

UNO



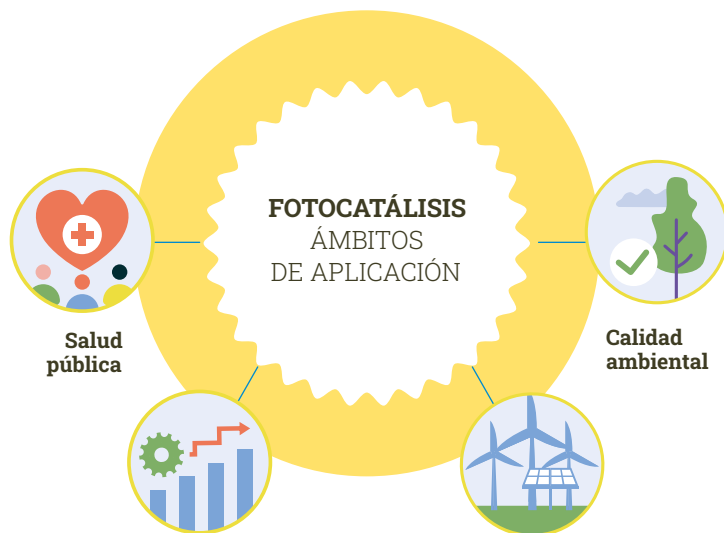
La tecnología fotocatalítica y los desafíos actuales



A principios de 1874, el visionario escritor Julio Verne dijo: «El agua será el carbón del futuro» en su relato de ciencia ficción *La isla misteriosa*. Décadas más tarde, a comienzos del siglo xx, el profesor Giacomo Ciamician, de la Universidad de Bolonia y pionero en los estudios de las reacciones fotocatalíticas, ya especuló que el empleo de procesos altamente energéticos basados en transformaciones fotoquímicas limpias y eficientes tendría un impacto ecológico drástico y beneficioso para la sociedad. Desde entonces, se han producido avances significativos en el campo de la fotoquímica.

Hablar hoy de *fotocatálisis*, proceso que permite acelerar reacciones químicas utilizando la luz, no es referirse a una moda tecnológica, sino a una pieza concreta que forma parte de un engranaje más amplio que vincula **la salud pública, la calidad ambiental, la transición energética y la competitividad industrial**.

Figura 1 Principales ámbitos de aplicación de la fotocatalísis



ELABORACIÓN PROPIA

A nivel europeo se persigue un triple objetivo. Por un lado, se pretende **proteger la salud** reduciendo la exposición a elementos contaminantes presentes principalmente en la atmósfera y en entornos urbanos, así como en ambientes interiores (edificios, escuelas u hospitales), y garantizando el suministro de agua para un consumo seguro frente a sustancias tóxicas emergentes (fármacos, pesticidas o disruptores endocrinos), además de explorar nuevas vías terapéuticas.

El segundo objetivo consiste en encontrar **nuevas alternativas que permitan mantener la neutralidad en emisiones procedentes** de la generación de energía con tecnologías dependientes de la química del carbono (industria petroquímica y combustibles fósiles) y, al mismo tiempo, **buscar nuevos vectores energéticos alternativos más sostenibles** que impliquen una descarbonización progresiva.

En tercer y último lugar, se aspira a **cumplir con un marco regulatorio cada vez más estricto**, que exige resultados medibles con horizonte en el año 2030. En este sentido, la fotocatalisis se ha ido consolidando como una **tecnología habilitadora**: no sustituye a las medidas estructurales (control de emisiones en origen, ventilación y filtración adecuadas, tratamientos convencionales de agua o higiene ambiental), pero sí añade capacidad allí donde las soluciones estándar se muestran insuficientes o demasiado costosas para capturar el último tramo de beneficio sanitario y ambiental. Esta idea de complementariedad es esencial para comprender su lugar en la política pública.

Los desafíos a los que nos enfrentamos, y para los que la fotocatalisis presenta una elevada potencialidad, están claramente dimensionados por los organismos oficiales. **En relación con la necesidad de energía limpia**, en 1988 la **Organización Meteorológica Mundial** (OMM) y el **Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente** (PNUMA) crearon el **Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático** (IPCC, por sus siglas en inglés), cuya función es evaluar la ciencia relacionada con el cambio climático. En su último informe, de 2023, este organismo confirmó que el calentamiento global ya ha superado en **cerca de 1,1 °C** la temperatura media de la era preindustrial.



Asimismo, calcula que las emisiones actuales de gases de efecto invernadero nos conducen hacia un escenario de un aumento de **2,7 °C para el año 2100**, si no se intensifican las políticas de mitigación. Si la temperatura global supera 1,5 °C, los riesgos para los ecosistemas y las personas —incluidas las sequías, las olas de calor, las pérdidas agrícolas y los eventos extremos— aumentarán de forma significativa. Recientemente, en la cumbre del clima de Dubái — la COP-28—, celebrada en diciembre de 2023, se incluyó por primera vez un reconocimiento explícito de la necesidad de **«abandonar progresivamente todos los combustibles fósiles»** en los sistemas energéticos, de forma justa, ordenada y equitativa. En este marco, el **hidrógeno se plantea como uno de los vectores energéticos del futuro**.

Desde una perspectiva medioambiental y sanitaria, en 2021 la contaminación del aire —tanto exterior como en espacios interiores— fue responsable de aproximadamente 8,1 millones de muertes globales, según el **Informe sobre el Estado del Aire Global 2024**, elaborado por el **Health Effects Institute (HEI)** en colaboración con **UNICEF**. Por otra parte, según la misma fuente, ese mismo año se registraron más de **700 000 fallecimientos en menores de 5 años** asociados a la contaminación del aire, lo que supone alrededor del 15 % de todas las defunciones en ese grupo de edad.

Asimismo, la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) ha señalado recientemente que los ciudadanos europeos están expuestos a niveles de contaminación urbana muy superiores a los recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y ha estimado que cerca de 240 000 muertes anuales son atribuibles a la contaminación en la Unión Europea. Se trata, además, una realidad que la ciudadanía percibe de manera directa en su vida cotidiana: picos de contaminación urbana, malestar en días de mala calidad del aire, preocupación por espacios interiores saturados o mal ventilados y dudas recurrentes sobre la seguridad del agua del grifo ante la presencia informada de disruptores endocrinos y sustancias per- y polifluoroalquiladas, a las que recientemente se han sumado los microplásticos.

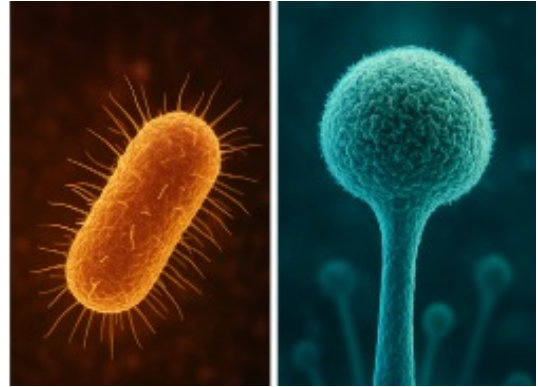
Figura 2 Impacto de la contaminación ambiental y patógenos emergentes en la mortalidad global



ELABORACIÓN PROPIA



Otro aspecto relevante del ámbito sanitario que requiere gran atención es el creciente aumento de las **infecciones causadas por cepas de microorganismos patógenos** que demuestran una resistencia cada vez mayor a los tratamientos farmacológicos convencionales. La reciente pandemia de la COVID-19 en 2020 puso de manifiesto nuestra vulnerabilidad ante infecciones sobrevenidas. Los datos más recientes del Centro Europeo para la Prevención y el Control de las Enfermedades (ECDC, por sus siglas en inglés) revelaron, a partir de un estudio realizado con datos de más de 23 000 pacientes y 105 hospitales, que España se encuentra por encima de la media europea en la prevalencia de enfermedades infecciosas adquiridas en entornos sanitarios y en el consumo de antibacterianos. Según datos basados en un **análisis publicado en *The Lancet***, en 2024, las denominadas *superbacterias* ya causan más de **1,2 millones de muertes directas al año en el mundo** y la resistencia antimicrobiana amenaza con superar al cáncer como principal causa de muerte para 2050 si no se actúa con urgencia.



Los hongos suponen otra fuente creciente de preocupación. La infección fúngica por *Candida Auris* se ha convertido en una amenaza sanitaria global: en poco más de una década ha pasado de casos aislados a elevadas tasas de resistencia a múltiples antifúngicos y una alta mortalidad en pacientes vulnerables tanto en Estados Unidos como en Europa. Al respecto, **la tecnología fotocatalítica emerge como una vía prometedora para abordar cada uno de estos desafíos.**