias. Allí, se transforma en dióxido de carbono, en una serie de reacciones llamadas **ciclo de Krebs**.

### ¿Cuáles son los pasos del ciclo de Krebs?

Antes de que el piruvato entre en el ciclo de Krebs, reacciona con la coenzima A (CoA) y formar un intermedio de 2 carbonos llamado acetil CoA. Se libera dióxido de carbono, y el  $\text{NAD}^+$  se convierte en NADH. El acetil CoA pasa a las mitocondrias, se combina con una molécula de 4 carbonos y forma ácido cítrico. Luego, el ácido cítrico se descompone y libera dos moléculas de dióxido de carbono y genera un ATP, tres NADH y un  $\text{FADH}_2$ . Se forman acetil CoA y ácido cítrico, y el ciclo continúa. Se forman dos moléculas de piruvato en la glucólisis, que resulta en dos vueltas del ciclo de Krebs para cada molécula de glucosa.

El transporte de electrones, la última etapa de la respiración celular, también ocurre en las mitocondrias. Los electrones y protones de alta energía forman NADH y  $\text{FADH}_2$  y se usan para transformar ADP en ATP.

Los electrones pasan a través de una serie de proteínas. Los electrones y protones se liberan del NADH y el  $\text{FADH}_2$  hacia las mitocondrias. Los protones y los electrones se transfieren al oxígeno para formar agua. El transporte de electrones forma 32 moléculas de ATP.

### Resumen de la respiración celular

|                                 | Lugar | Actividad principal   | Moléculas de alta energía formadas por cada molécula de glucosa |
|---------------------------------|-------|---|---|
| <b>Glucólisis</b>               |       | La glucosa se convierte en piruvato.                                | 2 ATP, 2 NADH   |
| <b>Ciclo de Krebs</b>           |       | El piruvato se convierte en dióxido de carbono.                     | 2 ATP, 8 NADH, 2 $\text{FADH}_2$                                |
| <b>Transporte de electrones</b> |       | Los electrones y protones se combinan con oxígeno para formar agua. | 32 ATP  |

### ¿Los procariontes usan la respiración celular?

Algunos procariontes también tienen una respiración aeróbica. Ya que no tienen mitocondrias, el transporte de electrones, en cambio, ocurre en la membrana celular. El piruvato no pasa a las mitocondrias, lo que le ahorra a la célula procariota dos ATP. Los procariontes forman 38 moléculas de ATP a partir de una molécula de glucosa.

### PIÉNSALO

- Identificar** En el ciclo de Krebs, ¿en qué se convierte el piruvato?

### ANALIZA

- Identificar** Completa la tabla, escribiendo la ubicación de cada fase de la respiración celular.

## La respiración anaeróbica

La respiración anaeróbica ocurre cuando hay poco oxígeno. Algunos procariontes que no necesitan oxígeno usan la respiración anaeróbica todo el tiempo. Otras células usan la respiración anaeróbica cuando los niveles de oxígeno son bajos.

### ¿Cómo se forma el ATP en la respiración anaeróbica?

La respiración anaeróbica, o **fermentación**, sigue a la glucólisis cuando falta oxígeno. La glucólisis forma dos ATP a partir de cada molécula de glucosa. La fermentación forma una pequeña cantidad de ATP y regenera el abastecimiento de la célula de  $\text{NAD}^+$ , para que la glucólisis continúe. Dos tipos importantes de fermentación son la de ácido láctico y la alcohólica.

### ¿Cuáles son los tipos de fermentación?

La fermentación de ácido láctico transforma el piruvato en ácido láctico. Ocurre en las células del músculo esquelético durante el ejercicio extenuante, cuando el cuerpo no puede abastecer suficiente oxígeno. También se usa para elaborar alimentos como el queso, el yogur y la crema agria.

La levadura y algunas bacterias experimentan la fermentación alcohólica. Estos organismos usan el piruvato para formar alcohol etílico y dióxido de carbono.

### PIÉNSALO

3. **Definir** ¿Qué dos procesos ocurren en condiciones anaeróbicas?

---

---

---

## La fotosíntesis y la respiración celular

La fotosíntesis y la respiración celular son importantes para obtener y usar la energía. Estos procesos están muy relacionados. Los productos de la fotosíntesis, oxígeno y glucosa, son necesarios para la respiración celular. Los productos de la respiración celular, dióxido de carbono y agua, son necesarios para la fotosíntesis. La imagen muestra esta relación.

### ANALIZA

4. **Clasificar** ¿Qué tipo de organismos tiene células que llevan a cabo todos los procesos que se muestran a la derecha?

---

