



INFLUENCIA DEL CO₂ EN EL EFECTO INVERNADERO Y LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Dr. Roque Company Teuler

*Dudar no es malo,
lo malo es impedir que se dude*



INFLUENCIA DEL CO₂ EN EL EFECTO INVERNADERO Y LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Dr. Roque Company Teuler

INTRODUCCIÓN

Soy anestesiólogo.

Ya en los estudios de la Licenciatura en Medicina y Cirugía, en Fisiología Respiratoria, aprendimos la composición del aire atmosférico, como gas vector del que el organismo obtiene el oxígeno (O₂) necesario para su metabolismo y al que elimina el anhídrido carbónico (CO₂) como producto resultante del mismo.

En el quehacer del acto anestésico, el O₂ y CO₂ son monitorizados, medidos y registrados en **tiempo real** por un aparato llamado Capnógrafo Fig. 1a y 1b por varios motivos:

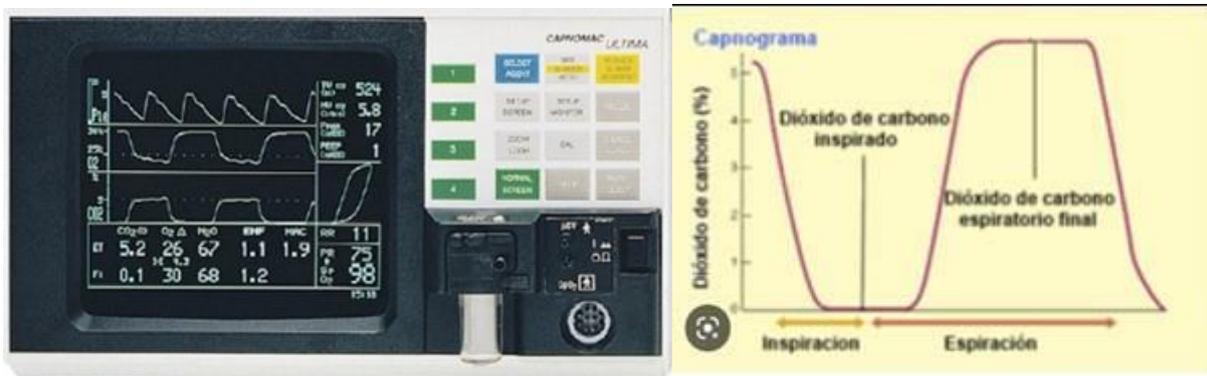


Figura 1a Monitor con capnografía

Figura. 1b Capnograma

1. Como producto de la respiración celular, el CO₂ es transportado por la sangre desde las células del organismo al pulmón y eliminado por este, en el proceso de la ventilación, a la atmósfera. Por este motivo, el conocimiento de las tasas de CO₂ eliminado nos aportan información tanto sobre el transporte (hemodinámica), como sobre el proceso ventilatorio.
2. Así mismo, en el acto anestésico durante la anestesia general, en ventilación controlada o asistida, es importante conocer el CO₂ para saber el estado hemodinámico y ventilatorio del paciente, detectar anomalías y prevenir accidentes.
3. Pero además, en la anestesia inhalatoria, con objeto de evitar el despilfarro de agente anestésico y la contaminación ambiental causada por la eliminación a la atmósfera, de agentes halogenados que afectan la capa de ozono; se utiliza el denominado circuito circular, en el que los gases espirados, son devueltos a la rama inspiratoria y junto a los gases frescos, vuelven a ser reintroducidos en el pulmón ¹ (Fig. 2)

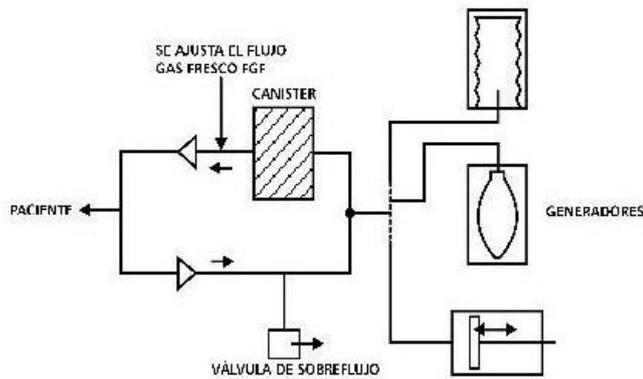


Figura 2. Componentes del circuito circular

Pero este proceso tiene un inconveniente. Si se vuelve a introducir en el pulmón el CO_2 de la ventilación precedente, este se irá acumulando progresivamente y generará efectos secundarios peligrosos para el organismo.

Por este motivo, en la rama inspiratoria se coloca un depósito de cal sodada o baritada (Cánister) (Fig. 3) cuyo objetivo es que el CO_2 que sale del pulmón, mediante una serie de reacciones químicas que producen calor y agua, quede retenido y no pase, de nuevo al pulmón¹.

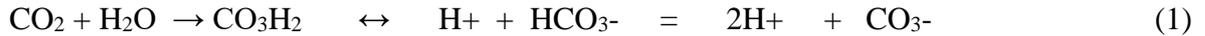


Figura 3 Cánister

La absorción del CO_2 tiene su aplicación en los circuitos de carácter circular en los que se busca la reutilización de los gases anestésicos, lo que conlleva la reinhalación total o parcial del gas inspirado. En estos casos la preceptiva eliminación del CO_2 espirado se consigue por medios químicos, aplicando el principio de la neutralización de un ácido (el ácido carbónico formado por la hidratación del CO_2), por una base. Los absorbentes depositados en el cánister se presentan en forma de gránulos (de 3 a 6 mm de diámetro), generalmente blancos, cuya composición es:

NaOH	4%
H ₂ O	14 - 19%
KOH	1%
Ca(OH) ₂	76 - 81%

La reacción por la cual se elimina el CO₂ es la siguiente:



El ácido carbónico así disociado reacciona con el hidróxido sódico disociado:



El carbonato sódico formado penetra entonces en el interior de los gránulos del absorbente y entra en contacto con el hidróxido de calcio:



La reacción es exotérmica (lo que produce el calentamiento de los gases), y conlleva la regeneración del hidróxido sódico y la formación de agua (humidificación de los gases) y carbonato cálcico. Por cada mol (22,4 l) de CO₂ se produce uno de CO₃Ca, dos moles de H₂O y se liberan 14 Kcal. La capacidad máxima teórica de absorción es de 26 L de CO₂ para cada 100 gr. de cal sodada, aunque en la práctica no sobrepasa el 70% de esta capacidad.

Relato esto para que el lector comprenda que, el anestesiólogo tiene un perfecto conocimiento del ciclo del CO₂, de sus concentraciones y efectos y su interacción entre la atmósfera y la persona.

OBJETIVOS

El objetivo de la presente revisión es el de contrastar la información mediática que se da respecto a la influencia del CO₂ en el cambio climático y la contaminación atmosférica, con lo datos medidos y comprobados en la evidencia científica, de manera que el lector realice sus propios razonamientos. **El autor no va a concluir nada;** pone los datos a disposición del ciudadano que esté interesado en conocer la realidad, para que obtenga sus propias conclusiones, evitando los sesgos y la manipulación

MATERIAL Y MÉTODO

Comparación entre la información proporcionada por la difusión mediática con los datos objetivos medidos y contrastados científicamente.

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN

La información que proporcionan los medios de difusión es abundante y controvertida²⁻²⁰:

CAMBIO CLIMÁTICO¹⁶⁻¹⁸

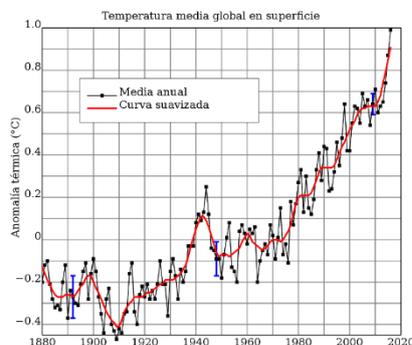
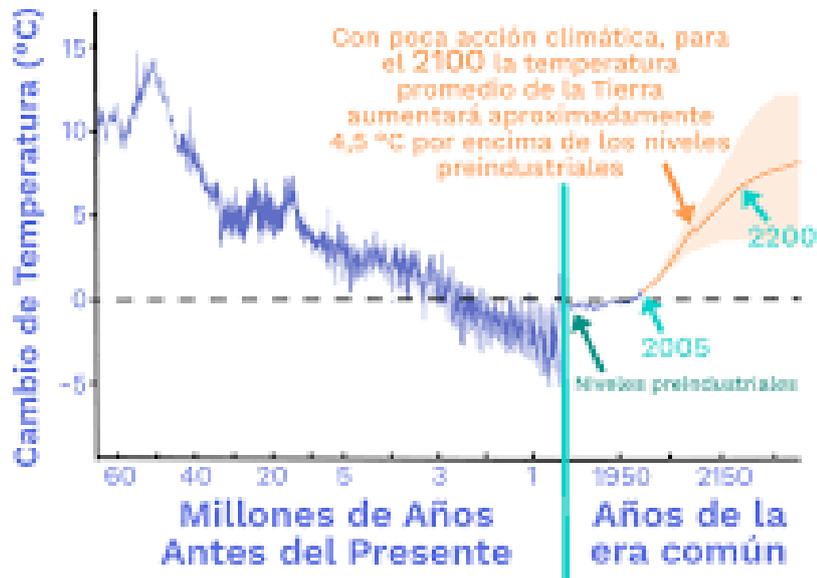


Figura 4. Temperatura media global en superficie



Figura 5. Evolución de la temperatura media global

Historial de Temperaturas Globales



Fuente: K. D. Burke et al., "Pliocene and Eocene provide best analogs for near future climates", PNAS, 26 de diciembre de 2018

Figura 6. Historial de temperaturas globales

Según datos de la NASA, en 1880^{16,20} la temperatura media del planeta era de $-0,16^{\circ}\text{C}$ y en 2016 y 2020, por primera vez, se superó a más de 1°C .

INFLUENCIA DEL CO₂ EN EL CAMBIO CLIMÁTICO. CURVA KEELING⁹

Curva de Keeling: la gráfica que debería parar el mundo, pero no

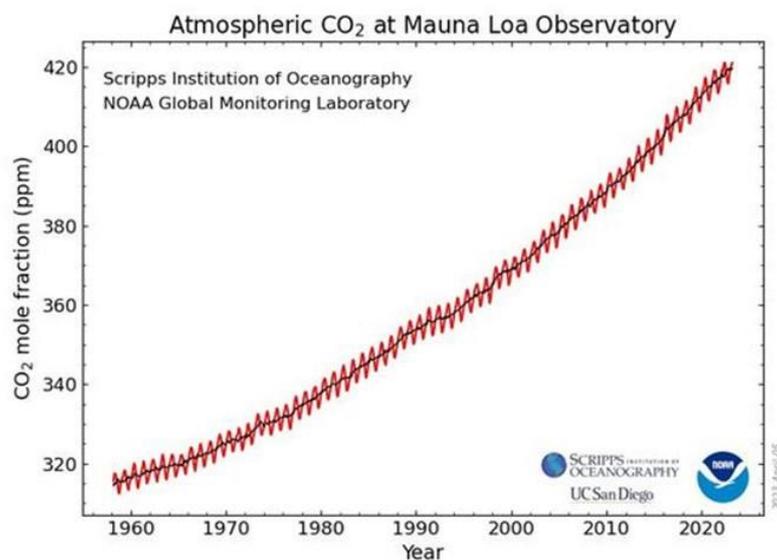


Figura 7. Curva de Keeling

Como se puede observar en la fig. 7, según la gráfica de Keeling⁹, se ha producido un crecimiento “exponencial” de la concentración de CO₂ en la atmósfera desde 315 partes por millón (ppm en adelante) en 1960 hasta 420 ppm en 2020. Parece tan importante que en el título del trabajo dice textualmente **“la gráfica que debería parar el mundo, pero no”**

Los datos son objetivos y medidos en el Mauna Loa Observatori. Sin embargo, al analizar la curva, observamos algunos sesgos:

Convencionalmente la concentración atmosférica de CO₂, se mide en tantos por cien % sobre la concentración total de gases de la atmósfera o en presiones parciales (mmHg)

Ambos sistemas de medida son directamente proporcionales ya que:

La ley de Henry expresa que en una mezcla de gases la concentración de una solución de un gas, la cual ha alcanzado su equilibrio, es proporcional a la presión parcial a la cual el gas fue suplementado (suministrado). La Ley Dalton, también llamada de las presiones parciales dice que, a una temperatura dada, la presión total de una mezcla de gases es igual a la suma de las presiones parciales ejercidas por cada uno de los gases que componen la mezcla. La presión individual ejercida por cada uno de los gases en un recipiente se llama presión parcial. Como, la presión parcial de un gas contenido en la atmósfera es el producto de la presión atmosférica por la fracción de este gas seco:

$$P_{\text{gas}} = P_B \cdot F_{\text{gas}} \quad (4)$$

Donde: P_{gas} es la presión parcial del gas, P_B la presión atmosférica y F_{gas} la fracción del gas considerado.

La presión parcial del carbónico a nivel del mar (P_B = 760 mmHg), siendo su concentración de 0,04% , es:

$$P_{\text{p CO}_2} = P_{\text{atmosférica}} (P_B) \times \text{Concentración } (F_{\text{CO}_2}) / 100; 760 \times 0,04/100 = \mathbf{0,304 \text{ mmHg.}}$$

Por tanto, en el aire seco a nivel del mar, la concentración o fracción de CO₂ (F_{CO₂}) es de 0,04%, lo que equivale a una presión parcial de 0,304 mmHg (Intercambio pulmonar de gases, Company R, Garcia G, San Miguel G y cols. En: Fisiología Aplicada a la Anestesiología, ESA Ergon Madrid 3ª ed 2012.

RESUMIENDO; convencionalmente el CO₂ se expresa en concentración en el aire atmosférico (% o ppm) o en presión (mmHg). En las figuras, 1b, , 8 y 9 se observa las unidades de un capnograma obtenido en tiempo real de los gases respirados



Figura 8. Capnograma medido en mmHg. Máximo CO₂ en el gas espirado, 31 mmHg, CO₂ atmosférico en la línea 0 (despreciable)

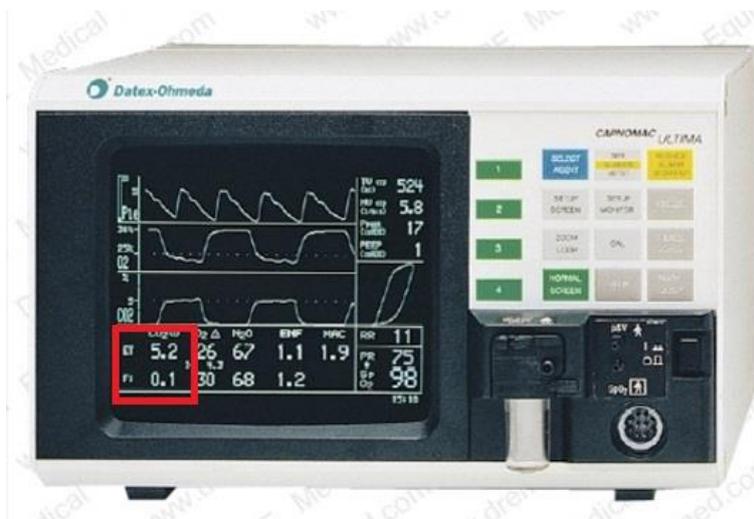


Figura 9. Capnograma medido en concentración del gas. Máximo CO₂ en el gas espirado, 5,2% (equivalente a 39,5 mmHg) y CO₂ reinhalado de 0,1 %

Concentración de CO₂ en la atmósfera (tanto por cien (%) o partes por millón ppm)

En los capnógrafos convencionales, la concentración de CO₂ atmosférico viene dado en mmHg (fig. 9) o en % (Fig. 10). El % de la concentración de la totalidad de los gases en la atmósfera, que en caso del CO₂ es del 0,04%²¹, por la ley de Dalton (*Dalton establece que, a una temperatura estable, la presión total de una mezcla de gases que no reaccionan químicamente entre sí, es igual a la suma de las presiones parciales que ejercería cada uno de sus componentes*), sería un 0,04% de 760 mmHg que es la presión atmosférica a nivel del mar (figura 11); es decir: $(0,04 \times 760)/100 = 0,3$ mmHg.

Para pasar de % a ppm, se realiza una regla de tres simple:

$$\begin{array}{r} 0,04 \text{ -----} 100 \\ X \text{-----} 1000.000 \\ X = (0,04 \times 1000.000)/100 = 400 \\ 0,04\% = 400 \text{ ppm} \end{array}$$

Ya que $1.000.000/100 = 10.000$, para pasar de % a ppm, únicamente hay que multiplicar por 10.000
 $0,04\% \times 10.000 = 400$ ppm

Entonces, si es lo mismo y los capnógrafos lo miden en %, ¿por qué se expresa en ppm?

La magnitud de ppm es 10.000 veces superior que el % y, siendo lo mismo, a nadie se le ocurre recurrir al factor escala, es decir, comparar la dimensión de ppm respecto a 1 millón

Interpretación de la curva de Keeling

En la fig. 7 aparece la curva de Keeling que muestra la evolución desde 1960 hasta 2010 de la concentración atmosférica de CO₂. En 1960 no llegaba a 320 ppm (0,032%) y en 2020 supera las 420 ppm (0,042%).

En esta curva, en 1970 muestra una concentración atmosférica de CO₂ de 330 ppm (0,033 %), mientras que en otra fuente, no menos fiable²¹, da un valor de 400 ppm (0,04%).

Pero esto no es lo importante. En ordenadas figura la concentración de CO₂ en ppm, pero **en ningún sitio de la curva pone el fondo de escala**. Es decir, el máximo valor de lectura en la escala en uso. Si las unidades son partes por millón, **¿Cuánto significaría en la curva 1.000.000?** Nosotros lo hemos hecho y aparece en la figura 10:

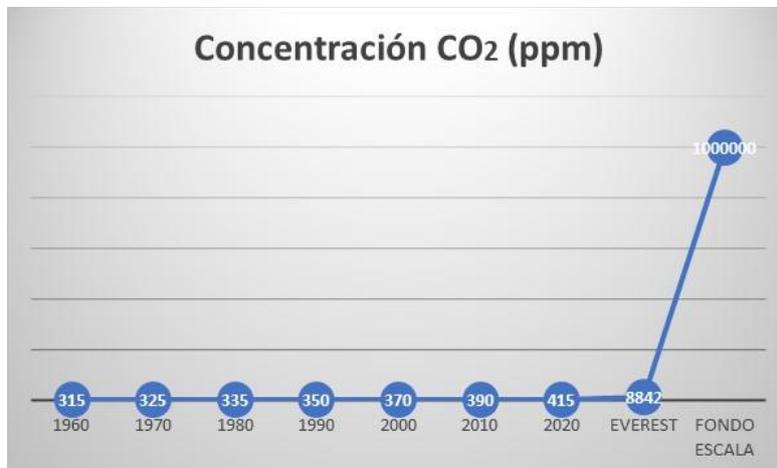


Figura 10. Representación de la curva de Keeling incluyendo el fondo de escala, en ppm

Se puede comprobar lo que afectaría la altura del Everest con 8842 metros (simulando 8842 ppm) a un satélite que volase en el límite de la atmósfera a 1000 km de altura (equivalente a 1 millón de metros).. Así mismo, se puede imaginar lo que perjudicaría la altura de Madrid (657 m) a un satélite que circulase por la Exosfera

Si lo hacemos en % que es como lo miden los capnógrafos, aparece la figura 11.



Figura 11. Representación de la curva de Keeling incluyendo el fondo de escala, en %

Como se puede comprobar, son exactamente iguales y los valores no son tan exponenciales

En la figura 12, se puede comprobar que el **CO₂ espirado por una persona** es de (5,5%) o **55.000 ppm**, siendo lo normal.

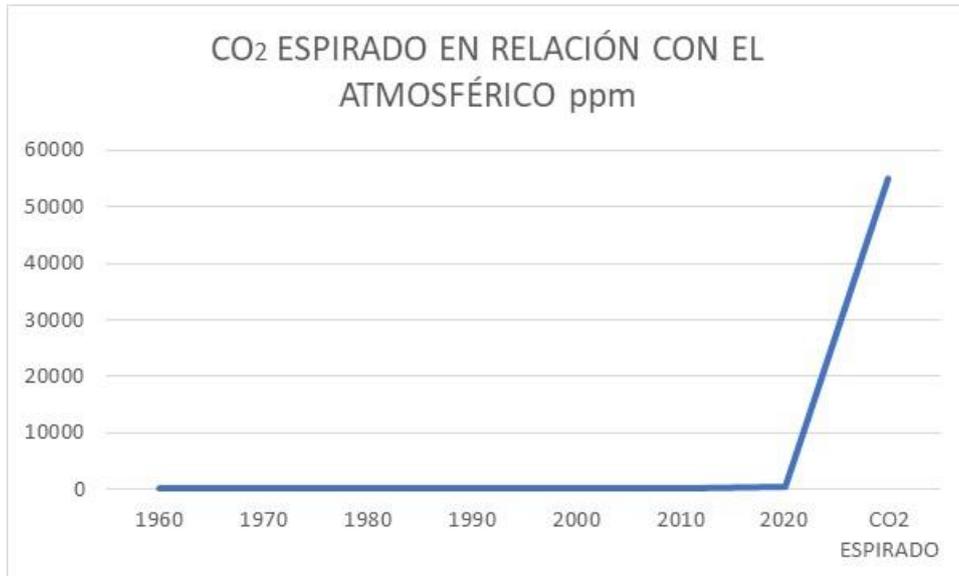


Figura 12. Concentración de espirado por la persona en relación con la concentración en la atmósfera

Referencias a la medida



Figura 13. Biopsia donde se hace referencia a un sistema de medida

En la fig. 13 se aprecia como cuando se fotografía una masa, se referencia siempre a una unidad de medida para que se pueda conocer el tamaño real. Si en la curva de Keeling se refieren, en ordenadas, las magnitudes a partes por millón (ppm) ¿Por qué no se pone el fondo escala (1000.000)?

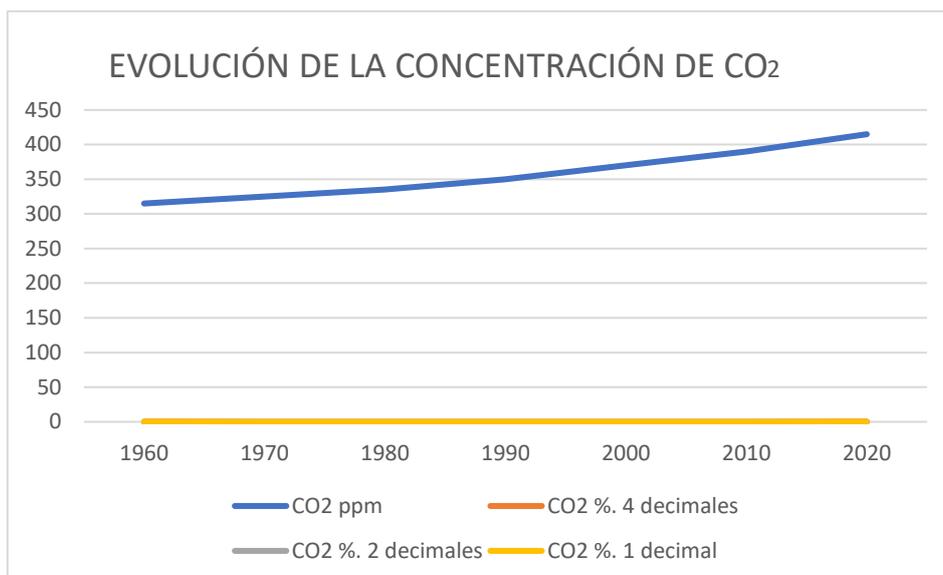
Manipulaciones sobre la curva de Keeling

La curva e Keeling se puede manipular sin alterar los resultados

Si ampliamos el eje de ordenadas, aumenta la pendiente

Si reducimos el eje de ordenadas, aplanamos la curva

Si en lugar de usar 3 decimales en la página Excel, usamos 1, también varía (figura 14)



AÑO	CO2 ppm	CO2 %. 4 decimales	CO2 %. 2 decimales	CO2 %. 1 decimal
1960	315	0,0315	0,03	0,0
1970	325	0,0325	0,03	0,0
1980	335	0,0335	0,03	0,0
1990	350	0,035	0,04	0,0
2000	370	0,037	0,04	0,0
2010	390	0,039	0,04	0,0
2020	415	0,0415	0,04	0,0

Figura 14. Curva de Keeling en función de los decimales utilizados

En esta curva, queda reflejado el interés de usar partes por millón (ppm) en lugar de tantos por ciento (%)

Características de un invernadero²²

Resguarda de altas y bajas temperaturas: **al estar totalmente hermético**, protege a los cultivos tanto de las altas temperaturas como de las bajas, sobre todo de las bajas ya que en épocas de frío es más difícil disponer de una buena cosecha, por ello las estaciones de invierno y otoño son en las que más se trabaja en estos espacios.

Aprovecha la radiación solar: la orientación de un espacio como este es una de las claves para que se pueda obtener una buena cosecha. Debe de estar orientado con su eje longitudinal de este a oeste. Evita la pérdida de calor: al poder controlar la temperatura y la humedad de los invernaderos, se evita la pérdida de calor, algo que es perjudicial para el buen desarrollo de los cultivos.

¿Cómo Funciona un Invernadero?²³

Se explica de forma concreta como funciona un invernadero agrícola. La radiación solar al atravesar un vidrio u otro material traslúcido, calienta los elementos que se encuentran adentro, y estos, a su

vez, emiten radiación infrarroja con una longitud de onda mayor que la del sol, por lo cual, no pueden atravesar la cubierta a su regreso, quedando dentro y generando un calentamiento.

La presencia de los cristales o plásticos en el techo impide el transporte del calor acumulado hacia el exterior por convección y obstruye la salida de una fracción de la radiación infrarroja. El efecto neto obtenido es la acumulación de calor y el aumento de la temperatura del recinto. Los vidrios tienen muy poca resistencia al paso del calor por transmisión.

El efecto invernadero de la cubierta de CO₂

A este gas, se le atribuye su contribución al efecto invernadero porque, una vez en la atmósfera, actúa como el vidrio en un invernadero: absorbe la energía y el calor del Sol que se irradia desde la superficie de la Tierra e impide que escape al espacio, por lo que provocan el calentamiento de la superficie de la Tierra. Una vez en la atmósfera, actúan como el vidrio en un invernadero: absorben la energía y el calor del Sol que se irradia desde la superficie de la Tierra e impiden que escape al espacio por lo que provocan el calentamiento de la superficie de la Tierra²⁴. Figura 15

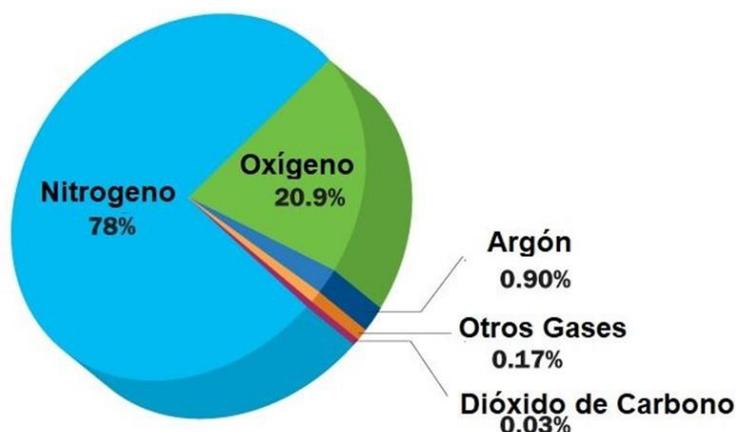


Figura 15. Diagrama del efecto del CO₂ como gas invernadero.

El problema para justificar esta explicación es que el CO₂ hay muy poco en la atmósfera, el 0,04%.

Es decir, su contribución al efecto invernadero es del 0,04%.^{25,26} Fig. 16.

COMPONENTES DEL AIRE



Composición de la atmósfera terrestre (aire seco, porcentajes por volumen)[1]

ppmv: partes por millón por volumen

Gas	ppmv	%
Nitrógeno (N ₂)	780.840	78,084
Oxígeno (O ₂)	209.460	20,946
Argón (Ar)	9.340	0,934
Dióxido de carbono (CO ₂)	400	0,04
Neón (Ne)	18,18	0,001818
Helio (He)	5,24	0,000524
Metano (CH ₄)	1,79	0,000179
Kriptón (Kr)	1,14	0,000114
Hidrógeno (H ₂)	0,55	0,000055
Óxido nitroso (N ₂ O)	0,3	0,00003
Xenón (Xe)	0,09	9x10 ⁻⁶
Ozono (O ₃)	0,0 - 0,07	0 - 7x10 ⁻⁶
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)	0,02	2x10 ⁻⁶
Yodo (I ₂)	0,01	1x10 ⁻⁶
Monóxido de carbono (CO)	0,1	0,00001
Amoníaco (NH ₃)	Trazas	
Excluido por ser aire en seco		
Agua (vapor) (H ₂ O)		-0,40 % a nivel atmosférico, en superficie: 1 %-4

Figura 16. Composición del aire atmosférico

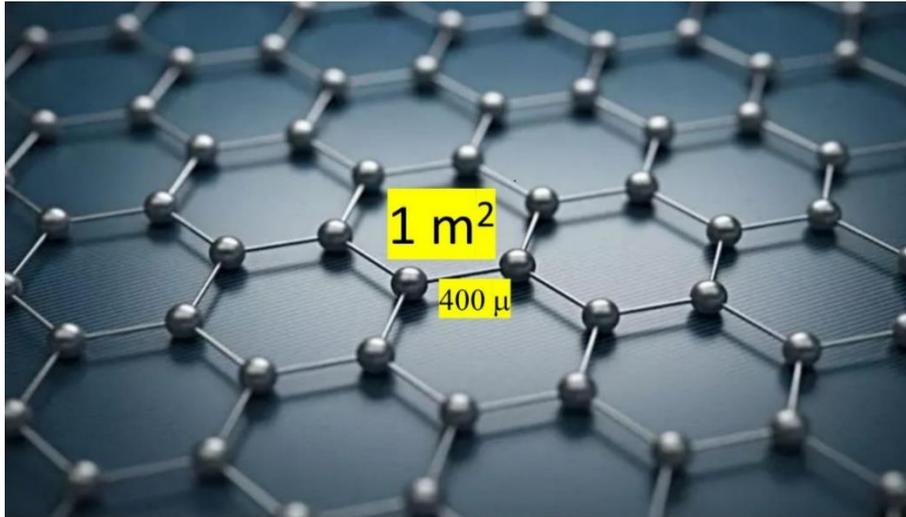


Figura 17. Representación de la concentración de CO₂ atmosférico y efecto invernadero

Es decir, el efecto invernadero del CO₂ es como si a un invernadero se le pusiese una cubierta de 1 m² de orificio y 400 μ (0,4 mm) de red. O si nos cubriésemos con una manta con 1 m² de orificio y 400 μ (0,4 mm) de cobertura. Figura 17. Probablemente, por el orificio escaparía mucho calor

El vapor de agua es uno de los gases fundamentales en la atmósfera y la mayor parte proviene de procesos naturales. Pero la alteración del ciclo del agua hace que la cantidad aumente por encima de los niveles habituales. Lo que desemboca en un círculo vicioso. El vapor de agua adicional favorece a la retención de calor y, por lo tanto, provoca que la conversión a agua líquida sea aún más rápida (Fig. 18).

Se observa que el vapor de agua es el factor externo que mayor protagonismo adquiere como efecto invernadero, generando un estado de retroalimentación, según el cual, cuanto más aumentan las temperaturas, más agua se evaporará, mayor vapor de agua se originará y, por consiguiente, un mayor efecto invernadero.

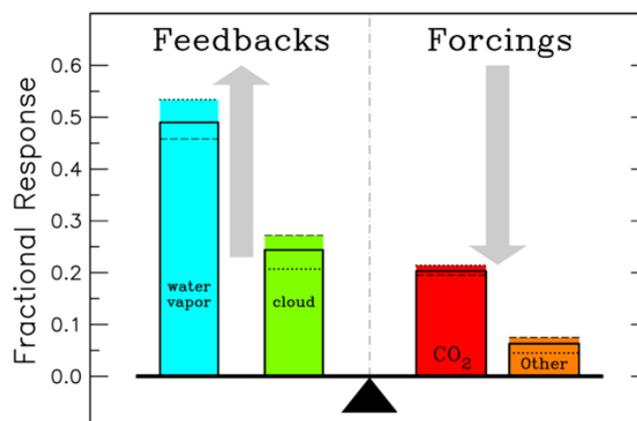


Figura 18. Contribuciones de componentes atmosféricos individuales al efecto invernadero terrestre, separadas en categorías de feedback and forcing (NASA).png

¿Cómo se miden las emisiones de CO₂?

El CO₂ es un gas. Cuando en anestesia monitorizamos, en tiempo real, los gases que administramos a los pacientes y lo que ellos exhalan a los dispositivos de descontaminación y a la atmósfera, utilizamos Las siguientes medidas (Fig. 19)



Figura 19. Monitorización de gases en anestesia. Medida en tiempo real

- **FLUJO.** El flujo de gas administrado (chorro de gas vertido al paciente) en litros /segundo (volumen/ tiempo).
- **VOLUMEN.** Cuando este flujo, se administra durante un tiempo, insufla un volumen: volumen/ tiempo x tiempo = volumen.. 0,5 l/seg administrados durante 1 seg., le administras al paciente 0,5 litros.
- **PRESIÓN.** El régimen de presiones generadas para verter ese flujo, se mide en presiones (mmHg o cmH₂O)
- **CO₂ espirado.** Se mide en la presión parcial que ejerce o la concentración de gas en la mezcla de gases atmosféricos. Se puede medir en Presiones parciales (mmHg o cmH₂O), como en este caso o en % sobre la concentración global de los gases en la atmósfera como en la fig 1b., que por la Ley de Dalton es proporcional a la presión parcial,

Sin embargo observamos en la bibliografía, que los vertidos de CO₂, que es un flujo de gas y por tanto, se debería medir en volumen / tiempo, se **calculan en Toneladas**^{27,28}, que es una unidad de masa que requiere de una transformación, basada de la Ley de Avogadro, para pasar de volumen de

gas a masa de gas. No obstante, algunos centros de investigación, también calculan las emisiones de CO₂ en flujos y presiones parciales²⁹.

Efectivamente, es correcta la transformación del volumen de un gas en Toneladas³⁰

¿Cuánto es una tonelada de CO₂?

Primero necesitamos saber el peso de un mol de CO₂.

El término mol indica la cantidad de una sustancia que contiene el mismo número de partículas como átomos hay en 0.012 kg del núcleo de carbono (12C).

Esto significa que: en la cantidad $n = 1$ mol, hay 6.022×10^{23} partículas (Número de Avogadro).

En la práctica se considera que el peso atómico o molecular en gramos es igual aun mol. Para determinar el peso molar tenemos que determinar qué partículas elementales se van a contar (átomos, moléculas, iones, electrones, u otras partículas o grupos de partículas)

La masa atómica del carbono (C) es 12 g/mol; para el oxígeno (O) es de 16 g/mol. Esto significa que 6.022×10^{23} átomos de carbono pesan 12 gramos.

Según esto, **el peso molecular del CO₂ es: 12 g/mol [C] + 2 x 16 g/mol [O₂] = 44 g/mol.**

Según la Ley de Avogadro, un mol de cualquier gas tiene el mismo volumen que un mol de cualquier otro gas bajo las mismas condiciones externas.

El volumen de gas que contiene un mol (6.022×10^{23}) de partículas se llama volumen molar. A presión y temperatura normales (0°C; 1013, 25 hPa), el volumen molar de un gas ideal es de 22,4136 litros/mol. (Fig. 20)

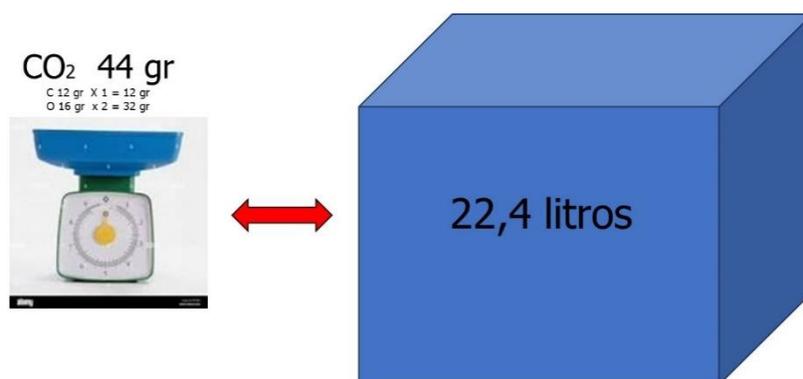


Figura 20. Cálculo de la masa de CO₂ en función del volumen³¹

$$\begin{array}{l} 44 \text{ gr} \text{-----} 22,4 \text{ l} \\ 1000.000 \text{ gr} \text{-----} X \end{array}$$

Una tonelada (1,000,000 g) de CO₂ en condiciones normales tiene por tanto un volumen de 509.090 litros (1.000.000 [g] x 22,4136 [l/mol]. / 44 [g/mol])

Esto corresponde aproximadamente al volumen de una piscina de 10 m x 25 m x 2 m.

Entonces, si el CO₂ es un gas y se puede medir el vertido en flujo (la magnitud del chorro del vertido) en l/seg o m³/hora, ¿por qué se calcula en toneladas para medir el vertido? ¿Por qué se realiza una transformación mediante un cálculo, pudiendo medirse directamente?

Mi opinión personal es que se hace para dar mas **impresión de peso**³². Que se quede una idea de que el vertido de gas pesa y permanece en el lugar donde se ha vertido. Aunque la tonelada es una medida de masa, 1 tonelada son 1000 kg y El kg de masa pesa en la Tierra: 1 kilopondio o kilogramo-fuerza (STU)³³.

Sin embargo, el CO₂, una vez vertido, difunde rápidamente desde las zonas de mayor concentración a las de menor concentración o de las zonas de mayor presión parcial a las de menor presión parcial.

Esto nos lleva a la siguiente pregunta. ¿Por qué se calculan los vertidos de CO₂ o la huella de carbono en lugar de medirlos directamente?^{34,35,36}.

El vertido de un gas como el CO₂, con la velocidad de difusión que tiene que desaparecer rápidamente de la zona del vertido (fig. 21) , desplazándose rápidamente hacia áreas de menor concentración , no es un índice de la influencia del CO₂ en el cambio climático. Este efecto dependerá de la concentración ambiental del CO₂ y esta se puede medir directamente, en tiempo real, sin necesidad de más cálculos.



Figura 21. Monitorización en tiempo real del CO₂. Se puede observar en la curva (amarillo), como en menos de 1 seg. El CO₂ pasa de 39 mmHg, equivalente al 5,1% (39 x100/760 (**51.000 ppm**) que tiene el gas espirado, a 0 mmHg, (0%).

Si esto sucede así, de manera que una persona ha vertido a la atmósfera 51.000 ppm y en 1 segundo han desaparecido difundiéndose a otras zonas con menor concentración (Fig. 22), ¿Qué sentido tiene calcular en toneladas el vertido y no en tiempo real la concentración o presión parcial de CO₂ que permanece en la atmósfera y que será el responsable del cambio climático?

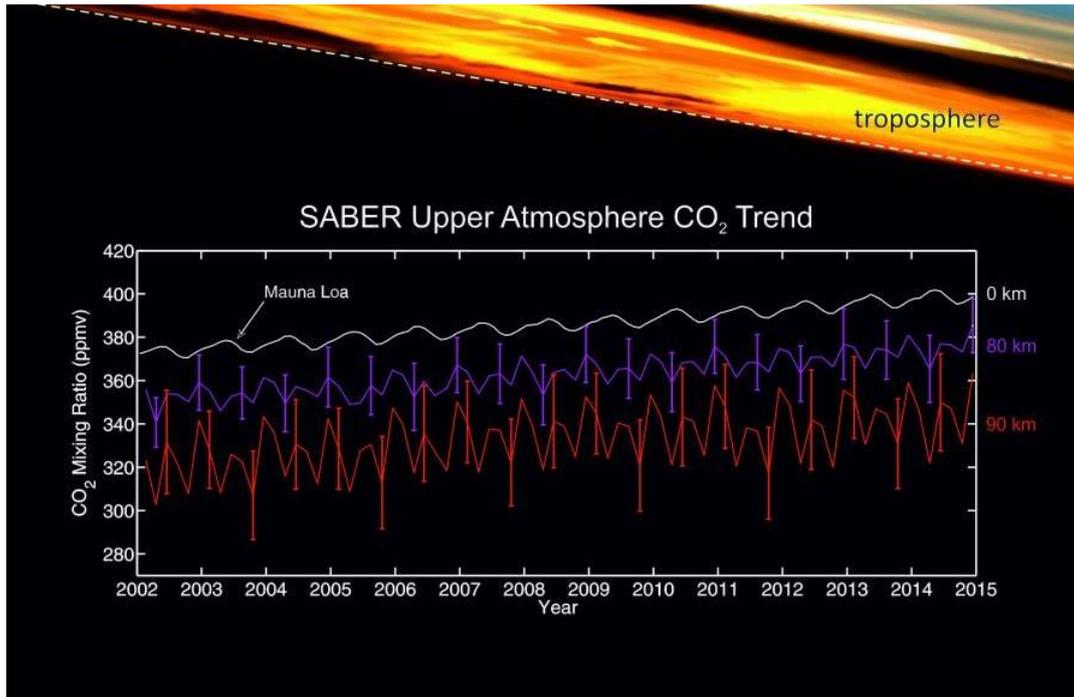
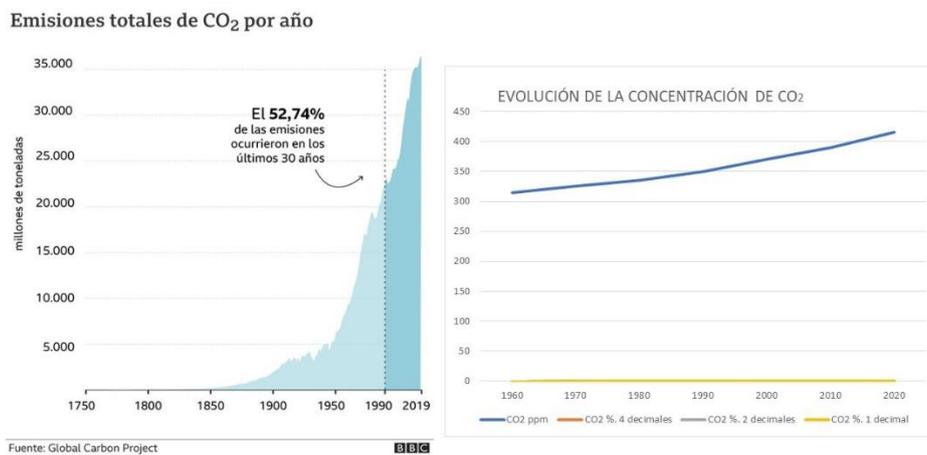


Figura 22. Concentraciones de CO₂ en ppm en las distintas capas de la atmósfera

Insistiendo en este concepto, en la fig. 23, se puede observar la baja correlación que hay entre los vertidos a la atmósfera de CO₂ y la concentración atmosférica



Relación entre el vertido y la concentración atmosférica de CO₂

Figura 23. Relación ente el vertido de CO₂ y su concentración atmosférica

Se puede observar que, mientras el vertido ha tenido un incremento exponencial, la concentración de CO₂ atmosférica ha variado muy poco.

El CO₂ como contaminante atmosférico

Según la Agencia Europea del Medio Ambiente (AEMA), (Fig 32).³⁷ y el Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM)³⁸, el CO₂ **no es un gas tóxico**. Son considerados gases tóxicos: SO₂, NO₂ y NO, O₃, PM10, PM2.5, Pb, C₆H₆, CO, As, Cd, Ni y B(a)P y el O₃,

Y no solamente no es tóxico, sino que es necesario para la vida, ya que por la Función Clorofílica, el CO₂ se transforma en el oxígeno (O₂) tan necesario para la respiración de los seres aeróbicos, personas, animales y plantas fig. 24.³⁹

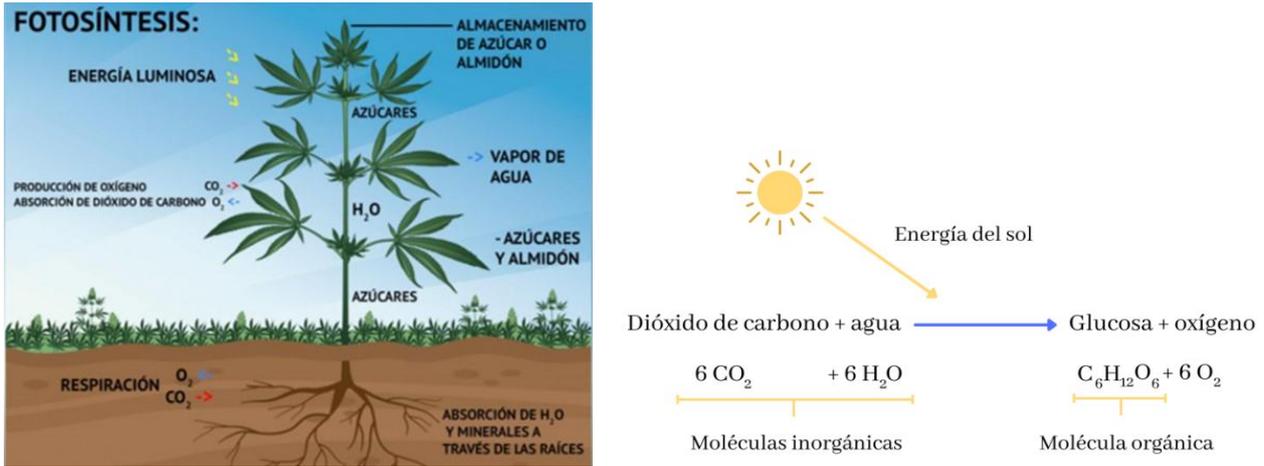


Figura 24. Fotosíntesis

Sin embargo, en los medios de comunicación aparecen comentarios sobre la toxicidad del CO₂. (Fig. 25)

Se habla de niveles superiores a 1200 ppm, valores de 2000 a 3000 ppm, máximos permitidos de 400 a 800 ppm y que concentraciones superiores a 30.000 ppm, pueden causar dolores de cabeza, mareos, somnolencia y problemas respiratorios.

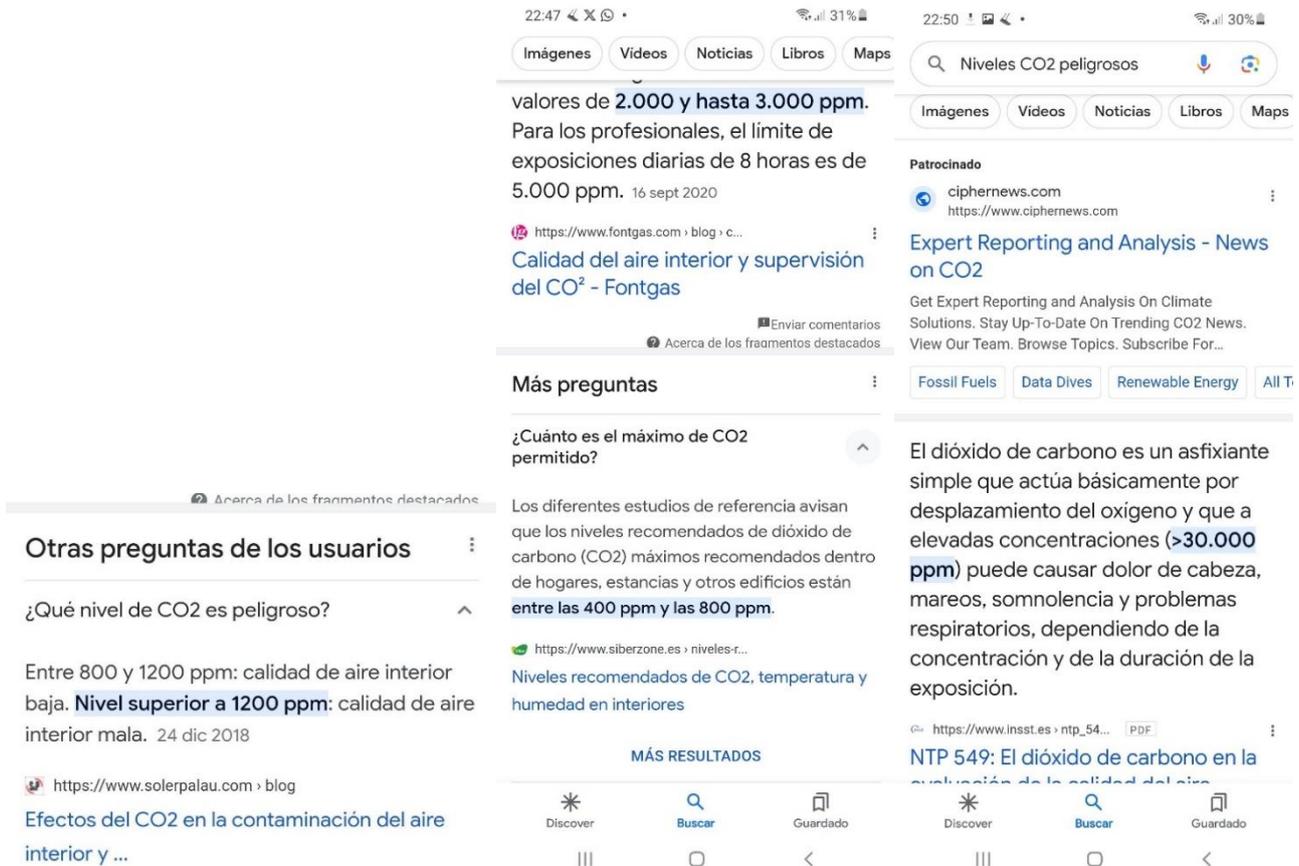


Figura 25. Comentarios sobre la peligrosidad del CO₂

Pero es más, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, textualmente expresa: *“El dióxido de carbono es un **asfixiante simple que actúa básicamente por desplazamiento del oxígeno y que a elevadas concentraciones (>30.000 ppm) puede causar dolor de cabeza, mareos, somnolencia y problemas respiratorios, dependiendo de la concentración y de la duración de la exposición**”*⁴⁰.

No obstante, en la Reanimación Cardiopulmonar Básica, hay evidencia científica sobre la efectividad de la respiración boca a boca (fig. 26)⁴¹.



Figura 26. Respiración boca a boca en la Reanimación Cardiopulmonar (RCP) Básica

En la RCP básica, la maniobra de la ventilación boca a boca, el reanimador insufla el aire de sus pulmones al paciente que está en parada respiratoria. En esta maniobra, el aire espirado por el reanimador tiene una concentración aproximada de O₂ del 18%, que es suficiente para poder oxigenar al paciente. Pues bien, **el aire exhalado por el reanimador para resucitar al paciente, tiene una concentración de CO₂ del 5,5 al 6%, o lo que es lo mismo, de 55.000 a 60.000 ppm. Es decir, con esta concentración de CO₂ se le puede dar vida a un paciente.**

La disminución de la concentración de oxígeno del aire espirado al 18% cuando en la atmósfera está al 21%, no es debida al aumento de la concentración de CO₂, sino que está causada por el O₂ que la persona ha consumido para mantener la respiración de todas sus células. El aumento de la concentración del CO₂ atmosférico al 0,04% al 5,5% espirado es la causa de la respiración celular que toma el O₂ y produce CO₂ el cual es conducido por la sangre al alveolo pulmonar y eliminado a la atmósfera por las vías respiratoria durante la espiración.

Para que el CO₂, con una concentración atmosférica del 0,04% o 400 ppm, desplazase al O₂ con una concentración del 21% o 210.000 ppm, al ritmo de aumento de la concentración de CO₂, según la curva de Keeling, tendrían que pasar más de 12.000 años.

En un trabajo publicado por Kazumi Ozaki y cols. en Nature Geoscience⁴² en 2021, en un modelo de simulación con 400.000 simulaciones, concluyen que el O₂ se acabará en la tierra en 1000 millones de años **por incremento del Metano y reducción del CO₂.**

En nuestra experiencia clínica, hemos comprobado que elevadas concentraciones de CO₂ pueden ocasionar **cefaleas** por vasodilatación de las arterias cerebrales, pero esto sucede a concentraciones superiores a 8% o **80.000 ppm**

Posibles soluciones a la acumulación atmosférica de CO₂

Basándose en el ciclo del CO₂, se han propuesto distintas soluciones para evitar que la concentración de CO₂ se incremente en la atmósfera.

1. Sumideros de CO₂. La fotosíntesis. La reforestación^{39, 43-46}.

Se conoce como sumidero todo sistema o proceso por el que se extrae de la atmósfera un gas o gases y se almacena⁴⁴. Las formaciones vegetales actúan como sumideros de C por su función vital principal, la fotosíntesis.

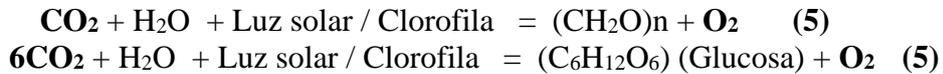
Mediante esta función, los vegetales absorben CO₂ que compensa tanto las pérdidas de este gas que se producen por la respiración, como las emisiones producidas en otros procesos naturales (descomposición de materia orgánica).

La fotosíntesis (fig. 24), es el proceso bioquímico mediante el cual las plantas, las algas y las bacterias fotosintéticas convierten materia inorgánica (dióxido de carbono y agua) en materia orgánica (azúcares), aprovechando la energía proveniente de la luz solar. Este es el principal mecanismo de nutrición de todos los organismos autótrofos que poseen clorofila, que es el pigmento esencial para el proceso fotosintético.

La Fotosíntesis oxigénica. Se caracteriza por la utilización de agua (H₂O) para la reducción del dióxido de carbono (CO₂) consumido. En este tipo de fotosíntesis, no solo se producen azúcares

útiles para el organismo, sino que también se obtiene oxígeno (O₂) como producto de la reacción. Las plantas, las algas y las cianobacterias llevan a cabo la fotosíntesis oxigénica.

La ecuación general es;



Es decir, por la función clorofílica se capta el CO₂ atmosférico y se transforma en oxígeno, (O₂).

Hay estudios que demuestran cómo la reforestación puede contribuir a limitar el cambio climático mediante la captura de CO₂⁴⁶.

El Protocolo de Kioto⁴ de 1997 reconoce la importancia de los bosques en la mitigación del cambio climático. Según el Protocolo de Kioto, los estados acuerdan la “protección y mejora de los sumideros y depósitos de gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal” y la “promoción de prácticas de gestión forestal sostenible, forestación y reforestación” (Naciones Unidas, 1997, artículo 2).

El Protocolo de Kioto también permite a los países del Anexo 1 tener en cuenta las “absorciones por sumideros” al calcular sus emisiones netas de dióxido de carbono equivalente (CMNUCC, 1997, artículo 3.7).

Al reconocer una clara relación política entre los bosques y el cambio climático, el Protocolo de Kioto redefinió la política internacional sobre el clima y los bosques. Mientras que anteriormente la política internacional sobre ambas cuestiones se había acordado en gran medida de forma aislada, el énfasis pasó cada vez más a una integración más estrecha de las políticas. La manifestación más clara de esto es el surgimiento de REDD+, o Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de los bosques.

La vegetación terrestre actúa como un importante mitigador del cambio climático antropogénico debido a su capacidad de absorber grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂) cada año. Esto se debe a la productividad primaria bruta (PPB), una métrica de la actividad fotosintética a escala del dosel, es decir en el hábitat que forman las copas de los árboles en un bosque⁴⁷.

La matriz DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas, Oportunidades) es una herramienta que utilizan los gestores para analizar las organizaciones (empresariales, sanitarias, culturales, deportivas, etc.), tanto en sus características internas (debilidades y fortalezas) como del entorno (amenazas y oportunidades).

Los gestores eficientes tienden a transformar las debilidades en fortalezas y las amenazas en oportunidades. Pues bien, con la reforestación, al transformar por la función clorofílica el CO₂ a O₂; **el CO₂, que constituye una amenaza, se transforma en una oportunidad al enriquecer la atmósfera con O₂.**

Sin embargo, Brasil que firmó el Protocolo de Kioto, está permitiendo la deforestación del Amazonas.

Ciertamente, Brasil justifica este hecho con la utilización de uno de los recursos que tiene, pero si se quiere evitar que se incremente el CO₂, tal vez haya que indemnizarle o buscarle otras vías alternativas de desarrollo para evitar esta deforestación tan importante que perjudica a todo el mundo.

Ley Forestal: ¿quiénes estuvieron detrás de la modificación de la norma que ahora permitirá la deforestación en la Amazonía?⁴⁸

En Perú, la celeridad con que se ha tratado la propuesta y la posterior aprobación de la modificación legislativa levanta sospechas sobre la relación entre el Poder Legislativo y empresas que podrían beneficiarse con los cambios en la normativa ambiental y de recursos naturales. Una maniobra legislativa ha evidenciado la participación directa de la Confederación Nacional de Instituciones Empresariales Privadas (CONFIEP) —institución que representa al sector empresarial de mayor poder económico en Perú— en las últimas decisiones del Congreso de la República para conseguir la modificación de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, una decisión, adoptada por insistencia, que fue aprobada con notoria rapidez el jueves 14 de diciembre

2. Otros mecanismos de absorción de CO₂.

Se fundamenta en el desarrollo de materiales que permiten absorber el dióxido de carbono para reducir la eliminación de gases de efecto invernadero, minimizar el impacto ambiental y reutilizarlo en otras reacciones químicas.

Boyas de roca caliza⁴⁹. Se basa en la acción de la cal sodada o baritada como absorbedor de CO₂ (Reacciones 1, 2 y 3). A 300 kilómetros al sur de Islandia, los operarios de Running Tide colocaron una 'boya de carbono en el océano: desechos reciclados de madera recubiertos de roca caliza triturada, capaz de absorber el CO₂ del océano. Después dejaron que ese millar de toneladas métricas de residuos se hundieran en el Atlántico Norte. Según sus cálculos, esto ha servido para eliminar cientos de toneladas de carbono.

Rocas que absorben el CO₂⁵⁰. Se conoce, desde hace mucho tiempo, que el suelo es capaz de retener grandes cantidades de dióxido de carbono, los cuales son liberados cuando se trabajan estas mismas tierras. Es por ello que Lithos Carbon está trabajando bajo esta misma premisa para crear espacios en los que, gracias a estas rocas pulverizadas, el dióxido de carbono se mantenga en el suelo y no se libere hacia la atmósfera. Del mismo modo, también es capaz de retener CO₂ del aire para que este elemento quede filtrado en el suelo. Y la roca clave sería el basalto.

Tecnología de membranas mediante líquidos iónicos⁵¹. Según la Dra. Lilian Tomé, “el uso de la relación estructura-propiedad de los líquidos iónicos permite el control molecular de su afinidad por el CO₂, mientras que la incorporación de polímeros permite la introducción de características de materiales estructurales relevantes para la separación de gases”.

Filtros de carbónico en los coches⁵². El CO₂ y agua que emiten los vehículos por el tubo de escape durante su vida se envía a la atmósfera y se trata de una cantidad significativa de emisiones de gases invernadero que van directamente al medio ambiente. Pero, ¿y si se pudiese hacer algo para aprovechar estas emisiones? Tres miembros de la Universidad de Texas A&M han realizado una investigación para adaptar la energía desperdiciada en el escape de un automóvil para capturar, concentrar, almacenar y entregar CO₂ líquido y agua para sistemas agrícolas y alimentarios.

Según el estudio, los motores de combustión interna desperdician el 30 % de la energía térmica en los gases de escape. Un vehículo de pasajeros básico emite aproximadamente 4,6 toneladas de CO₂ y 21.000 litros de agua al año al medio ambiente, emisiones que podrían reutilizarse para un uso agrícola.

Se trata de una investigación sobre el diseño y evaluación de un sistema integrado ensamblado al vehículo sin penalización energética donde se llevará a cabo una secuencia de procesos, enfriamiento, calentamiento, transferencia de masa y compresión, mientras se conduce. Gracias a este sistema, las emisiones de los vehículos podrían almacenarse en un recipiente para posteriormente ser entregado y reutilizado para la agricultura.

Conversión del CO₂ en Formiato. Científicos del MIT descubren cómo convertir CO₂ en un combustible sólido en forma de polvo que se puede almacenar durante décadas y servir como combustible⁵³.

Conversión del CO₂ en combustible⁵⁴. Diseñan una fábrica que funciona como un pulmón humano y convierte el CO₂ en combustible para aviones. La empresa Mission Zero Technologies, asociada a la Universidad de Sheffield ha instalado una planta que se basa en el proceso que hacen los pulmones humanos para capturar oxígeno y liberar CO₂. Esta planta es inversa, ya que captura el CO₂ de la atmósfera para eliminar su exceso, lo que sin duda ayuda al planeta. La planta prototipo levantada en el país es capaz de capturar 50 toneladas de CO₂ al año. Es una cifra nada desdeñable para ser un prototipo. No obstante, y como se ha indicado en Interesting Engineering, aún falta que la inversión y la investigación produzcan resultados a gran escala. Este tipo de plantas podrían ser otro de los tantos proyectos que pueden acabar con el problema climático, y también energético.

Disolución del CO₂ en el agua

La solubilidad, a condiciones de presión atmosférica, es menor en las soluciones salinas que en el agua pura; pero a condiciones de presión y temperatura elevada incrementa. Los resultados muestran que este tipo de sistemas no parecen ser adecuados para los procesos químicos convencionales, pero sí para el almacenamiento y captura propicias de las grandes profundidades oceánicas^{55,56}.

Respecto al incremento de acidez de las aguas, tampoco hay consenso. Mientras hay trabajos que defienden que el CO₂ aumenta la acidez de las aguas^{57,58}, otros dicen que sirve como tampón⁵⁹.

No aceptación de los sumideros

Sin embargo, según la COP28, este no es el camino adecuado⁶⁰. Se apuesta por las 0 emisiones de CO₂: *“Los informes de la comunidad científica destacan la urgencia y los crecientes desafíos de controlar los aumentos de temperatura cada vez más peligrosos y cumplir los objetivos del Acuerdo de París sobre el Cambio Climático. La ciencia es clara: necesitamos cero emisiones netas de dióxido de carbono para 2050”, afirmó una declaración convocada por el Programa Mundial de Investigación del Clima y Future Earth copatrocinados por la OMM”.*

Según Puig Ferrán⁶¹, *“La prueba definitiva de que el CO₂ no es el regulador del clima se encuentra en los períodos Ordovícico-Silúrico y el Jurásico-Cretácico, cuando los niveles de CO₂ fueron mayores de 4.000 ppm (partes por millón en volumen) y cerca de 3.000 ppm, respectivamente. Si la*

teoría del IPCC fuera correcta, durante esos períodos se hubiera producido un cambio climático desbocado inducido por el efecto invernadero mientras que, por el contrario, fueron épocas glaciales. Cuando en el pasado los niveles de CO₂ fueron mayores, la intensidad de la radiación solar era también mucho menor. El efecto combinado del sol y el CO₂ encaja correctamente con el clima del momento.” Si los climatólogos afirmaran que el CO₂ fuera el único regulador del clima, sería difícil compatibilizar esta afirmación con los períodos glaciales. Pero todo climatólogo le dirá que el CO₂ no es el único regulador. La climatóloga Dana Royer lo manifiesta mejor: “los registros geológicos contienen un tesoro oculto de ‘Tierras alternativas’ que permiten a los científicos estudiar de qué forma responden los distintos componentes del sistema climático a las variaciones de distintos forzamientos.”

Hay gráficas que correlacionan los incrementos de CO₂ con las elevaciones de temperatura (Fig. 27). No obstante, según aparece en la línea, **la bajada de la temperatura es anterior al descenso del CO₂.**

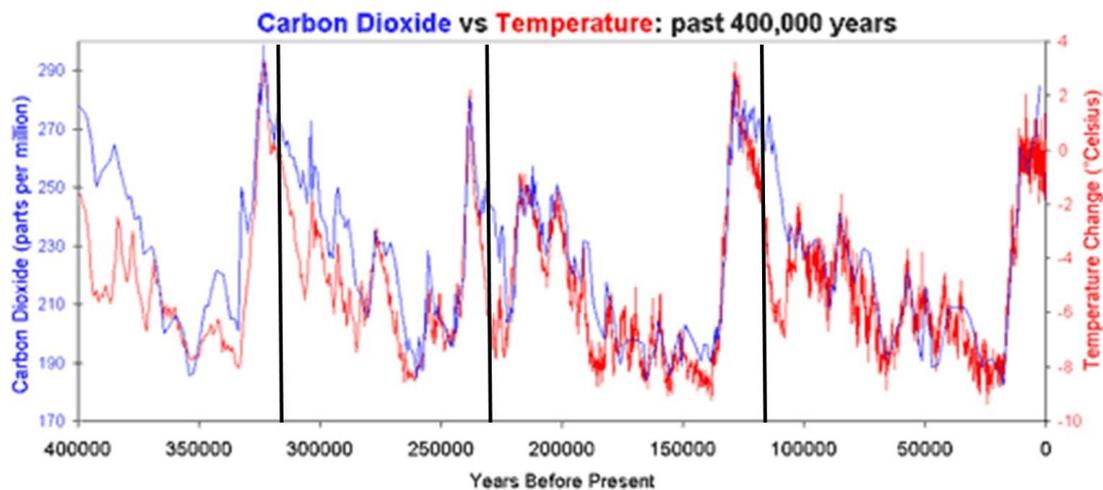


Figura 27. registro de núcleos de hielo de Vostok de concentración de dióxido de carbono (Petit 2000) y variación de temperatura (Barnola 2003).

DISCUSIÓN

Reconozco mi ignorancia en el tema del cambio climático, así como mi inexperiencia en cálculos de física, química y matemáticas pero, por mi profesión, he estado midiendo el CO₂ desde 1985, año en que tuvimos en quirófanos nuestro primer capnógrafo.

También quiero manifestar mi interés en que se supriman los combustibles fósiles en la obtención de energía y que se utilicen procedimientos que no contaminen, sean reciclables y no interfieran con el clima, de manera que protejamos la naturaleza en las mejores condiciones posibles

Respecto al CO₂ como gas invernadero causante del cambio climático, aunque una minoría de escépticos dudan de esta teoría^{61,62,63,64,65}, hay amplio consenso entre los científicos, como los miembros del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), que defienden la teoría que el CO₂ es el causante del aumento medio de la temperatura en la Tierra^{2-16,24,28,34-38,57,60}.

Pero la literatura de la que disponemos tiene muy baja evidencia científica. Según las pirámides de evidencia científica reconocida y la modificada por L Higgins (fig. 28), se sitúan en los puntos de la pirámide más alejados del vértice.



Figura 29. Grados de evidencia científica. Modificada por el Dr. Luís Higgins

En la literatura que he tenido acceso predominan las opiniones del experto, estudios observacionales^{64,66} y trabajos de simulación^{29,42}. Se trata de trabajos retrospectivos con conclusiones no demostradas por una metodología científica rigurosa. **No he encontrado en la literatura ningún ensayo** prospectivo, aleatorizado, controlado y cegado (si alguien lo conoce, rogaría que me lo referencie); Por supuesto que, **si no hay ensayos, no se pueden generar revisiones sistémicas ni metaanálisis**. También echo **en falta estudios multivariantes** que analicen la influencia de cada factor en el cambio climático.

La CLAVE de la cuestión es ¿Cuánta energía calorífica (Joul) devuelve a la tierra 1 mol de CO₂? El día que sepamos cuanta energía retiene 1 mol de CO₂, midiendo su concentración, conoceremos el efecto invernadero real del CO₂

En la librería Cochrane no he encontrado ninguna revisión sistémica que relacione el CO₂ con el cambio climático, únicamente he leído una manifestación de buenas intenciones⁶⁷.

La ley de Gay Lussac

El principal argumento para justificar el incremento de la temperatura debido al aumento de las concentraciones de CO₂, se fundamenta en la buena correlación que existe, en algunas épocas, entre ascensos CO₂ y elevaciones de temperatura.

Pero ¿qué fue primero, el huevo o la gallina?. La elevación de la temperatura se debe a la subida del CO₂, o el crecimiento del CO₂ es consecuencia de la elevación de temperatura? Esa es la cuestión.

La presión atmosférica (Pat) a nivel del mar es de 760 mmHg. Que es el peso de la columna de aire de la atmósfera a ese nivel.

Cuando subimos una montaña, la presión atmosférica va descendiendo paulatinamente por que la columna de aire se reduce. Si disminuye la Pat, las presiones parciales (Pp) gases componentes del aire, también se reducen, y por la ley de Dalton (4), también decrecen sus concentraciones. Disminuye el oxígeno (O₂), (“mal de la altura”) y también disminuye el CO₂ y el resto de componentes del aire N₂, H₂O y gases traza). Decrece el CO₂ porque disminuye la Pat.

Pero la ley de Gay Lussac, establece la relación entre la temperatura y la presión de un gas cuando el volumen es constante. La presión del gas es directamente proporcional a su temperatura: Si aumentamos la temperatura, aumentará la presión. Si disminuimos la temperatura, disminuirá la presión. Por las leyes de Dalton, (la presión total de una mezcla de gases que no reaccionan químicamente entre sí, es igual a la suma de las presiones parciales que ejercería cada uno de sus componentes) y de Henry, que establece que (la cantidad de gas disuelto en una solución es directamente proporcional a la presión parcial del gas).. Por ello, las variaciones la presión parcial y por consiguiente, la concentración de CO₂, dependerá directamente de los cambios de presión atmosférica

$$P_1/T_1 = P_2/T_2 \quad (6)$$

La temperatura baja porque disminuye la presión, no porque baje el CO₂, cuyo descenso también se debe a la bajada de presión. Viceversa, por la Ley de Gay Lussac, si desciende la temperatura se producirá un descenso de presión atmosférica y bajará la concentración de CO₂.

También podríamos argumentar, y es lo que hacen la mayoría de los autores, que si se elevan las concentraciones de CO₂, se elevará la temperatura y por la Ley de Gay Lussac, se incrementaría la presión.

Vamos a ver que ocurre,

Suponemos que el CO₂ se eleva en la atmósfera de 200 ppm a 400 ppm. ¿Cuánto subirá la temperatura?

Si el CO₂ es de 200 ppm y la Pat es de 760 mmHg a nivel del mar, (eso implica 1.000.000 (1M) de ppm)

$$\begin{array}{l} \text{Si } 760 \text{ mmHg} \text{ ---- } 1000.000 \text{ ppm} \\ \text{X mmHg} \text{ ---- } 200 \text{ ppm} \end{array}$$

$$X = (760 \times 200) / 1.000.000 = \mathbf{0,152 \text{ mmHg}}$$

Si el CO₂ es de 400 ppm y la Pat es de 760 mmHg a nivel del mar, (eso implica 1.000.000 (1M) de ppm.

$$\begin{array}{l} \text{Si } 760 \text{ mmHg} \text{ ---- } 1000.000 \text{ ppm} \\ \text{X mmHg} \text{ ---- } 400 \text{ ppm} \end{array}$$

$$X = (760 \times 400) / 1.000.000 = \mathbf{0,304 \text{ mmHg}}$$

Por la ley de Gay Lussac: T en °Kelvin = 273,15 + °C.

Vamos a suponer una temperatura inicial de 0 °C y a ver cuánto se eleva con el aumento de presión

$$P_1/T_1 = P_2/T_2$$

$$(760 + 0,152) \text{ mmHg} / (273,15 + 0) \text{ °K} = (760 + 0,304) \text{ mmHg} / X$$

$$760,152 / 273,15 = 760,304 / X$$

$$X = T_2 = (273,15 \times 760,304) / 760,152 = 273,20$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 273,20 - 273,15 = \mathbf{0,05 \text{ °C}}$$

Pero en los trabajos publicados nos dicen que la temperatura atmosférica ha aumentado 1,5 °C⁹⁵.

Según la ley de Gay Lussac, **Que concentración de CO₂ a partir de 200 ppm, haría falta para aumentar, por encima de 0°C a 1,5°C?**

$$P_1/T_1 = P_2/T_2$$

$$(760 + 0,152) \text{ mmHg} / (273,15 + 0) \text{ °K} = X \text{ mmHg} / (273,15 + 1,5)$$

$$X = P_2 = (760,152 \times 274,65) / 273,15 = 764,326 \text{ (760 + 4,326) mmHg}$$

$$\begin{array}{l} \text{Si } 760 \text{ mmHg} \text{ ---- } 1000.000 \text{ ppm} \\ 4,326 \text{ mmHg} \text{ ---- } X \text{ ppm} \end{array}$$

$$X = (1.000 \times 4,326) / 760 = 6692 \text{ ppm}$$

Es decir, para aumentar 1,5°C la temperatura, por la ley de Gay Lussac, el CO₂ debería incrementarse de 200 a 6692 ppm.

Estos cálculos están realizados, aplicando la leyes de Gay Lussac, Dalton y Henry, **sin considerar el efecto invernadero del CO₂**, pero pasar de concentraciones atmosféricas de CO₂ de 0,02% a 0,04% no tiene excesiva repercusión como efecto invernadero (fig. 30)

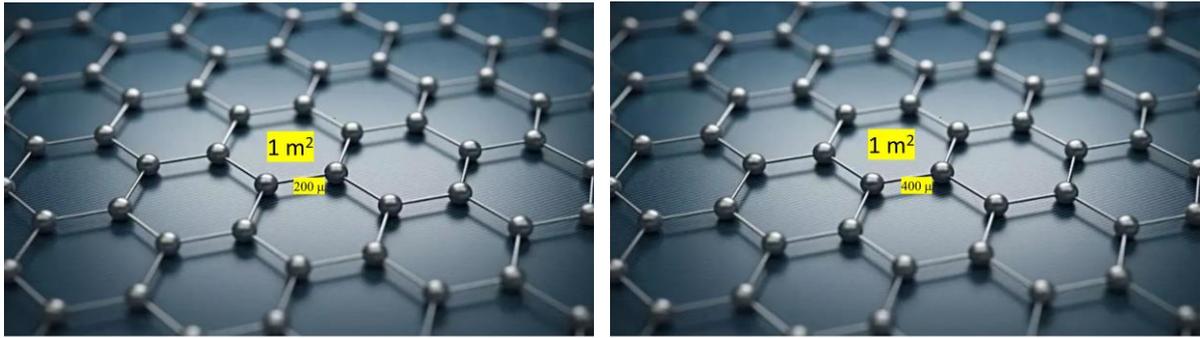


Figura 30. Comparación del efecto invernadero al pasar de 200 ppm a 400 ppm de CO₂

Si el CO₂, ocupase el orificio de 1 m² (proporcionalmente 1000.000), un crecimiento del 100% sería importante, pero ocupa los vértices y pasar de 200 a 400 μ, (el equivalente a ppm), no parece significativo. El agujero es muy grande como para que la tela pueda generar un efecto invernadero importante.

El día que sepamos cuanta energía retiene 1 mol de CO₂, midiendo su concentración, conoceremos el efecto invernadero real del CO₂

Se podría calcular, en condiciones experimentales, midiendo la **diferencia de temperatura** que se produce al introducir 1 mol de CO₂ (22,4 litros), en una piscina de 650 m³ (20m x 20m x 1,4m) para que se mantenga la misma concentración de CO₂ que en la atmósfera., esta diferencia de temperatura, por la ecuación del calor, se transformaría en el calor que retiene 1 mol de CO₂.

$$Q = m.Ce.\Delta T. \quad (7)$$

Siendo Q el calor retenido, m la masa y Ce el calor específico y .ΔT la variación de temperatura

En nuestra experiencia, midiendo el CO₂ de los pacientes y el atmosférico desde el año 1985, no hemos apreciado ningún cambio en la concentración atmosférica de CO₂, los monitores, tras la espiración, caen rápidamente a cero. (figuras: 1, 8, 9). Probablemente sea porque la sensibilidad del sensor (sensor de infrarrojos) no aprecia concentraciones inferiores a 0,1% (1000 ppm) (fig 9). En este caso, esta concentración se debía a la reinhalación del paciente de una parte de los gases espirados, que volvió al nivel de 0, aumentando discretamente el volumen minuto programado en el respirador.

Los comentarios de Andrés Gonzáles en MALDITA.ES⁶⁸, expresa: *“Lo importante para el clima no es cuánto porcentaje representa este gas dentro la atmósfera, sino cuánto ha aumentado su concentración en las últimas décadas. Porque aunque el CO₂ pueda parecer una porción tan pequeña de la atmósfera, tiene efectos en el clima: retiene calor. González explica que expresar la concentración de CO₂ en porcentaje o en partículas por millón es igualmente válido técnicamente, pero incide en que lo importante es “el aumento de su concentración en la atmósfera y cómo se vincula con la actividad humana”.* **Estoy en absoluto desacuerdo**

Lo que puede influir en el efecto invernadero son las moléculas de CO₂ en la atmósfera. Los porcentajes, sin un valor absoluto de referencia o sin un fondo de escala (curva de Keeling, Fig 7), no significan nada. Un 1000% de 0, es 0. Para enmascarar esto han tenido que poner las concentraciones de CO₂ en ppm en lugar de %. Un 100% de 0,02 es 0,04 y ya vemos lo que significa

(Fig. 30) mientras que pasar de 200 ppm a 400 ppm, aunque es lo mismo, aparenta mucho más. **Las moléculas de CO₂ en la atmósfera, determinan el efecto invernadero, el incremento de porcentaje, no dice nada**

Perspectivas a corto plazo sobre el cambio climático.

Reitero mi interés en que se supriman los combustibles fósiles en la obtención de energía y que se utilicen procedimientos que no contaminen, sean reciclables y no interfieran con el clima, de manera que protejamos la naturaleza en las mejores condiciones posibles

Pero los yacimientos todavía contienen grandes reservas de combustibles fósiles. Es difícil que USA, China, Rusia y la OPEP en general, como se ha podido comprobar en la reciente conferencia COP28, accedan a finalizar este negocio. La NASA defiende el final de los combustibles fósiles, pero USA sigue utilizándolos^{69,70}.

Por este motivo es necesario desarrollar sistemas capaces de reciclar el CO₂ liberado

Ya hemos descrito los sistemas captoreadores de CO₂⁴⁹⁻⁻⁵⁴:

Pero tal vez, lo más conveniente sería la reforestación^{39,44,47} ya que, además de absorber CO₂, por la función clorofílica, aumenta la concentración de O₂, lo que beneficia a las plantas y a los animales. Sin embargo, el principal pulmón de la tierra, la Selva del Amazonas, la están deforestando. cuestiones ideológicas, es un conflicto meramente económico que acabará determinando el devenir energético de Europa.

CONCLUSIONES.

No saco ninguna conclusión. Es una exposición de datos para que cada cual saque sus propias conclusiones. El artículo queda abierto a cuantos comentarios se consideren oportunos y se agradece la información que se aporte.

RESUMEN

1. El aumento de la temperatura media en la tierra, se ha cuantificado y parece evidente.
2. La NASA y el IPCC (Panel Intergubernamental Cambio Climático), mediante una campaña mediática muy agresiva, responsabiliza del cambio climático al efecto invernadero causado por el CO₂ resultante de la ignición de los combustibles orgánicos.
3. Estas afirmaciones carecen de evidencia científica. La **clave** de la cuestión es: **¿Cuánta energía (Joul) devuelve a la tierra 1 mol de CO₂? El día que sepamos cuanta energía retiene 1 mol de CO₂, conociendo su concentración, conoceremos el efecto invernadero real del CO₂**
4. No se duda que el CO₂ es capaz de devolver una parte de la radiación del sol que se escapa de la atmósfera por el efecto Albedo, pero su concentración atmosférica es del 0,04%. Ese es el porcentaje con el que contribuye al efecto invernadero.
5. La curva de Keeling presenta el sesgo de no incluir el fondo de escala (1000.000) si se habla de partes por millón
6. La influencia del CO₂ con 400 ppm, es inferior al efecto que ejerce la ciudad de Madrid (657 m sobre el nivel del mar) sobre un satélite cuya órbita circula en el límite de la atmósfera (1.000.000 de m).
7. Para considerar el efecto contaminante del CO₂, hay que recordar que el aire espirado por una persona que realiza la maniobra del boca a boca para reanimar a un paciente que se encuentra en parada cardíaca, tiene una concentración de CO₂ de 55.000 a 60.000 ppm. y con este aire, le puede devolver la vida.
8. Se debe fomentar el desarrollo de energías alternativas limpias, no contaminantes y que no alteren el equilibrio de la Naturaleza
9. Pero dado que es impensable, en un futuro cercano, prescindir de los combustibles fósiles, hay que realizar sistemas captadores de CO₂, de los que **el más importante, a mi juicio, es la reforestación**, ya que al CO₂ nos lo devuelve en oxígeno por lo que oxigena a los animales y alimenta a las plantas.

“Duda siempre de ti mismo, hasta que los datos no dejen lugar a dudas”

Louis Pasteur

BIBLIOGRAFÍA

1. Company R, García V, López F, Belda Fj, Soro M, Ibáñez Mt, Roca J. Fisiología del Circuito Anestésico Circular y del Respirador. 623 – 648. En: Fundación Europea de Enseñanza en Anestesiología en la Formación Continuada.. Fisiología Aplicada a La Anestesiología. Ergon. Madrid. 2005.
2. El Cambio Climático como Casuística de la Construcción Mediática de los Problemas Medioambientales. E Lopera <http://www.060.es>
3. ¿Qué son las emisiones de CO2 y CO2 equivalente? The Panet App, julio 2020. EFECTO%20INVERNADERO%20CO2/¿Qué%20son%20las%20emisiones%20de%20CO2%20y%20CO2%20equivalente_%20-%20The%20Planet%20App.html.
4. El Protocolo de Kioto <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas/protocolo-kioto.html>
5. El Acuerdo de París <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas/elementos-acuerdo-paris.html>
6. La Enmienda de Doha <https://unfccc.int/process/the-kyoto-protocol/the-doha-amendment>
7. Global Carbon Project <https://www.globalcarbonproject.org/>
8. Crisis Climática. La atmósfera alcanza las 421 ppm de CO2, niveles de hace 4,5 millones de años. El observatorio de la Administración Atmosférica y Oceánica Nacional estadounidense en Mauna Loa (Hawai) registra un nuevo récord de concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, con 1,8 partes por millón de CO2 más respecto a mayo del año pasado. <https://www.elsaltodiario.com/cambio-climatico>
9. Curva de Keeling: la gráfica que debería parar el mundo, pero no. https://scrippsco2.ucsd.edu/history_legacy/charles_david_keeling_biography.html
10. El imparable avance del CO2: ¿de dónde viene y hacia dónde va?. National Geographic julio de 2023. https://www.nationalgeographic.com.es/medio-ambiente/imparable-avance-co2_20264#
11. Gases del Efecto Invernadero causantes del cambio climático. <https://lanaturera.com/>
12. Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización. Ministerio para la Transición Ecológica. <http://publicacionesoficiales.boe.es/>
13. La concentración de dióxido de carbono también aumenta en la alta atmósfera. <http://www.iaa.es>. <http://divulgacion.iaa.es>
14. Los gases de efecto invernadero vuelven a batir un récord. Noviembre 2015 [Voz de América - Redacción](#)
15. Cada vez que respiramos. Mejorar la calidad del aire en Europa. Agencia Europea del Medio Ambiente. www.eea.europa.eu/es/senales
16. El cambio climático, en datos y gráficos. Datos actualizados el 10 de enero de 2023 www.eea.europa.eu/es/senales
17. El cambio climático. <https://www.aragon.es/-/el-cambio-climatico#:~:text=La%20temperatura%20del%20planeta%20sube%3A%20es%20el%20calentamiento%20global,La%20temperaturas%20de&text=En%20los%20%C3%BAltimos%20100%20%C3%BIos,el%20%C3%81rtico%20hasta%205%20%C2%BA>
18. La evolución del clima a lo largo de la historia de la Tierra. Norma Sánchez Santillán 1* , Rubén Sánchez-Trejo 2* , Guadalupe de la Lanza Espino 3* , René Garduño 4* https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-28592014000100009
19. Composición de la atmósfera terrestre. Anne E. Egger, Ph.D. “Composición de la atmósfera terrestre” Vision learning vol. SEA (5), 2003.
20. Informe aceptado por el Grupo de Trabajo I del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático pero no aprobado en detalles. Susan Solomon (Estados Unidos), Dahe Qin (China), Martin Manning (Estados Unidos, Nueva Zeland. <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/OgreJHsHrTVbwfSZrzstjLgTcmXDtfSmHfQ?projector=1&messagePartId=0.1>
21. Guyton A. Fisiología Médica Interamericana 4º ed. México 1971.pg. 507
22. El Huerto De Pepe - <https://elhuertodepepe.com>
23. Tipos de Invernadero. Clasificación y Características <https://www.bialarblog.com/tipos-de-invernadero-clasificacion-caracteristicas/>
24. El CO2 es responsable del 81,2% de las emisiones de gases de efecto invernadero <https://www.globalfactor.com/el-co2-es-responsable-del-812-de-las-emisiones-de-gases-de-efectoinvernadero/#:~:text=Una%20vez%20en%20la%20atm%C3%B3sfera,la%20superficie%20de%20la%20Tierra.>

25. Composición química. [https://mediambient.gva.es/es/web/calidad-ambiental/composicion-quimica#:~:text=La%20atm%C3%B3sfera%20est%C3%A1%20compuesta%20principalmente,Di%C3%B3xido%20de%20carbono%20\(0.035%25\)](https://mediambient.gva.es/es/web/calidad-ambiental/composicion-quimica#:~:text=La%20atm%C3%B3sfera%20est%C3%A1%20compuesta%20principalmente,Di%C3%B3xido%20de%20carbono%20(0.035%25))
26. Atmósfera terrestre https://www.google.com/search?q=Atm%C3%B3sfera+terrestre+-+Wikipedia%2C+la+enciclopedia+libre+https%3A%2F%2F&rlz=1C1GCEA_enES1007ES1007&eq=Atm%C3%B3sfera+terrestre+-+Wikipedia%2C+la+enciclopedia+libre+https%3A%2F%2F&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIGCAEQRRg8MgYIAhBFGDzSAQk1NjUzajBqMTWoAgCwAgA&sourceid=chrome&ie=UTF-8
27. ¿Cómo se miden las emisiones de CO₂?
file:///C:/Users/Propietario/Desktop/EFECTO%20INVERNADERO%20CO2/%C2%BFC%C3%B3mo%20se%20miden%20las%20emisiones%20de%20CO2_.html
28. ¿Qué son las emisiones de CO₂ y CO₂ equivalente?
file:///C:/Users/Propietario/Desktop/EFECTO%20INVERNADERO%20CO2/%C2%BFOu%C3%A9%20son%20las%20emisiones%20de%20CO2%20y%20CO2%20equivalente_%20-%20The%20Planet%20App.html
29. E. García-Luque, J.M. Forja, A. Gómez-Parra. Cuantificación de flujos de CO₂ agua-atmósfera en estuarios mediante simulación en laboratorio. Quantification of laboratory-simulated water-atmosphere CO₂ fluxes in estuaries. Ciencias Marinas (2005), 31(1B): 125–133.
30. ¿Cuánto es una tonelada de CO₂? Ministerio de Transición Ecológica <https://www.miteco.gob.es> › mini-portales-tematicos
31. Company R. Principios de las Leyes Físicas de los Gases y Anestesia. En Granados S. Anestesia en Sistema Respiratorio y Ventilación Mecánica Pp 49 – 88 ILCSA, Tijuana México 2013. ISBN 978-607-7736-82-0.
32. Marcos R, Cabrera M, Laos H, et al. Estudio Comparativo Para la Determinación del Polvo Atmosférico Sedimentable Empleando las Metodologías de Tubo Pasivo y de Placas Receptoras en la Ciudad Universitaria de San Marcos – Lima. 2008.
https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/rev_cedit/2008_V03/pdf/a06v3.pdfhttps://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/rev_cedit/2008_V03/pdf/a06v3.pdf
33. Guide for the Use of the International System of Units (SI). Natl. Inst. Stand. Technol. Spec. Publ. 811, 2008 Ed., 85 pages (March 2008; 2nd printing November 2008).
<https://physics.nist.gov/cuu/pdf/sp811.pdf>
34. Guía Para el Cálculo de la Huella de Carbono y Para la Elaboración de un Plan de Mejora de Una Organización. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Junio 2023.
35. Informe del Inventario de Emisiones ee GEI Comunitat Valenciana. Evolución y Situación Actual.. Conselleria d’Agricultura, Desenvolupament Rural, Emergència Climàtica i Transició Ecològica. Datos 2020
36. Estrategia Valenciana de Cambio Climático y Energía 2030. Octubre de 2018. Generalitat Valenciana.
<https://mediambient.gva.es/documents/163279113/163282680/ESTRATEGIA+VALENCIANA+DE+ENERG%C3%8DA+Y+CAMBIO+CLIM%C3%81TICO/4aa4c80d-bc14-4401-a6ac-a40030b5992b>
37. Esquema publicado por AEMA, Copenhague, 2013. Señales de la AEMA 2013 Cada vez que respiramos. Mejorar la calidad del aire en Europa. Agencia Europea del Medio Ambiente.
38. Preparado por el CEAM (Dep. Meteorología y Dinámica de contaminantes) para la Dirección General del Cambio Climático y Calidad Ambiental de la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural de la Generalitat Valenciana. Revisión de la Configuración de la Red Valencana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica ((R.V.V.C.C.A.). Septiembre 2017.
39. Fotosíntesis". Autor: Equipo editorial, Etecé. De: Argentina. Para: Concepto.de. Disponible en: <https://concepto.de/fotosintesis/>. Última edición: 11 de marzo de 2022.
<https://concepto.de/fotosintesis/#ixzz8M3uldCuF>
40. Berenguer MJ, Bernal F. NTP 549: El dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. 2000.
41. Gavin D. Perkins, Jan-Thorsen Graesner, Federico Semeraro, ET AL. European Resuscitation Council Guidelines 202. Resumen ejecutivo.
<https://semicyuc.org/wp-content/uploads/2021/09/RCP-Guias-ERC-2021-01-Resumen-Traduccion-oficial-CERCP.pdf>.
42. Ozaki, K., Reinhard, C.T. The future lifespan of Earth’s oxygenated atmosphere. Nat. Geosci. 14, 138–142 (2021).
<file:///C:/Users/Propietario/Desktop/EFECTO%20INVERNADERO%20CO2/E1%20final%20del%20ox%C3%ADgeno%20en%20la%20Tierra%20ya%20tiene%20fecha.html>
43. NASA (.gov) <https://climate.nasa.gov> › downloadable_itemsCarvajal M.

44. Investigación Sobre la Absorción de CO₂ Por los Cultivos Más Representativos.
http://www.lessco2.es/pdfs/noticias/ponencia_cisc_espanol.
45. Buizer M, Humphreys D, De Jong W. Climate change and deforestation: The evolution of an intersecting policy domain. *Environmental Science & Policy* 35, January 2014, 1-11
<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.06.001>
46. Iborra A, Consoni S, Lorenzo M, Blanco A. Estudio de la captura de CO₂ mediante reforestación a gran escala del Desierto del Sahara. Universitat Politècnica de València.TFM. 2021.
<http://hdl.handle.net/10251/160789>
47. Jürgen Knauer et al. Higher global gross primary productivity under future climate with more advanced representations of photosynthesis. *Sci. Adv.* 9 (2023).
<https://www.tiempo.com/noticias/ciencia/un-estudio-revela-que-las-plantas-son-capaces-de-absorber-mas-dioxido-de-carbono-de-lo-que-se-pensaba.html>
48. Valdivia D. Ley Forestal:¿quiénes estuvieron detrás de la modificación de la norma que ahora permitirá la deforestación en la Amazonía?. Perú, Diciembre 2023.
<https://www.infobae.com/peru/2023/12/17/ley-forestal-quienes-estuvieron-detras-de-la-modificacion-de-la-norma-que-ahora-permitira-la-deforestacion-en-la-amazonia/>
49. Miranda I. Tecnología para absorber CO, de la atmósfera más allá de la reforestación. Desde boyas de roca caliza a nuevos materiales que aspiran el carbono. La Cumbre del Clima debate si son una trampa que no atajan el problema. ABC Sociedad Lunes. 11 De diciembre de 2023.
50. Justin C. Can rocks absorb enough CO₂ to fight climate change? These companies think so. Dec 7, 2
<https://www.theverge.com/2023/12/7/23990979/alphabet-stripe-shopify-lithos-climate-change-carbon-removal-enhanced-weathering>
51. Tomé L
<file:///C:/Users/Propietario/Desktop/EFEECTO%20INVERNADERO%20CO2/ABSORCI%C3%93N%20DE%20CO2/Desarrollo%20de%20materiales%20para%20absorber%20el%20di%C3%B3xido%20de%20carbono%20E2%80%93%20Facultad%20de%20Ciencias%20Exactas.%20F%C3%ADsico-Qu%C3%ADmicas%20y%20Naturales.html>
52. Martin E.
<file:///C:/Users/Propietario/Desktop/EFEECTO%20INVERNADERO%20CO2/ABSORCI%C3%93N%20DE%20CO2/Este%20estudio%20quiere%20demostrar%20que%20se%20puede%20destinar%20el%20agua%20y%20el%20CO%E2%82%82%20de%20los%20tubos%20de%20escape%20de%20los%20coches%20a%20la%20agricultura.html>
53. Li J. Científicos del MIT descubren cómo convertir CO₂ en un combustible sólido en forma de polvo que se puede almacenar durante décadas. Instituto Tecnológico Massachussets. Diciembre 2023.
https://ecoinventos.com/cientificos-del-mit-descubren-como-convertir-co2-en-polvo-que-se-puede-almacenar-durante-decadas/#google_vignette
54. Paleja A UK's lung-inspired plant turning captured CO₂ into jet fuel powered on. Dec , 2023.
<file:///C:/Users/Propietario/Desktop/EFEECTO%20INVERNADERO%20CO2/ABSORCI%C3%93N%20DE%20CO2/Dise%C3%B1an%20una%20f%C3%A1brica%20que%20funciona%20como%20un%20pulm%C3%B3n%20humano%20y%20convierte%20el%20CO2%20en%20combustible%20para%20aviones.html>
55. Chang, Y.-B., Coats, B. K., & Nolen, J. S. (1998, April 1). A Compositional Model for CO₂ Floods Including CO₂ Solubility in Water. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/35164-PA.
<file:///C:/Users/Propietario/Desktop/EFEECTO%20INVERNADERO%20CO2/ABSORCI%C3%93N%20DE%20CO2/Equilibrio%20Instant%C3%A1neo%20del%20Agua%20es%20Importante%20para%20los%20Separadores%20y%20Tanques%20de%20la%20Recuperaci%C3%B3n%20del%20CO2%20Destinado%20a%20la%20RMC%20-%20Campbell%20Tip%20of%20the%20Month%20E2%80%93%20Spanish.html>
56. Valencia MJ , Cerón I , Cardona C. Cálculo de la solubilidad del dióxido de carbono en sistemas iónicos acuosos. *Avances Investigación en Ingeniería* Vol. 9 - No. 1 (2012).
57. Hale G. Mares ácidos. ¿Cómo el dióxido de carbono está cambiando los océanos?. *ChemMatters* | Febrero / Mrzo 2018.
https://www.google.com/search?q=.+Mares+%C3%A1cidos.+%C2%BFC%C3%B3mo+el+di%C3%B3xido+de+carbono+est%C3%A1+cambiando+los+oc%C3%A9anos%3F.&rlz=1C1GCEA_enES1007ES1007&oq=.+Mares+%C3%A1cidos.+%C2%BFC%C3%B3mo+el+di%C3%B3xido+de+carbono+est%C3%A1+cambian+do+los+oc%C3%A9anos%3F.+&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBCTM5OTZqMGoxNagCALACAA&sourceid=chrome&ie=UTF-8
58. Tarakanov V. Cómo las emisiones de carbono acidifican nuestros océanos. *IAEA Bulletin.* 12/2022 Vol. 63-4

- <https://www.iaea.org/es/bulletin/como-las-emisiones-de-carbono-acidifican-nuestros-oceanos#:~:text=Cuando%20el%20CO2%20se%20disuelve,mecanismos%20biol%C3%B3gicos%2C%20incluida%20la%20calcificaci%C3%B3n>.
59. Pallé C. El dióxido de carbono como forma sostenible de reducir el pH del agua. Tecnoaqua n° 34 - Noviembre-Diciembre 2018.
https://www.google.com/search?q=Pal%C3%A9+C.+El+di%C3%B3xido+de+carbono+como+forma+sostenible+de+reducir+el+pH+del+agua.+Tecnoaqua+n%C2%BA+34+-+Noviembre+Diciembre+2018.&rlz=1C1GCEA_enES1007ES1007&oq=Pal%C3%A9+C.+El+di%C3%B3xido+de+carbono+como+forma++sostenible+de+reducir+el+pH+del+agua.+Tecnoaqua+n%C2%BA+34+-+Noviembre+Diciembre+2018.&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBCTMyMzhqMGoxNagCALACAA&sourceid=chrome&ie=UTF-8
 60. Martín F. Los informes científicos de la COP28 muestran que vamos en la dirección equivocada. informe del Balance Global del Carbono. 2023.
<file:///C:/Users/Propietario/Desktop/EFEECTO%20INVERNADERO%20CO2/ABSORCI%C3%93N%20DE%20CO2/Los%20informes%20cient%C3%ADficos%20de%20la%20COP28%20muestran%20que%20vamos%20en%20la%20direcci%C3%B3n%20equivocada.html>
 61. Puig F. **La concentración atmosférica de CO2 fue mucho mayor en el pasado.**
 62. Barton J. CO2 lags temperature - what does it mean? Skeptical Science. 2023
<https://skepticalscience.net/pdf/rebuttal/co2-lags-temperature-basic.pdf>
 63. Universidad Politécnica de Madrid (UPM). La Península Antártica se enfría. La Península Antártica se enfría .
<https://www.upm.es › la-peninsula-antartica-se-enfria>
 64. Olmedo, E., Turiel, A., González-Gambau, V. *et al.* Aumento de la estratificación observada por mediciones satelitales de salinidad de la superficie del mar. *Representante científico* **12** , 6279 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-10265-1>.
 65. Konecky B. L., McKay N. P., Falster G. M. *et al.* 2023. **Globally coherent water cycle response to temperature change during the past two millennia.** *Nature Geoscience*. DOI: [10.1038/s41561-023-](https://doi.org/10.1038/s41561-023-)
 66. Arroyo A, Rodríguez A, Alicia Arroyo/ Alejandro Rodríguez / IDAEA-CSIC Comunicación. IDAEA-CSIC Comunicación 2023.
<https://www.csic.es/es/actualidad-del-csic/el-ciclo-del-agua-ha-cambiado-en-los-ultimos-2000-anos-por-las-variaciones-de>
 67. Thompson D, Cumston M, Delgado-Figueroa N. *et al.* Protecting human health in a time of climate change: how Cochrane should respond *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2022;(3):ED000156
<https://doi.org/10.1002/14651858.ED00015>.
 68. González A. Desmontando argumentos negacionistas sobre el CO2. Maldita.es 2023.
<file:///C:/Users/Propietario/Desktop/EFEECTO%20INVERNADERO%20CO2/DISCUISI%C3%93N/Desmontando%20argumentos%20negacionistas%20sobre%20el%20CO2%20-%20Clim%C3%A1tica.html>
 69. Redacción La Grada Motor. Alemania dice adiós a los coches eléctricos y vuelve al diésel. La pregunta es si en España harán lo mismo.
<file:///C:/Users/Propietario/Desktop/EFEECTO%20INVERNADERO%20CO2/DISCUISI%C3%93N/Alemania%20dice%20adi%C3%B3s%20a%20los%20coches%20el%C3%A9ctricos%20y%20vuelve%20al%20di%C3%A9sel.%20La%20pregunta%20es%20si%20en%20Espa%C3%B1a%20har%C3%A1n%20lo%20mismo.html>
 70. Redacción La Grada Motor. Toyota confirma que el coche del futuro es con hidrógeno. Lo que han logrado es histórico y va a cambiar todo en Coches de hidrógeno 2023.
<file:///C:/Users/Propietario/Desktop/EFEECTO%20INVERNADERO%20CO2/DISCUISI%C3%93N/Toyota%20confirma%20que%20el%20coche%20del%20futuro%20es%20con%20hidr%C3%B3geno.%20Lo%20que%20han%20logrado%20es%20hist%C3%B3rico%20y%20va%20a%20cambiar%20todo.html>