



# Uso de fotocatalizadores con radiación solar para contrarrestar el cambio climático

*Use of photocatalysts with solar radiation to counteract climate change*

**Jhosué David Dávila Palmar**

Universidad Rafael Urdaneta. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Química. Maracaibo, Venezuela

 <https://orcid.org/0009-0001-8393-6335> | Correo electrónico: [davilapalmarjd@gmail.com](mailto:davilapalmarjd@gmail.com)

Recibido: 22/04/2023

Aceptado: 30/06/2023

## Resumen

Para reducir la cantidad de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y mitigar el desarrollo del cambio climático, se plantea la fotocatalisis aplicada a los materiales de construcción en fachadas y cubiertas de edificios, o en los pavimentos de aceras de las calles de las ciudades. Esta técnica sirve para descontaminar el aire de sustancias nocivas mediante una reacción fotoquímica en presencia de radiación solar. Se analizan los niveles de contaminación en Venezuela y las condiciones meteorológicas para determinar la correcta aplicación de revestimientos fotocatalíticos. Con esta técnica, se podría reducir hasta un 20% del CO<sub>2</sub> en el ambiente, así como también las emisiones de las industrias, vehículos, construcciones y personas.

**Palabras clave:** Fotocatalisis, radiación solar, revestimiento, cambio climático

## Abstract

*To reduce the amount of CO<sub>2</sub> in the atmosphere and mitigate the development of climate change, photocatalysis is applied proposed to construction materials on building facades and roofs, or on the pavements of sidewalks on city streets. It serves to decontaminate the air from harmful substances through a photochemical reaction in the presence of solar radiation. Pollution levels in Venezuela and meteorological conditions are analyzed and the correct application of photocatalytic coatings is indicated. Up to 20% of CO<sub>2</sub> in the environment would be reduced, as well as emissions from industries, vehicles, buildings and people.*

**Keywords:** Photocatalysis, solar radiation, coating, climate change

## Planteamiento del problema

En los últimos años, el cambio climático global ha tenido un impacto tan significativo que sus efectos son evidentes en el medio ambiente. Los glaciares se han reducido, el hielo en los ríos y lagos se derrite antes de tiempo, los hábitats de plantas y animales han cambiado y los árboles florecen antes de lo habitual. Los científicos están altamente confiados de que la temperatura global seguirá aumentando en las próximas décadas, principalmente debido a los gases de efecto invernadero producidos por las actividades humanas [1].

También se ha comprobado que el aumento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera provoca que esta retenga más radiación infrarroja, devolviendo más calor a la superficie terrestre; este fenómeno genera un aumento de la temperatura media del planeta [2].

Según la información del Ministerio del Ambiente, en Venezuela la contaminación y degradación del aire tienen diversas fuentes, entre las que destacan las emisiones de vehículos automotores, actividades industriales, quema de basura, trituración y manipulación de materiales volátiles, principalmente emisiones de CO<sub>2</sub> [3]. Cabe destacar que la ubicación de las principales fuentes generadoras de contaminación atmosférica y su área de influencia están, en la mayoría de los casos, ligadas al crecimiento urbano y sus zonas industriales, llegando a registrar emisiones superiores a 100 megatoneladas en un solo año. Esto convierte a Venezuela en uno de los principales contaminadores atmosféricos de Latinoamérica [4].

En la actualidad, existen diversas estrategias para reducir la cantidad de CO<sub>2</sub> en la atmósfera; sin embargo, muchas de ellas resultan poco viables debido a sus altos costos o a la complejidad de su implementación. En este contexto, la fotocatalisis surge como una alternativa prometedora para mitigar el cambio climático. La aplicación de la fotocatalisis en materiales de construcción, como fachadas y cubiertas de edificios o pavimentos de aceras en las ciudades, permite descontaminar el aire de sustancias nocivas como NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> o COVs, entre otras. Este proceso se basa en una reacción fotoquímica que se activa mediante la radiación solar [5].

Si persiste el aumento de la contaminación atmosférica, se podrían desencadenar graves consecuencias como el colapso de la producción agrícola y ganadera, la intensificación de olas de calor en períodos lluviosos, un incremento en la frecuencia de ondas tropicales, la reducción de los caudales en cuerpos de agua y embalses, el aumento de enfermedades y una serie de problemas en las distintas ciudades del país. Todo esto estaría estrechamente ligado al consumo masivo de gas natural, petróleo y otras fuentes de energía económicas y de fácil obtención, las cuales, a su vez, generan impactos negativos en la contaminación, el cambio climático y la economía nacional [6].

Partiendo de los aspectos anteriormente mencionados, surge la propuesta de una investigación que trata sobre el uso de fotocatalizadores, aprovechando la luz solar, con la finalidad de reducir las emisiones de contaminantes como el CO<sub>2</sub>, entre otros gases. Esta iniciativa busca brindar seguridad al área ambiental y estructural de las ciudades de Venezuela, dado el escaso número de trabajos relacionados con el uso de fotocatalizadores para contrarrestar la contaminación atmosférica.

Finalmente sabiendo que los fotocatalizadores ofrecen una amplia gama de ventajas tanto para las industrias como para la sociedad, es necesario responder a la siguiente pregunta: ¿Se pueden utilizar fotocatalizadores para contrarrestar el cambio climático?

### **Justificación**

La continua contaminación ambiental ha tenido un fuerte impacto en la naturaleza, lo que ha hecho que la comunidad científica busque nuevas vías para poder contrarrestar este problema. Se sabe que el CO<sub>2</sub>, con una tasa de crecimiento de 2 ppm por año en la atmósfera desde principios de la década de 2000, es uno de los principales gases de efecto invernadero responsables del calentamiento global.

Hoy en día se han presentado tres métodos convenientes para minimizar la cantidad de CO<sub>2</sub> en la atmósfera: (1) la transformación de CO<sub>2</sub> a productos de valor agregado; (2) captura y almacenamiento de CO<sub>2</sub>; y (3) el consumo de CO<sub>2</sub> [7]. Un buen fotocatalizador debe ser ecológico y rentable, y debe utilizar la luz solar para catalizar la reacción. Por estas razones, la fotocatalisis se ha investigado como una buena alternativa para llevar a cabo la reducción de CO<sub>2</sub>.

Además, esta investigación se presenta como una base para futuros trabajos, dado al poco estudio que se ha realizado sobre el uso de fotocatalizadores como solución a un problema ambiental, social y económico como lo es la contaminación. Por ende, es importante la realización de esta investigación.

### **Objetivo de la investigación**

Evaluar el uso de fotocatalizadores con radiación solar para contrarrestar el cambio climático

### **Metodología**

Tras familiarizarse con los fundamentos de la fotocatalisis, se procederá a analizar los niveles de contaminación que azotan a Venezuela, sus condiciones meteorológicas y la selección adecuada del ámbito de aplicación de los recubrimientos fotocatalíticos, tomando en consideración los factores que aseguren un óptimo aprovechamiento del efecto fotocatalítico.

Tras haber desarrollado estos aspectos, se procederá a realizar un cálculo aproximado de la cantidad de contaminación eliminada en proporción a la superficie fotocatalítica tratada. Posteriormente, se analizarán las variaciones que podrían presentarse en función de diversos factores, tales como la ubicación geográfica, la

época del año, la concentración de partículas contaminantes y los materiales empleados. Para llevar a cabo este análisis, es necesario contar con una serie de requisitos que se detallan a continuación:

### Componentes necesarios para la fotocatalisis

**Fotocatalizador:** En primer lugar, para que se dé la reacción fotocatalítica, será necesario un fotocatalizador, un material semiconductor capaz de acelerar la velocidad de las reacciones de oxidación.

**Oxidante:** Para que el fotocatalizador se oxide y reciba electrones suele emplearse el oxígeno, que en fase gaseosa es muy sencillo de aportar debido a su abundante presencia en el aire.

**Suministro de electrones:** El grupo OH\* suele ser el que aporta los electrones en la reacción y más tarde favorece la oxidación de los contaminantes adsorbidos.

**Radiación:** La aplicación de luz ultravioleta puede producirse de forma natural a través del Sol o con luz artificial a partir de instalaciones lumínicas. El fotocatalizador será excitado al absorber la radiación solar, con una longitud de onda mayor a 310 nm o una análoga con la artificial, de manera que se acelera la reacción química de la fotocatalisis.

**Óxido de titanio:** Diferentes estudios han demostrado que la utilización del TiO<sub>2</sub> consigue reducir en parte los contaminantes contenidos en el aire y que exceden los límites establecidos por la OMS para una buena calidad del aire. El Titanio se encuentra fácilmente en la Tierra, es un material muy abundante en la corteza terrestre, sin embargo, no se encuentra en la naturaleza de forma pura, si no de tres posibles formas: rutilo, anatasa y brookita.

**Islas fotocatalíticas:** Entendemos el concepto de Isla Fotocatalítica como un espacio ideal dentro de una ciudad en el que se espera que exista aire puro y libre de NOx gracias a la envoltura completa por superficies fotocatalíticas, donde se encuentran todo tipo de soluciones para conseguir una construcción sostenible y una mejor preservación del medio ambiental. La Figura 1 ilustra los pasos secuenciales que conforman esta propuesta:

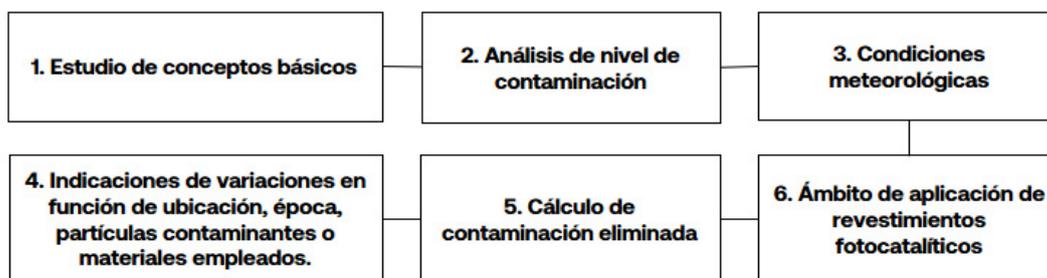


Figura 1. Diagrama general de la propuesta del uso de fotocatalizadores de radiación solar para la mitigación del cambio climático

### Resultados esperados

Con el desarrollo de la investigación propuesta se espera reducir hasta un 20% del CO<sub>2</sub> que contamina el ambiente, y reducir las emisiones continuas de CO<sub>2</sub> provenientes de las industrias, vehículos, construcciones y actividades humanas. Cabe destacar que los factores que pueden modificar los resultados son los siguientes:

**Cambios en función de las épocas del año:** Como ya se ha comentado anteriormente, la radiación es uno de los factores principales e imprescindibles para que se pueda producir la reacción fotocatalítica y así aprovechar el poder descontaminante de las nuevas superficies. Por lo tanto, las horas de radiación que reciban las áreas tratadas, serán proporcionales a la cantidad de CO<sub>2</sub> eliminado. Por otro lado, dependiendo de la temperatura, humedad o precipitaciones que afecten a estas superficies, trabajarán en mayor o menor proporción.

**Cambios en función de la contaminación existente:** Los valores actuales de descontaminación se deberán sumar a los que se espera reducir con el tratamiento de las áreas, es decir, hasta un 20%. Aunque este sería un hecho claramente positivo, si existen menos partículas de COVs, SOx y NOx en el ambiente, el porcentaje de contaminantes eliminados mediante la adsorción en la superficie del fotocatalizador tenderá a disminuir con el paso del tiempo.

**Cambios en función del color y rugosidad de los materiales a utilizar:** Se ha demostrado que dependiendo del material que se decida aplicar se obtendrán diferentes resultados. Los colores del revestimiento tratado influyen considerablemente en la capacidad de adsorber los contaminantes, e incluso, en la capacidad de autolimpieza de éste [8].

## Referencias

[1] IPCC, “**Summary for Policymakers in Climate Change**”. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, UK, p. 17, (2007)

[2] **La emergencia climática.** (s.f.). [En línea] Disponible en: <https://ambientech.org/itinerariosad/emergencia-climatica/evidencias.html>

[3] **¿Qué es el Cambio Climático y como hacerle frente?** (2021). [En línea] Disponible en: <http://www.minec.gob.ve/wp-content/uploads/2022/10/Librillo%20Cambio%20Climatico.pdf>

[4] **Datosmacro.** (2021). [En línea]. Disponible en: <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2/venezuela>

[5] Bermejo, A. “**Fotocatálisis y su capacidad descontaminante, aplicación en Gran Vía**”, Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Madrid. (2018).

[6] **Cambio climático en tiempos de pandemia: el caso venezolano.** (s.f.). [En línea] Disponible en: <https://www.iagua.es/blogs/mixzaida-pena/cambio-climatico-tiempos-pandemia-caso-venezolano>

[7] Biswas, M. R. U. D., Ali, A., Cho, K. Y., y Oh, W. C. “**Novel synthesis of WSe<sub>2</sub>- Graphene-TiO<sub>2</sub> ternary nanocomposite via ultrasonic technics for high photocatalytic reduction of CO<sub>2</sub> into CH<sub>3</sub>OH**”. Ultrasonics Sonochemistry, vol 42, pp 738–746, (2018).

[8] Laplaza, A y Hernando Castro, S. “**La fotocatalisis en los materiales de construcción base cemento: fundamentos, métodos de medida y ejemplos de aplicación**”. Revista técnica Cemento Hormigón. ISSN: 0008-8919, pp 12-22, (2013)

## Nota especial

Artículo con Mención Honorífica del Concurso “Camino al Futuro Venezuela 2035” de Fedecámaras edición 2023, modalidad: Estudiante. Área temática: Los desafíos de Venezuela ante el cambio climático: sus implicaciones para las empresas.