

dióxido de carbono – carbon dioxide

Authored by
memjavad

November 12, 2025

RECOMMENDED CITATION

memjavad (2025). *dióxido de carbono – carbon dioxide*. Spanish Psychological Databases.
Retrieved from <https://spanish.arabpsychology.com/?p=3925>

Dióxido de Carbono

Primary Disciplinary Field(s): Química, Física Atmosférica, Biología, Ciencias Ambientales

1. Definición Central

El dióxido de carbono, comúnmente abreviado como **CO₂**, es un compuesto químico fundamental, vital para la vida en la Tierra y crucial en la regulación del clima global. Químicamente, se trata de una molécula inorgánica compuesta por un átomo de carbono y dos átomos de oxígeno unidos covalentemente, formando una estructura lineal. En condiciones estándar de presión y temperatura, el CO₂ existe como un gas incoloro, inodoro y no inflamable, que es aproximadamente 1.5 veces más denso que el aire, una propiedad que históricamente dificultó su identificación y manejo. Aunque es un componente minoritario de la atmósfera terrestre (actualmente alrededor de 420 partes por millón), su papel en la absorción y reemisión de radiación infrarroja lo clasifica como el gas de efecto invernadero **antropogénico** más significativo, impulsando el calentamiento global observado.

La presencia de CO₂ en la atmósfera es el resultado de una compleja interacción de procesos naturales y actividades humanas. Los procesos naturales incluyen la respiración celular de organismos aeróbicos, la descomposición de materia orgánica y las erupciones volcánicas. Sin embargo, desde el inicio de la **Revolución Industrial**, las emisiones de CO₂ provenientes de la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) y los cambios en el uso del suelo han superado la capacidad de los sumideros naturales (como los océanos y los bosques) para absorberlo, provocando un aumento sostenido de su concentración atmosférica. Este desequilibrio es la causa primaria del cambio climático contemporáneo, alterando los patrones meteorológicos, elevando las temperaturas promedio globales y afectando la estabilidad ecológica.

Desde una perspectiva termodinámica y ambiental, el CO₂ actúa como el principal vector a través del cual el carbono se mueve entre los principales reservorios terrestres. Su importancia no se limita a la atmósfera; su solubilidad en agua permite que se disuelva en los océanos, formando ácido carbónico, lo que tiene profundas implicaciones para la química marina. Comprender la dinámica del dióxido de carbono es, por lo tanto, esencial para abordar desafíos que abarcan desde la seguridad alimentaria (a través de la fotosíntesis) hasta la mitigación de la crisis climática, requiriendo un análisis interdisciplinario que involucra la química, la física, la biología y las ciencias políticas.

2. Estructura y Propiedades Físico-Químicas

La estructura molecular del dióxido de carbono es notoriamente simple, pero sus propiedades son complejas y variadas. La molécula de CO₂ presenta una geometría lineal donde el átomo de

carbono central está unido a cada átomo de oxígeno mediante dobles enlaces covalentes, con una hibridación sp . Aunque los enlaces individuales $C=O$ son polares debido a la diferencia de electronegatividad entre el carbono y el oxígeno, la simetría lineal de la molécula (los momentos dipolares se cancelan) resulta en una molécula apolar neta. Esta apolaridad influye en sus interacciones intermoleculares, lo que explica su estado gaseoso a temperatura ambiente y la necesidad de bajas temperaturas o altas presiones para licuarlo.

Una propiedad físico-química distintiva del CO_2 es su diagrama de fases. A presión atmosférica normal (1 atm), el dióxido de carbono no existe en estado líquido; en su lugar, el sólido (conocido como **hielo seco**) sublima directamente a gas a una temperatura de $-78.5\text{ }^{\circ}C$. El punto triple del CO_2 , donde coexisten los tres estados (sólido, líquido y gas), se encuentra a 5.1 atm y $-56.6\text{ }^{\circ}C$. Para que el CO_2 sea líquido a temperatura ambiente, debe estar sometido a una presión superior a 5.1 atm, lo que es relevante para su almacenamiento y transporte industrial. Además, el CO_2 puede existir como un fluido supercrítico por encima de su temperatura y presión críticas ($31.1\text{ }^{\circ}C$ y 73.8 atm), un estado que posee propiedades intermedias entre un gas y un líquido y que se utiliza en procesos de extracción y limpieza industrial.

La interacción del dióxido de carbono con la luz infrarroja es la base de su impacto climático. El CO_2 es transparente a la radiación solar visible (onda corta) que llega a la Tierra, pero es un potente absorbedor de la radiación infrarroja (onda larga) emitida por la superficie terrestre. Esta absorción ocurre debido a los modos de vibración molecular de la molécula de CO_2 : la flexión y el estiramiento asimétrico. Cuando la molécula absorbe energía en estas longitudes de onda específicas, se excita y luego reemite la energía en todas direcciones, devolviendo una porción significativa hacia la superficie terrestre, lo que resulta en el atrapamiento de calor o **efecto invernadero**. La eficiencia del CO_2 como gas de efecto invernadero, junto con su larga vida atmosférica (que puede superar los 100 años), lo convierte en el principal impulsor del forzamiento radiativo global.

3. Descubrimiento Histórico y Etimología

El reconocimiento del dióxido de carbono como una entidad química distinta se remonta al siglo XVII. El químico y médico flamenco [Jan Baptista van Helmont](#) fue el primero en identificar una sustancia gaseosa diferente al aire atmosférico que se producía durante la quema de carbón y la fermentación. Van Helmont acuñó el término griego *chaos* para estas sustancias, del cual derivó la palabra moderna "gas". Específicamente, al CO_2 lo llamó ***gas sylvestre*** (gas silvestre), reconociendo su origen en la madera y el carbón, y notando que no podía ser contenido en recipientes abiertos ni disolverse fácilmente en agua.

El estudio sistemático y la caracterización formal del CO_2 se lograron en el siglo XVIII gracias al trabajo del químico escocés [Joseph Black](#). Black, a mediados de la década de 1750, demostró

que el gas liberado al calentar carbonato de magnesio o carbonato de calcio era el mismo que se producía en la respiración y la fermentación. Black lo denominó "aire fijo" (*fixed air*), debido a que podía ser "fijado" o absorbido por la cal viva. Su trabajo no solo diferenció el CO₂ del aire atmosférico, sino que también sentó las bases para la química cuantitativa al demostrar que este gas tenía un peso medible y participaba en reacciones reversibles, estableciendo un hito en la comprensión de los gases.

El entendimiento de la relevancia atmosférica del CO₂ llegó más tarde. A principios del siglo XIX, Joseph Fourier propuso por primera vez la idea del efecto invernadero, sugiriendo que la atmósfera actuaba como el cristal de un invernadero. Posteriormente, en la década de 1860, [John Tyndall](#) demostró experimentalmente que el vapor de agua y el dióxido de carbono eran los principales gases responsables de absorber y reemitir la radiación de calor, confirmando su papel crucial en la temperatura terrestre. El término "dióxido de carbono" es una denominación moderna y sistemática que refleja su composición estequiométrica, mientras que su impacto climático se ha convertido en el foco de la investigación científica global desde finales del siglo XX.

4. El Ciclo del Carbono

El dióxido de carbono es la molécula central alrededor de la cual opera el **ciclo biogeoquímico del carbono**, un sistema complejo que regula el intercambio de carbono entre los principales reservorios terrestres: la atmósfera, la hidrosfera (océanos), la biosfera terrestre (plantas y suelos) y la litosfera (rocas y sedimentos). Este ciclo se mantiene en un equilibrio dinámico natural, donde las tasas de liberación y absorción de CO₂ se compensan mutuamente a lo largo de escalas de tiempo geológicas. Los flujos rápidos incluyen la fotosíntesis y la respiración, mientras que los flujos lentos implican la meteorización de las rocas y la formación de combustibles fósiles.

Dentro del ciclo, los océanos representan el mayor reservorio activo de carbono, almacenando enormes cantidades de CO₂ disuelto. El intercambio aire-mar está regido por la ley de Henry, que establece que la cantidad de gas disuelto es proporcional a la presión parcial del gas en la atmósfera. Cuando la concentración atmosférica de CO₂ aumenta, más gas se disuelve en el agua de mar, actuando como un sumidero vital que ha absorbido aproximadamente un tercio de las emisiones antropogénicas totales. Sin embargo, este proceso tiene un costo ambiental significativo: la formación de ácido carbónico reduce el pH del agua de mar, un fenómeno conocido como **acidificación oceánica**, que amenaza los organismos calcificadores como los corales y los moluscos.

La intervención humana ha alterado fundamentalmente este ciclo. La quema de combustibles fósiles libera carbono que había estado secuestrado en la litosfera durante millones de años, inyectándolo rápidamente en la atmósfera en forma de CO₂. Simultáneamente, la deforestación y los cambios en el uso del suelo reducen la capacidad de la biosfera terrestre para absorber CO₂ a

través de la fotosíntesis. La tasa actual de inyección de carbono excede con creces la capacidad de los sumideros naturales para reabsorberlo, resultando en un aumento neto de la concentración atmosférica. Monitorear y modelar estos flujos, especialmente el destino del carbono que no permanece en la atmósfera (el denominado 'sumidero faltante'), es crucial para predecir trayectorias climáticas futuras.

5. Funciones Biológicas: Respiración y Fotosíntesis

En el contexto biológico, el dióxido de carbono desempeña un doble papel esencial: es la principal fuente de carbono para la producción de biomasa en los organismos autótrofos y es el producto de desecho universal del metabolismo energético en los organismos heterótrofos. Este intercambio define la base de la mayoría de las cadenas alimentarias terrestres y acuáticas. La **fotosíntesis**, el proceso realizado por plantas, algas y ciertas bacterias, utiliza la energía lumínica para convertir el CO₂ atmosférico y el agua en glucosa y oxígeno, fijando así el carbono inorgánico en formas orgánicas utilizables. Este proceso se lleva a cabo principalmente a través del ciclo de Calvin, que es fundamental para la vida tal como la conocemos.

En contraste, la **respiración celular** es el proceso mediante el cual los organismos, incluidos los autótrofos y los heterótrofos, oxidan moléculas orgánicas (como la glucosa) para liberar energía metabólica (ATP). El dióxido de carbono es el subproducto final de esta oxidación. En los animales, el CO₂ producido en las células viaja a través del torrente sanguíneo hacia los pulmones, donde se intercambia por oxígeno y se exhala. Este mecanismo no solo elimina un desecho metabólico, sino que también es crucial para el mantenimiento del equilibrio ácido-base (pH) de la sangre, ya que el CO₂ se disuelve para formar ácido carbónico, participando en el sistema tampón del bicarbonato.

La concentración de CO₂ es un regulador biológico directo. En el cuerpo humano, la concentración de CO₂ en la sangre arterial es el principal estímulo para la respiración, mucho más que la concentración de oxígeno. Un aumento en la presión parcial de CO₂ (hipercapnia) estimula los quimiorreceptores, lo que resulta en un aumento de la frecuencia respiratoria para eliminar el exceso de gas. A nivel ecológico, la disponibilidad de CO₂ atmosférico puede limitar la tasa de crecimiento de las plantas, aunque el efecto de la fertilización con CO₂ (el aumento del crecimiento de las plantas debido al aumento de CO₂) es complejo y está limitado por la disponibilidad de otros nutrientes, como el nitrógeno y el fósforo.

6. Importancia Atmosférica y Cambio Climático

La relevancia primordial del dióxido de carbono en la ciencia contemporánea reside en su función como el gas de efecto invernadero de mayor impacto en el forzamiento radiativo positivo de la Tierra. El aumento constante de su concentración atmosférica, documentado de forma precisa

desde 1958 por el registro de [Charles Keeling en Mauna Loa](#) (Curva de Keeling), muestra un patrón ascendente ininterrumpido. Las concentraciones preindustriales (alrededor de 1750) se estiman en aproximadamente 280 partes por millón (ppm). En la actualidad, esta cifra ha superado consistentemente las 420 ppm, un incremento de más del 50% que correlaciona directamente con el calentamiento medio global de la superficie terrestre.

El impacto climático se debe al aumento de la capacidad de la atmósfera para retener calor. Aunque el CO₂ no es el gas de efecto invernadero más potente por molécula (el metano y los clorofluorocarbonos tienen mayores potenciales de calentamiento global por unidad de masa), su abundancia y su vida útil extremadamente larga lo convierten en el principal contribuyente al forzamiento radiativo total. Este forzamiento provoca una serie de efectos en cascada, incluyendo el derretimiento de los casquetes polares y glaciares, la elevación del nivel del mar, y la intensificación de eventos climáticos extremos, afectando la seguridad hídrica y alimentaria en todo el mundo. El [IPCC](#) (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático) ha identificado la reducción drástica de las emisiones de CO₂ como la acción más urgente para estabilizar el sistema climático.

Además del calentamiento global, el exceso de CO₂ atmosférico provoca el ya mencionado fenómeno de la acidificación oceánica. La absorción de CO₂ por el agua de mar desplaza el equilibrio químico del carbonato, reduciendo la disponibilidad de iones carbonato, que son esenciales para que muchos organismos marinos construyan sus conchas y esqueletos de carbonato de calcio. Esta "otra cara" del problema del CO₂ representa una grave amenaza para la biodiversidad marina y los ecosistemas de arrecifes de coral. La mitigación efectiva del cambio climático requiere, por lo tanto, no solo frenar las emisiones, sino también desarrollar tecnologías de eliminación de dióxido de carbono que puedan reducir las concentraciones atmosféricas existentes.

7. Aplicaciones Industriales y Estrategias de Mitigación

A pesar de sus efectos adversos como contaminante climático, el dióxido de carbono posee numerosas y valiosas aplicaciones industriales. Una de las más comunes es su uso en la industria alimentaria para la **carbonatación** de bebidas refrescantes y cerveza, aprovechando su solubilidad bajo presión. En su forma sólida (hielo seco), se utiliza como agente refrigerante no tóxico, especialmente en el transporte de alimentos congelados o perecederos y en aplicaciones de limpieza criogénica. Además, el CO₂ es esencial en la industria química para la producción de urea (un fertilizante clave) y metanol, y se utiliza como gas inerte en algunos procesos de soldadura o como agente extintor de incendios, debido a que es más denso que el aire y no soporta la combustión.

En el sector energético, el CO₂ se utiliza en la técnica de **recuperación mejorada de petróleo**

(EOR), donde se inyecta en yacimientos petrolíferos maduros para aumentar la presión y facilitar la extracción del crudo restante. Esta aplicación ha generado interés en la posibilidad de combinar la extracción de energía con el secuestro de carbono, aunque la viabilidad ambiental neta de tales proyectos sigue siendo objeto de debate. Más recientemente, la investigación se ha centrado en el uso de CO₂ como materia prima (Carbon Capture and Utilization, CCU) para crear productos de valor añadido, como polímeros o combustibles sintéticos, buscando cerrar el ciclo del carbono industrial.

Las estrategias de mitigación climática se centran principalmente en la reducción de las emisiones y el desarrollo de tecnologías de captura. La **Captura y Almacenamiento de Carbono (CCS)** implica la captura de CO₂ de grandes fuentes fijas (como centrales eléctricas o cementeras) y su inyección permanente en formaciones geológicas subterráneas profundas, como acuíferos salinos o yacimientos de petróleo agotados. Si bien la CCS ofrece un método para descarbonizar industrias difíciles de electrificar, enfrenta desafíos significativos relacionados con el alto costo energético de la captura, la seguridad del almacenamiento a largo plazo y la aceptación pública. La implementación a gran escala de estas tecnologías es considerada indispensable para alcanzar los objetivos de limitación de la temperatura global establecidos en el [Acuerdo de París](#).

Lecturas Adicionales

[Dióxido de carbono \(Wikipedia\)](#)

[Jan Baptista van Helmont \(Wikipedia\)](#)

[Joseph Black \(Wikipedia\)](#)

[John Tyndall \(Wikipedia\)](#)

[Curva de Keeling \(Wikipedia\)](#)

[Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático \(IPCC\) \(Wikipedia\)](#)

[Acuerdo de París \(Wikipedia\)](#)

[Fotosíntesis \(Wikipedia\)](#)

[Respiración Celular \(Wikipedia\)](#)