

## LECCIÓN A6

# CONOCER MÁS SOBRE LOS FLUJOS DEL CICLO DEL CARBONO: COMBUSTIÓN, ENERGÍA Y ACTIVIDADES HUMANAS

### MATERIAS PRINCIPALES

Ciencias naturales, física, química

### DURACIÓN

- ~ Preparación: 10 min
- ~ Actividad: 1 h 30

### RANGO DE EDAD

12-15 años

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Tras la introducción del ciclo del carbono, en esta lección ilustramos, a través del aprendizaje experimental, cómo el carbono pasa de un depósito (recursos fósiles y animales terrestres) a otro (atmósfera).

En ella, los alumnos aprenderán que:

- ~ las fuentes de energía pueden clasificarse en dos categorías: renovables y no renovables;
- ~ la quema de combustibles fósiles o de madera produce energía, pero libera  $\text{CO}_2$  a la atmósfera;
- ~ la fermentación que se genera en el estómago del ganado produce metano, que se libera luego a la atmósfera;
- ~ este metano puede utilizarse en lugar de los combustibles fósiles como fuente de energía barata;
- ~ los gases liberados a la atmósfera durante la combustión y la fermentación contribuyen al efecto invernadero y, por tanto, al calentamiento global.

### PALABRAS CLAVE

Carbono, metano, fermentación, energías renovables y no renovables

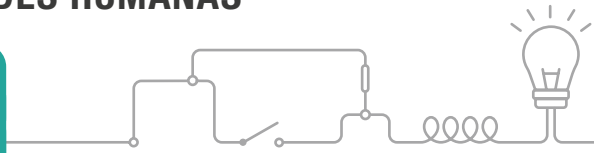
### MÉTODOS DE ENSEÑANZA

Experimentación, análisis de documentos

## PREPARACIÓN 10 MIN

### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Esta lección opcional se centra en dos flujos del ciclo del carbono: la combustión y la fermentación. Lo ideal es que sea la continuación de la lección anterior sobre el ciclo del carbono y pueda impartirse junto a la actividad A5, que abarca otros flujos de carbono.



### MATERIAL

- **HOJAS DE TRABAJO A6.1 y A6.2** (se pueden mostrar a toda la clase).
- **HOJAS DE TRABAJO A6.3, A6.4 y A6.5** (una copia para cada pareja de alumnos).
- Dos pequeños frascos de cristal con tapadera, preferiblemente con un cuello para evitar que el  $\text{CO}_2$  salga demasiado rápido.
- Un pequeño trozo de carbón vegetal (bien quemado) o de madera o un corcho, lo suficientemente pequeño como para que quepa fácilmente en el frasco (intente tomar muestras del mismo peso). También puede utilizar diferentes materiales, según lo que tenga a su disposición o lo que le sugieran los alumnos (gasoil, turba, etc.).
- Guantes ignífugos
- Un encendedor o caja de cerillas
- Alicates para sujetar el trozo de carbón o madera
- Agua de cal (para prepararla, diluya hidróxido de calcio en agua, déjelo reposar durante un rato y vierta luego la solución transparente en un nuevo recipiente, asegurándose de que el precipitado no disuelto se quede el fondo. Asegúrese de que el recipiente esté bien cerrado. Utilice la solución de agua de cal clara para su experimento).

## INTRODUCCIÓN 10 MIN

Pida a los alumnos que recapitulen lo que han aprendido en la lección anterior (A4) sobre los depósitos de carbono de la Tierra y los flujos de átomos de carbono entre ellos. Explique que esta lección se centrará en las actividades humanas que influyen en el ciclo del carbono. Para estudiar estas actividades, los alumnos tendrán que ayudar a un ganadero que cría animales y quiere reducir su impacto en el medio ambiente. En la actualidad utiliza combustibles fósiles como principal fuente de energía, pero acaba de ver los documentos de la **HOJA DE TRABAJO A6.1** y es un poco escéptico respecto a la relación entre el uso de combustibles fósiles y las emisiones de dióxido de carbono. Los alumnos tendrán que demostrarle que el uso de combustibles fósiles emite dióxido de carbono y convencerle de que utilice fuentes de energía alternativa.

## PROCEDIMIENTO 1 H 10 MIN

### PARTE 1: COMBUSTIÓN 40 MIN

A continuación sugerimos algunas preguntas clave para dirigir un debate en clase sobre el tema de la energía. Anote las respuestas de sus alumnos en la pizarra.

1. Reparta o muestra a la clase la **HOJA DE TRABAJO A6.1** y pida a sus alumnos que la analicen. *¿Qué pueden observar sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al uso de combustibles fósiles desde 1850? ¿Cómo pueden explicar esto?* (debido a las actividades humanas: transporte, producción de electricidad, industrias, etc.).

#### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

En esta hoja de trabajo, proponemos dos niveles de dificultad: el primer gráfico es para los alumnos más jóvenes, mientras que el segundo puede utilizarse con alumnos más avanzados. Este último se centra en los cinco países que más CO<sub>2</sub> emiten y, por tanto, puede utilizarse para abordar cuestiones de justicia climática. Es usted quien debe elegir el documento que mejor se adapte al nivel de sus alumnos.

2. Si decide utilizar la segunda parte de la **HOJA DE TRABAJO A6.1**, pida primero a los alumnos que analicen el gráfico para identificar a los países que más contribuyen a las emisiones de CO<sub>2</sub> y, también, cómo esas proporciones han cambiado en las últimas décadas. A continuación, organice un debate en clase sobre si todos los países deben reducir sus emisiones por igual o si las reducciones deben ser proporcionales a las contribuciones a las emisiones de CO<sub>2</sub>. *¿Deben tenerse en cuenta otros parámetros como el índice de desarrollo, la calidad de vida, etc.?* Pídales que justifiquen sus respuestas.

3. Explique que muchas de las principales actividades humanas requieren energía y que para obtener dicha energía se necesitan principalmente combustibles fósiles. *Teniendo en cuenta que los combustibles fósiles deben quemarse para ser utilizados, ¿cómo pueden demostrar al agricultor que la quema de combustibles fósiles genera dióxido de carbono? ¿Se le ocurre algún experimento?*

4. Este es el tipo de experimento que se podría montar (puede elegir hacer el experimento como demostración del profesor o, bien, dejar que los alumnos lo hagan ellos mismos en grupos):

- Prenda el trozo de carbón o madera.
- Póngalo en un frasco y ciérrelo inmediatamente, dejando que el carbón o la madera se queme dentro. Espere hasta que dejen de arder.
- Procurando que no se escape el aire del interior del frasco, que contiene dióxido de carbono, saque rápidamente y con cuidado la madera o el carbón (usando guantes de protección) y vierta un poco de agua de cal.
- Cierre el frasco con la tapadera y agítelo. Si los alumnos han hecho experimentos con agua de cal antes, pídale que recuerden cómo reacciona con el dióxido de carbono; si no, explique la reacción.
- Para comparar, vierta la misma cantidad de agua de cal en otro frasco vacío y agítelo.
- Coloque los dos tarros uno al lado del otro y observe.
- Los alumnos observarán que el agua de cal se enturbia en el primer tarro, pero no en el segundo, lo que indica que se produjo CO<sub>2</sub> durante la combustión.

#### → CONSEJOS PARA EL PROFESOR

Si este experimento lo realizan grupos de alumnos, pídale que prueben diferentes combustibles del mismo peso para ver si todos producen CO<sub>2</sub> y cuáles producen más CO<sub>2</sub> (medido indirectamente por el grado de turbidez del agua de cal).

5. Pida a todos los grupos que compartan y recolecten sus resultados para sacar conclusiones a partir de los datos colectivos: la quema de diferentes materiales (incluidos los recursos fósiles) produce CO<sub>2</sub> y la cantidad de CO<sub>2</sub> producida depende del material. Por lo tanto, al utilizar recursos fósiles, los seres humanos están aumentando el flujo de carbono a la atmósfera.

6. Explique a sus alumnos que ahora que el ganadero está convencido de que el uso de recursos fósiles genera emisiones de CO<sub>2</sub>, tendrán que ayudarlo a encontrar una fuente de energía alternativa. *¿Qué fuentes de energía conocen?* Se puede mostrar o distribuir la **HOJA DE TRABAJO A6.2** para que los alumnos identifiquen distintas fuentes de energía. *¿Cuáles son las diferencias entre las fuentes de energía renovables y las no renovables?* Las energías renovables proceden de fuentes que no se agotan o que pueden reponerse en poco tiempo (eólica, hidráulica, solar, biomasa, geotérmica, etc.). En cambio, la energía no renovable procede de fuentes que no pueden reponerse rápidamente: petróleo, carbón, gas natural, energía nuclear, etc.

1. Explique a sus alumnos que van a estudiar ahora una fuente de energía renovable llamada “biomasa”, es decir, procedente de la materia orgánica producida por los seres vivos. En el caso de nuestro ganadero, bien podría considerar el uso del “biogás” como fuente de energía. Para explicarle cómo podría utilizar este tipo de energía, comente a sus alumnos que van a trabajar juntos en grupos de 6

y que cada pareja de alumnos se centrará en un aspecto del uso del biogás:

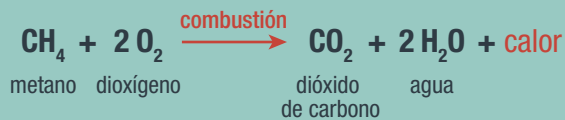
- ¿Qué es el biogás?
- ¿De dónde proviene?
- ¿Cómo se puede utilizar?
- ¿Por qué es una buena idea utilizarlo en lugar de dejar que se libere metano a la atmósfera?
- ¿Por qué podemos considerarla como una fuente de energía renovable?

### INFORMACIÓN DE REFERENCIA PARA EL PROFESOR

La combustión y la fermentación forman parte del ciclo del carbono, ya que conducen a la producción de dióxido de carbono que se libera a la atmósfera.

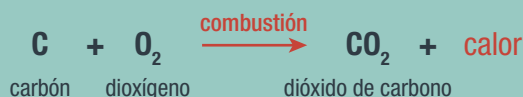
#### COMBUSTIÓN

La combustión —también conocida como “quema”— es una reacción química entre un material combustible (por ejemplo, la madera) y un oxidante (oxígeno, en la mayoría de los casos). La combustión de recursos fósiles consiste en la quema de carbono orgánico (carbón, petróleo, gas natural, etc.), la cual libera dióxido de carbono y agua, según la siguiente reacción química:



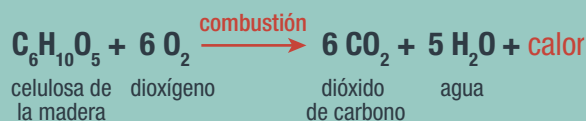
Según esta ecuación, la quema de metano libera dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), un gas que representó el 65 % del total de las emisiones de GEI (gases de efecto invernadero) en 2010<sup>1</sup>. Así pues, la combustión es responsable del calentamiento global porque libera CO<sub>2</sub>. El metano es solo un ejemplo entre muchos otros; la quema de madera o carbón también libera dióxido de carbono, tal y como se muestra continuación:

#### Quema de carbón:



#### Quema de madera

(suponiendo que está compuesta solo por celulosa):



#### FERMENTACIÓN

La fermentación es un proceso natural que se produce en algunos seres vivos: en el estómago de las vacas, por ejemplo, un gran número de bacterias metanogénicas liberan metano a partir de las moléculas de la hierba ingerida. La diferencia con la combustión radica en la naturaleza de las moléculas de carbono producidas, ya que **la fermentación libera metano (CH<sub>4</sub>) y no dióxido de carbono**. Este metano se libera directamente a la atmósfera a través de flatulencias y eructos, pero también de los excrementos, contribuyendo de esta forma al efecto invernadero.

Este es un buen ejemplo para demostrar que la lucha contra el cambio climático no consiste únicamente en eliminar o reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>, dado que a dicho cambio contribuyen también otros gases de efecto invernadero. Además, **el metano es aún peor para el calentamiento global que el dióxido de carbono**, ya que la “capacidad de calentamiento” de una tonelada de metano es 28 veces superior a la de la misma cantidad de CO<sub>2</sub>.

Recientemente se ha desarrollado un método llamado “**metanización**” para utilizar directamente este metano para producir energía. En este proceso, el biogás (que contiene metano) se produce a partir de la fermentación de residuos de alimentos o estiércol de vaca. Este biogás se almacena en un contenedor cerrado y se distribuye a diferentes lugares a través de una red de tuberías con válvulas. El biogás se utiliza después para diversos fines, como cocinar, producir agua caliente o calor para las viviendas, etc. Se trata de una forma eficaz de reducir los residuos y, a la vez, de producir energía barata. Este método ya se utiliza en algunos países y, en 2014, representó el 14 % del consumo mundial de energía<sup>2</sup>.

1 <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>  
 2 [https://worldbioenergy.org/uploads/WBA%20GBS%202017\\_hq.pdf](https://worldbioenergy.org/uploads/WBA%20GBS%202017_hq.pdf)

2. Para hacer todo esto, cada pareja de alumnos tendrá un papel específico en su grupo (distribuya las **HOJAS DE TRABAJO A6.3** a **A6.5**, según el rol que le haya tocado):

- *veterinario*: **HOJA DE TRABAJO A6.3**
- *activista medioambiental*: **HOJA DE TRABAJO A6.4**
- *ingeniero*: **HOJA DE TRABAJO A6.5**

3. Cada pareja de “expertos” debe analizar sus documentos para encontrar la información solicitada.

## CONCLUSIÓN 10 MIN

En grupos de 6, los alumnos pueden presentar lo que han aprendido (cómo se forma el metano, por qué puede representar una amenaza para el clima y cómo se pueden utilizar algunos residuos como fuente de energía renovable) en forma de presentación digital, de dibujo o de cartel gigante.

Su presentación debe explicar:

- La relación entre el uso de recursos fósiles y las emisiones de dióxido de carbono y el impacto que esto tiene en la atmósfera (la combustión produce dióxido de carbono, que se mueve rápidamente desde los depósitos de recursos fósiles a la atmósfera).
- La relación entre la ganadería y el aumento de las temperaturas (el ganado produce metano durante la fermentación y eso calienta la atmósfera).
- El uso que nosotros como humanos hacemos de esos procesos (ambos procesos producen energía). Las emisiones de metano podrían reducirse convirtiendo el metano producido por el ganado en biogás, lo que llevaría a la producción de energía.
- Las ventajas y los inconvenientes de la utilización de estos procesos (la combustión es la más utilizada y produce una enorme cantidad de energía, pero no es renovable; el biogás es una forma barata y fácil de obtener energía en muchas partes del mundo, pero actualmente está poco desarrollada y requiere infraestructuras).

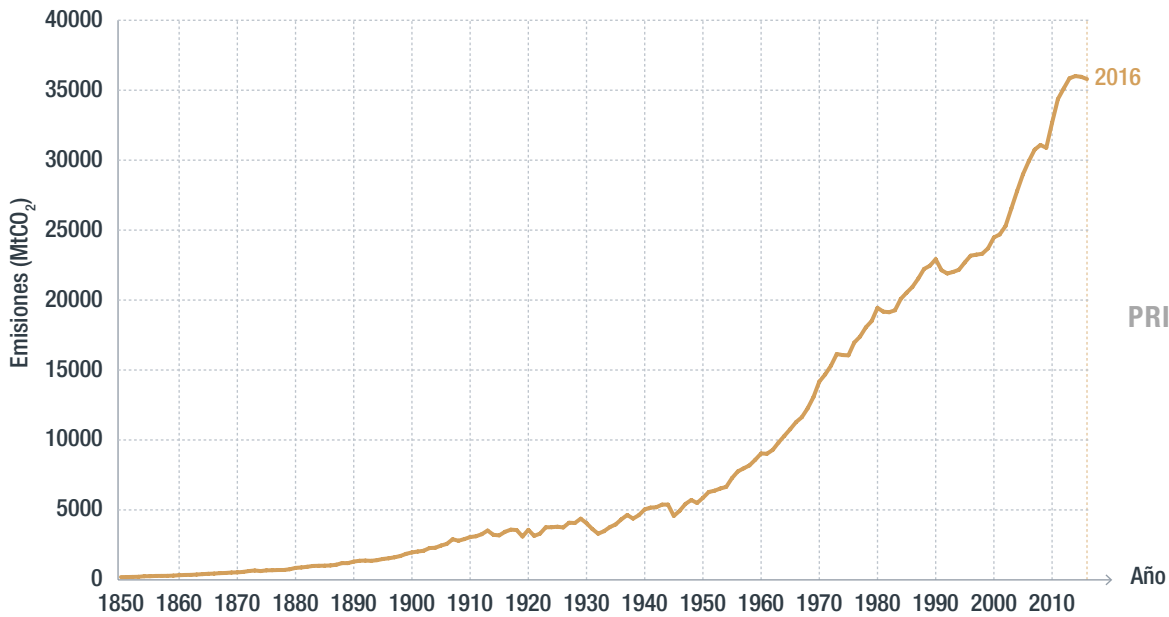




# HOJA DE TRABAJO A6.1

## DOCUMENTO 1: EMISIONES MUNDIALES DE CO<sub>2</sub> ASOCIADAS A LOS COMBUSTIBLES FÓSILES ENTRE 1850 Y 2016

Este documento muestra las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por la utilización de combustibles fósiles en todo el mundo desde 1850.

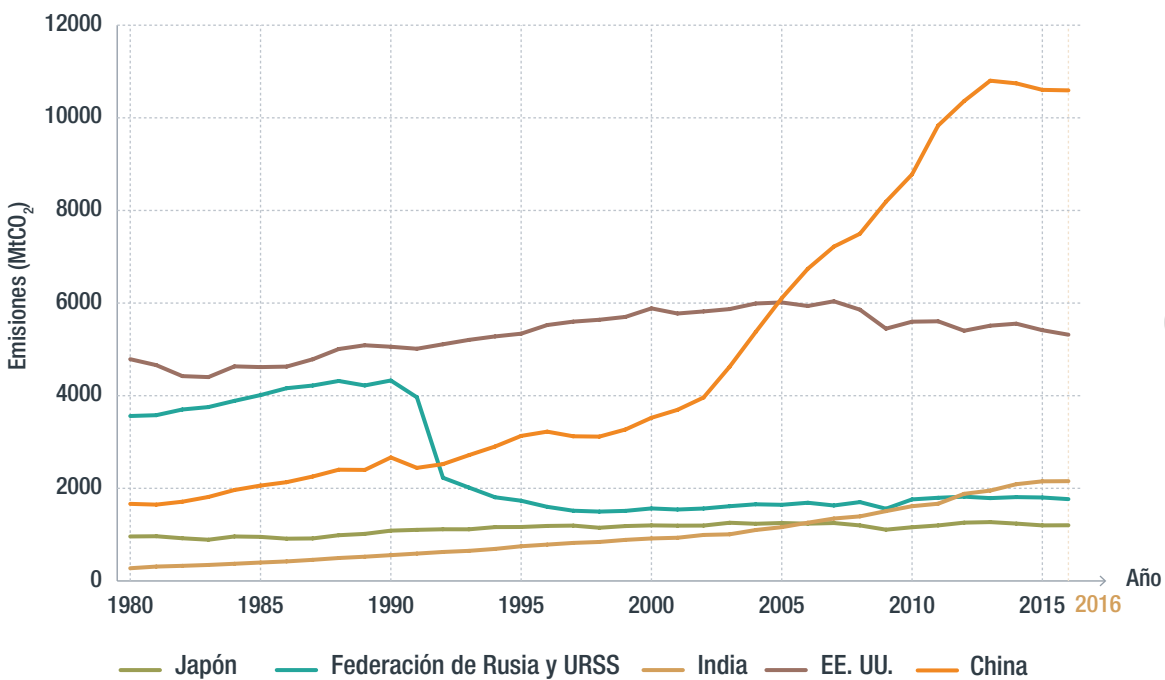


MtCO<sub>2</sub> equivale a "millón de toneladas de dióxido de carbono".

Fuente: US EIA Historical Statistics for 1980-2016. US Energy Information Administration, World Bank, Gampinder.org, via: <https://www.theshiftdataportal.org>

## DOCUMENTO 2: EMISIONES DE CO<sub>2</sub> ASOCIADAS A LOS COMBUSTIBLES FÓSILES ENTRE 1980 Y 2016

Este documento muestra las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por la utilización de combustibles fósiles en 5 países desde 1980.



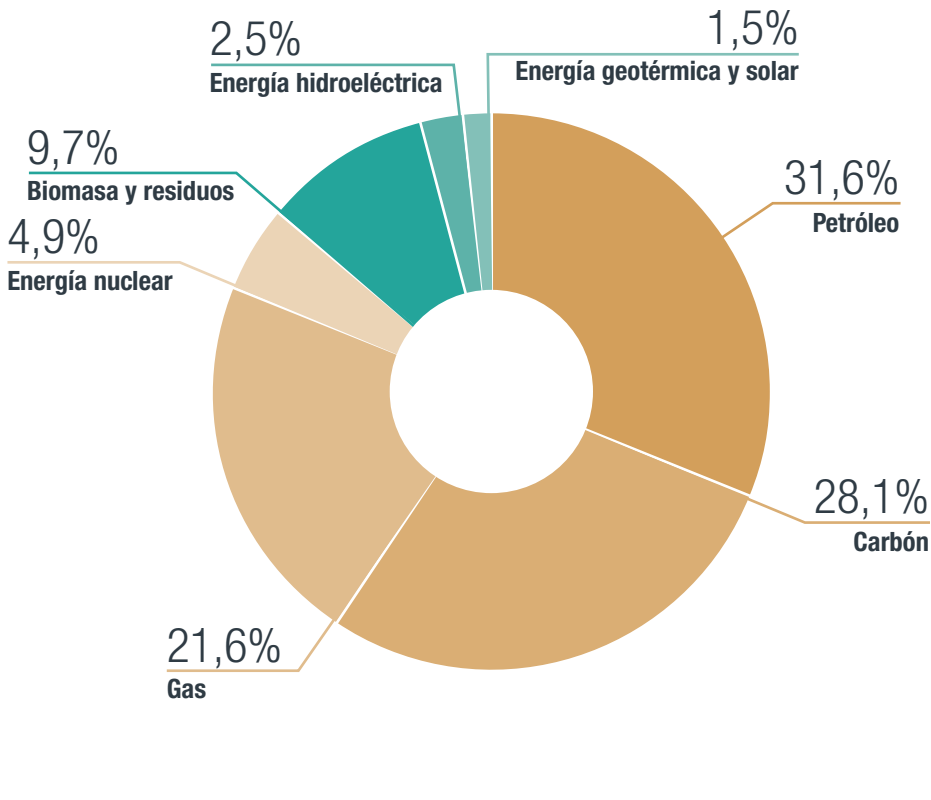
MtCO<sub>2</sub> equivale a "millón de toneladas de dióxido de carbono".

Fuente: US EIA Historical Statistics for 1980-2016. US Energy Information Administration, World Bank, Gampinder.org, via: <https://www.theshiftdataportal.org>



Este documento muestra la distribución de la energía utilizada según las diferentes fuentes:

- ¿Cuál es la principal fuente de energía en el mundo actualmente?
- ¿Es un recurso renovable o no renovable?



**En 50 años, la población mundial se ha multiplicado por 2,5, pero el consumo de energía se ha multiplicado por 5!**

Fuente: adaptado de la guía «Comment agir pour la planète?», ADEME, pág. 5

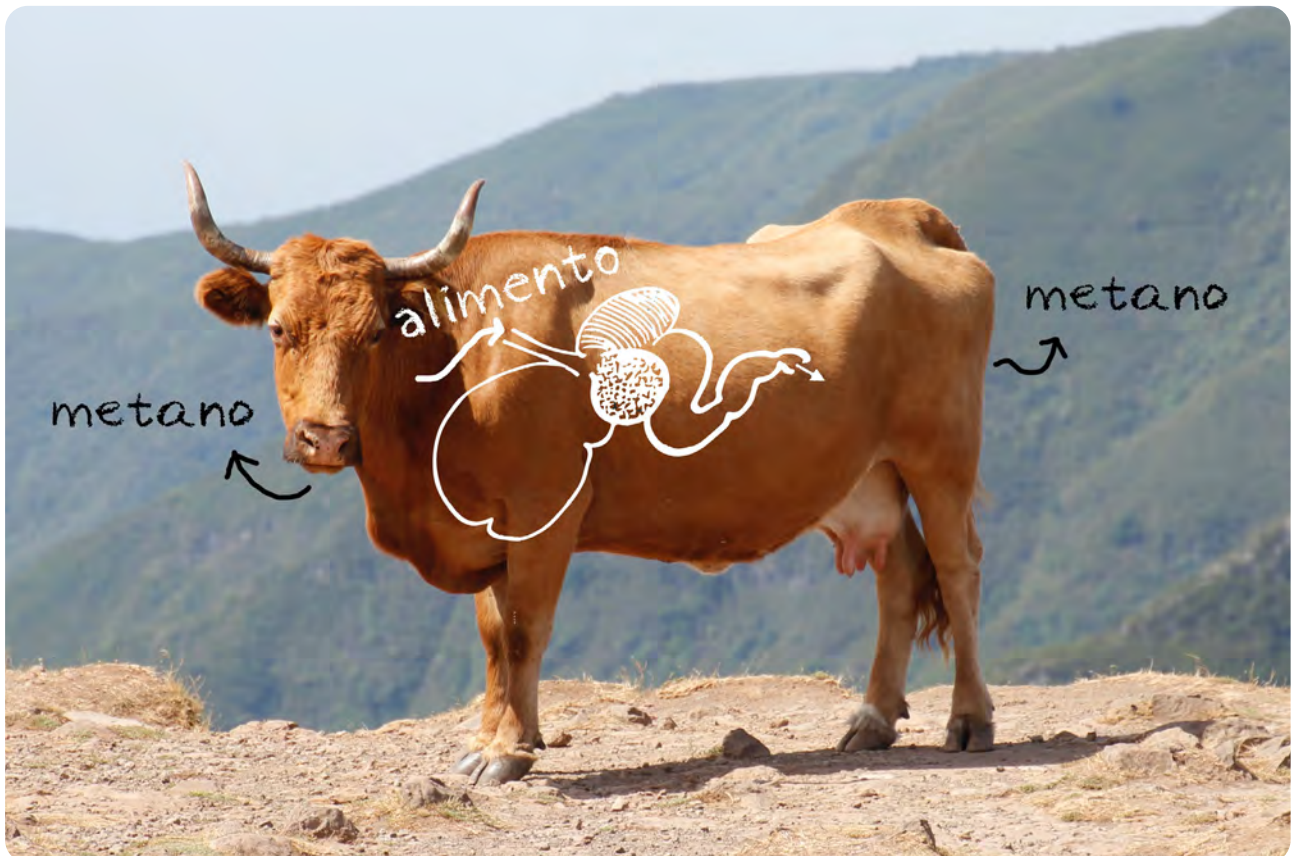


## VETERINARIOS

- ➔ Tarea: Son veterinarios y tienen que explicarle al ganadero cómo puede “utilizar” a su ganado como fuente de energía. Con ayuda del siguiente documento, expliquen qué ocurre cuando las vacas pastan y cómo eso podría utilizarse como fuente de energía.

Las vacas, al igual que otros rumiantes, tienen un estómago peculiar: de hecho, ¡no tienen uno, sino 4! Cada “bolsa” o cavidad del estómago contiene millones de microbios que descomponen los pastos y producen energía utilizable para la vaca. En este proceso **también producen metano**, un gas rico en carbono que se libera luego a la atmósfera a través de los eructos y flatulencias de las vacas y también de sus excrementos. Puesto que no podemos recoger el metano de los eructos y las flatulencias, ¿podríamos al menos recuperar el metano del estiércol?

El gas natural que se utiliza como fuente de energía en algunos hogares e industrias está compuesto en un 90 % por metano. Este metano puede producirse a partir de la descomposición del estiércol de las vacas y de otras materias orgánicas.





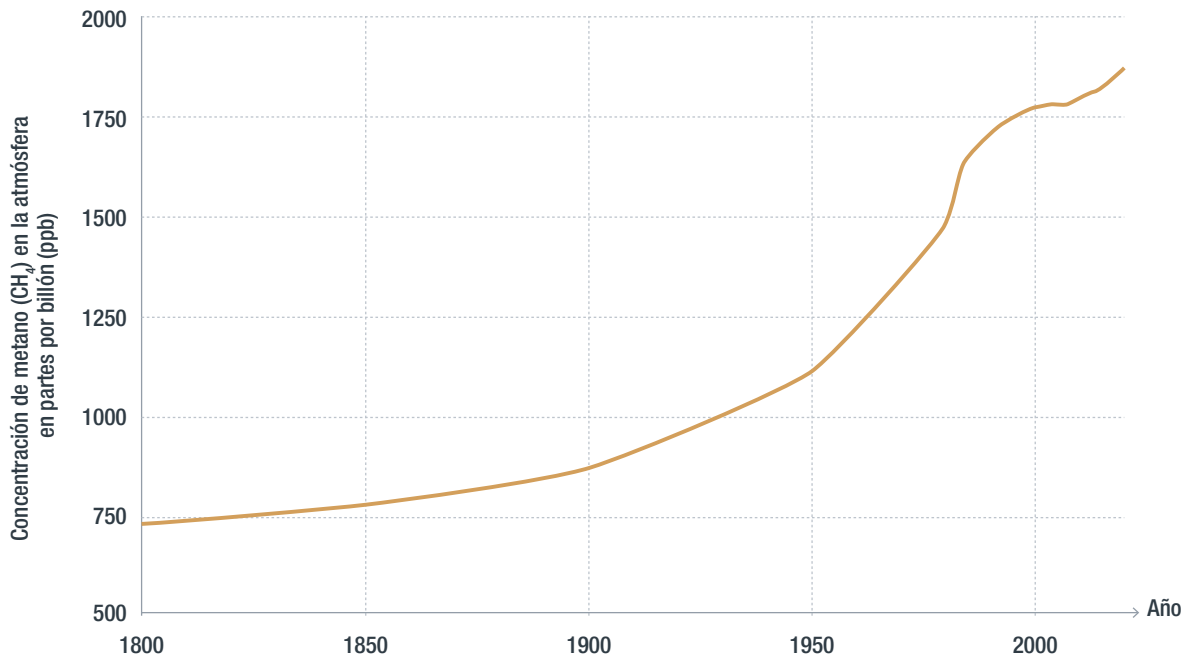
## ACTIVISTAS MEDIOAMBIENTALES

- ➔ Tarea: Son activistas medioambientales y tienen que explicarle al ganadero por qué las vacas pueden ser una amenaza para el clima. Con ayuda del siguiente documento, expliquen cómo han cambiado los niveles de metano en la atmósfera en el último siglo y por qué eso podría ser un problema.

El siguiente documento muestra los cambios en los niveles de metano ( $\text{CH}_4$ ) en la atmósfera desde 1800.

El metano es un **gas de efecto invernadero** que se produce en la agricultura. Es más potente que el dióxido de carbono, ya que puede calentar la atmósfera hasta **30 veces más que el  $\text{CO}_2$** .

### EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN MUNDIAL DE METANO EN LA ATMÓSFERA DESDE 1800



Fuente: Adaptado de <https://www.methanelevels.org>





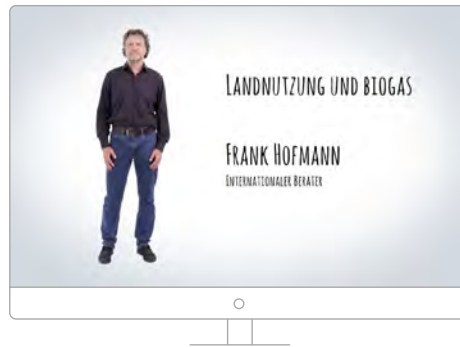
## INGENIEROS

➔ Tarea: Son ingenieros y tienen que explicarle al ganadero cómo puede producir energía a partir del estiércol de sus vacas. Con ayuda de los siguientes documentos, expliquen cómo se puede producir biogás a partir de los residuos y por qué el biogás puede considerarse una fuente de energía renovable.

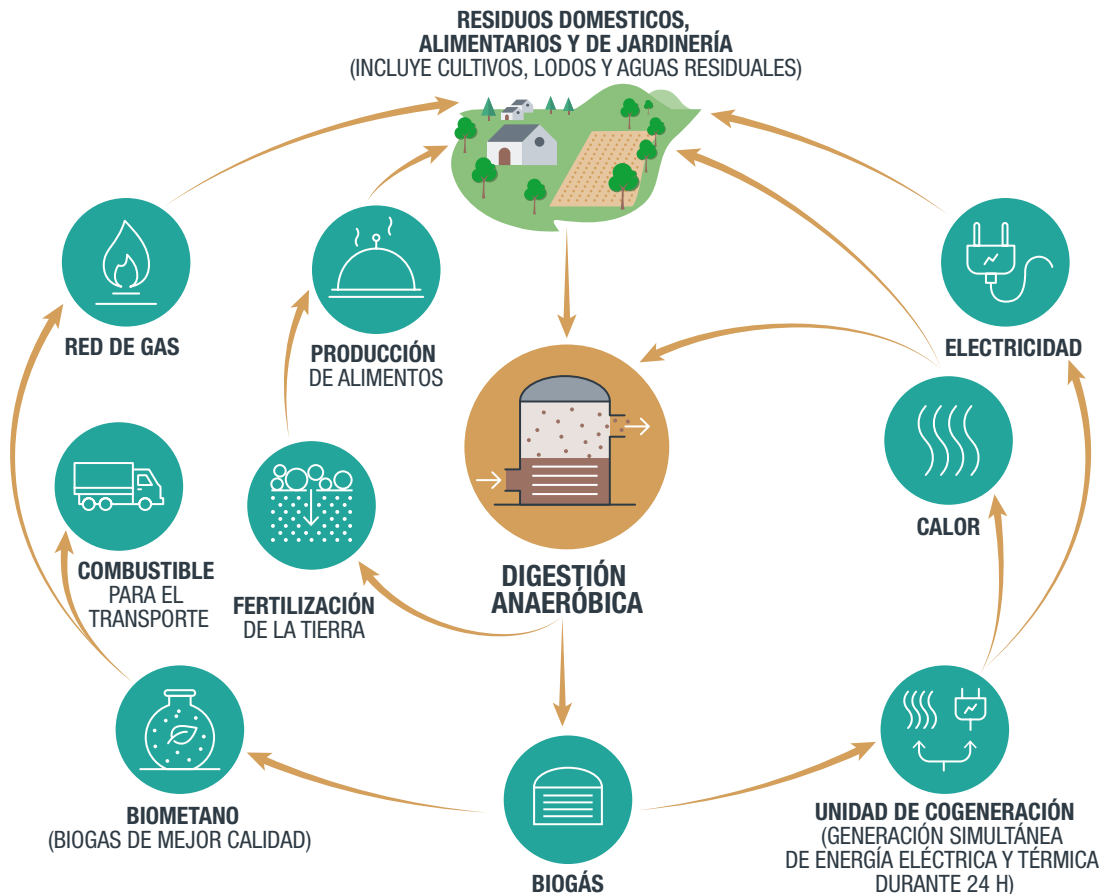
### DOCUMENTO 1: VIDEO SOBRE LA METANIZACIÓN



<https://arco.de/bcsSMu>



### DOCUMENTO 2: LOS DISTINTOS USOS DEL BIOGÁS



Fuente: <https://adbioreources.org/about-ad/>