

Tecnologías emergentes

Uso de la luz UV-C para el tratamiento del aire en espacios cerrados

D. Mauro García Acero, CEO de Sanity Air, Automated Devices y Avionics Control Systems.

Palabras clave: UV-C, aire, virus.

Líneas I+D+i ETID relacionadas: 10.2.5.

Introducción

Desde hace tiempo se conoce que la propagación de virus y bacterias, y de enfermedades en general, disminuye en verano y aumenta en invierno. La causa principal de este efecto biocida es el aumento de la radiación solar, principalmente en el espectro UV-C (ultravioleta de onda corta o tipo C).

En 1877, dos investigadores británicos, A. Downes y T.P. Blunt, escribieron el primer artículo científico sobre las capacidades biocidas de la luz solar [1]. En subsiguientes artículos, estos autores describen cómo la luz fluorescente, generada a través de una atmósfera de baja presión de mercurio, emite una luz que impide el desarrollo de colonias de bacterias.

En 1930 se empezaron a comercializar las bombillas de luz UV-C como producto comercial, y su uso empieza a dispararse a partir de 1945 como medida de contención de amenazas biológicas y para la desinfección en hospitales.

Desde entonces, el uso germicida de la luz UV-C se ha ido incorporando a todas las industrias que deben tener un control sobre la esterilización o desinfección de sus productos o instalaciones (tratamiento de aguas y alimentos, hospitales, etc.).

Mecanismo germicida de la luz UV-C

El efecto biocida de la radiación UV-C está basado en su impacto sobre las cadenas de los códigos genéticos de virus, bacterias y otros patógenos. Precisamente la radiación emitida a una longitud de onda entre 260 y 265 nm es directamente absorbida por la base nitrogenada Timina, componente fundamental de uno de los cinco

tipos de nucleósidos que constituyen ambas cadenas de código genético, ADN y ARN. Esta radiación produce un cambio en la estructura molecular de Timina que impide los procesos de duplicación y transcripción, tanto del ADN, como del ARN, por lo que es posible conseguir la inactivación de todo tipo de virus, bacterias, hongos, mohos, etc.

En cualquier caso, la efectividad en la inactivación de los patógenos depende directamente de la dosis de energía incidente, que se puede definir en julios por metro cuadrado (J/m^2),

enfermedades, fundamentalmente aquellas de transmisión aérea, como gripe, catarros por adenovirus, coronavirus SARS-COV 2, tuberculosis, etc. Pero en interiores, al no existir la radiación solar directa, pueden generarse condiciones favorables para la proliferación y transmisión de patógenos.

Todos los seres humanos, al respirar, exhalamos bacterias y virus que residen en nuestros pulmones, propagándolos a través de las microgotículas que conforman los aerosoles de la exhalación. Por su pequeño tamaño y peso, estas microgotículas permanecen en el aire durante horas,

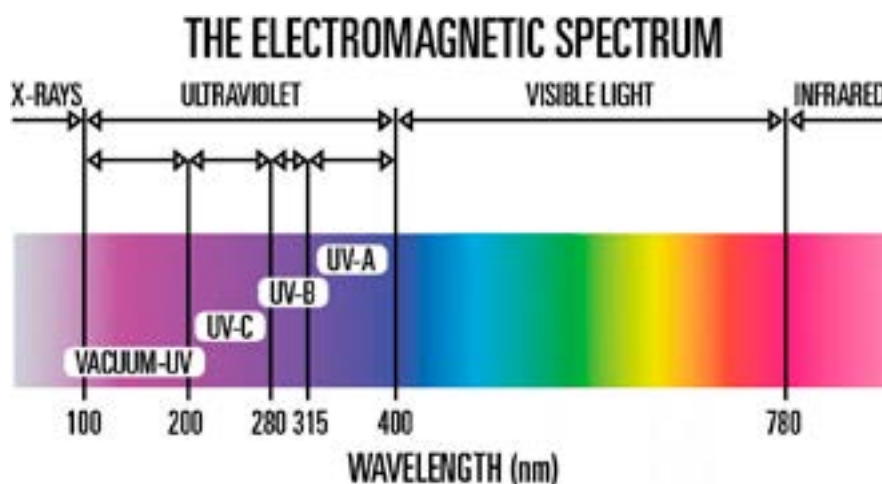


Fig. 1. Espectro electromagnético y longitudes de onda en la región UV. (Fuente: Wikipedia)

o milijulios por centímetro cuadrado (mJ/cm^2) cuando la radiación se aplica sobre superficies pequeñas.

Durante decenas de años, la tecnología UV se ha estudiado en profundidad con multitud de patógenos, existiendo documentación científica y técnica que define la cantidad de energía lumínica necesaria para erradicar un 90 %, 99 %, 99,9 %, etc., correspondientes a reducciones logarítmicas de orden 1, 2, 3, etc. Por ejemplo, en el caso de la influenza A (virus de la gripe humana), se sabe que es necesario aplicar una radiación de $6,6 mJ/cm^2$ para erradicar el 99 % de los virus en una zona determinada [2].

Aplicación de los sistemas UV-C

Como se ha comentado ya, la radiación solar tiene un efecto importante en el control y expansión de las

pudiendo ser a su vez inhaladas por otros individuos, especialmente si se encuentran en un espacio interior.

Dentro de los posibles usos de la luz UV-C para descontaminación biológica en interiores, existen dos aplicaciones principales: la radiación directa y la radiación confinada. La primera consiste en la emisión directa sobre las superficies o el aire ambiente, mientras que, en la segunda, se fuerza el paso del aire al interior de un equipo de esterilización, donde se lleva a cabo el tratamiento con luz UV-C, sin que se produzcan emisiones al exterior del equipo.

En el rango UV-C, la radiación es muy problemática para la salud, puesto que la alta energía que porta cada fotón puede llegar a producir quemaduras, cataratas y hasta cáncer de piel. Es por

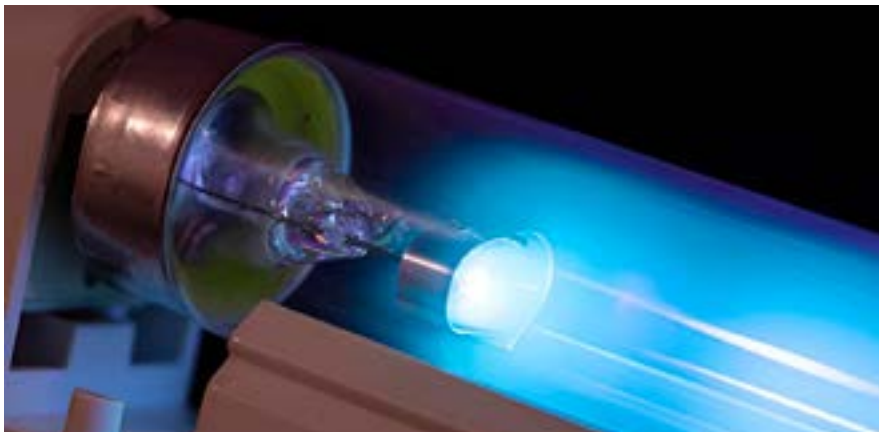


Fig. 2. Lámpara de luz UV.
(Fuente: OSRAM)

ello que, en presencia de personas o animales, resulta conveniente la esterilización del aire ambiente mediante radiación confinada, evitando así la exposición a la luz UV-C.

En consecuencia, es importante que cualquier equipo dedicado a la desinfección mediante tecnologías potencialmente dañinas para los seres humanos, disponga de los correspondientes certificados de inocuidad, cumpliendo con la actual normativa (UNE 12198, UNE 60335, etc.) para confirmar y certificar que la radiación se mantiene perfectamente confinada, sin permitir emisión alguna al exterior.

Asimismo, estos equipos deberán cumplir la correspondiente normativa que asegure la eficacia de desinfección en un entorno determinado, como por ejemplo, la norma UNE 171330 de calidad ambiental en interiores.

Otro aspecto a favor de esta tecnología, respecto a otras tecnologías que puedan manejar caudales de aire similares, como la tecnología de filtración HEPA, es la gran eficiencia energética de los equipos, que pueden llegar a consumir alrededor de 5 veces menos energía eléctrica. Asimismo, los costes de mantenimiento (recambio de filtros y lámparas) hacen de ella una tecnología eficiente.

La aplicación de la tecnología UV-C responde a multitud de potenciales necesidades, incluido el ámbito de defensa, donde existe especialmente la preocupación por la protección colectiva frente a la amenaza NBQ. Tanto si la transmisión es aérea o a través de superficies, con un correcto dimensionamiento del equipo, se puede disminuir la concentración de patógenos por debajo del 0,01 % en

solo algunos minutos. A este respecto, merece especial atención el uso que ha dado el ejército americano a sistemas de radiación directa y confinada para la disminución de la propagación del coronavirus en sus instalaciones [3] [4].

Conclusiones

Las medidas de control del fondo biológico ambiental que se han llevado a cabo a raíz de la pandemia de COVID-19, han puesto en evidencia la mala calidad del aire en espacios interiores, especialmente en salas de control y espacios críticos con baja ventilación. En los últimos 20 años hemos sufrido diversas epidemias (Ebola, SARS, Gripe A, MERS y COVID-19), una situación que los diferentes gobiernos han ido controlando erráticamente con medidas, hasta cierto punto eficaces, como por ejemplo las mascarillas o la ventilación natural, que evidentemente suponen una ayuda al control de la propagación, pero no son suficientes, y otras muy controvertidas como los confinamientos y cierres que

han llegado a provocar la paralización de las actividades cotidianas.

Esta circunstancia ha potenciado el desarrollo de tecnologías de protección colectiva frente a la amenaza biológica, como es la tecnología de radiación UV-C, que resulta totalmente compatible con el control y mejora de la calidad del aire en espacios interiores habitados, tanto en el entorno civil como en el militar. De hecho, dentro de la comunidad científica internacional, como es el caso de los Drs. Donald K. Milton, Edward A. Nardell y David Michaels, los centros de control y prevención de enfermedades (CDC) de Estados Unidos o, en España, voces como la Dra. Margarita del Val y el mismo Ministerio de Sanidad, se propone el uso de dispositivos dotados de radiación UV-C para el control activo de la calidad del aire en interiores, filtrando partículas y eliminando patógenos de una manera eficaz y controlada, siendo inocuos para las personas que se encuentren en la misma estancia y reduciendo la probabilidad de contagio.

Referencias

- [1] Downes, A. y Blunt, T. (1877). The Influence of Light upon the Development of Bacteria 1. *Nature* 16, p 218. Disponible en: <https://www.nature.com/articles/016218a0>
- [2] <https://www.americanairandwater.com/uv-facts/uv-dosage.htm>
- [3] <https://phc.amedd.army.mil/PHC%20Resource%20Library/cv19-effective-ness-safety-uv-light.pdf>
- [4] <https://www.defense.gov/News/Feature-Stories/Story/Article/2309289/air-guard-wing-receives-dods-first-uv-light-disinfectant-system/>

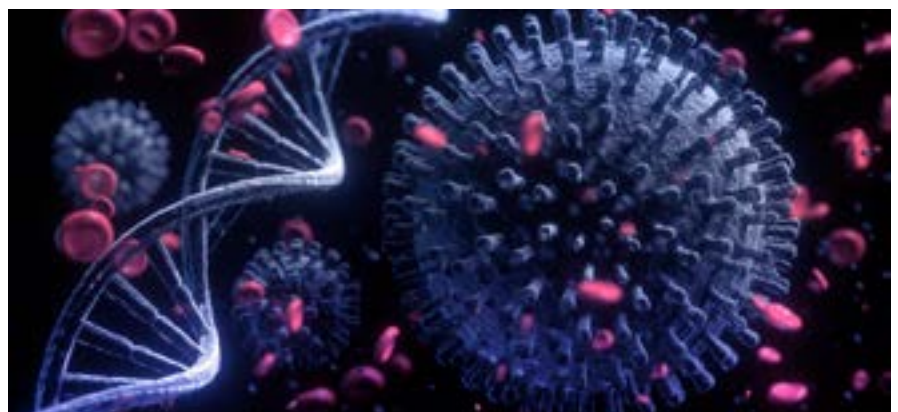


Fig. 3. Representación gráfica ampliada de coronavirus y ADN. La escala de tamaños entre los elementos no es proporcional: el fragmento visto de ADN sería mucho menor que el tamaño del virus en la imagen.

(Fuente: <https://www.uss.cl/medicina/luz-ultravioleta-desinfecta/>)