

DOI: 10.26820/recimundo/5.(esp.1).nov.2021.65-74

URL: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/1369>

EDITORIAL: Saberes del Conocimiento

REVISTA: RECIMUNDO

ISSN: 2588-073X

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Artículo de revisión

CÓDIGO UNESCO: 1203 Ciencia de los Ordenadores

PAGINAS: 65-74






Uso de la robótica como medio para la esterilización y desinfección con luz ultravioleta en el contexto del COVID-19

Use of robotics as a means for sterilization and disinfection with ultraviolet light in the context of COVID-19

Uso da robótica como meio de esterilização e desinfecção com luz ultravioleta no contexto do COVID-19

Jorge Enrique Ordoñez García¹; Lauro Fernando Salvatierra Bravo²; Carmen Inés Cagua Quiñonez³

RECIBIDO: 15/09/2021 **ACEPTADO:** 05/10/2021 **PUBLICADO:** 29/11/2021

1. Master Universitario en Didáctica de las Matemáticas en Educación Secundaria y Bachillerato; Magister en Automatización y Control Industrial; Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones; Universidad de Guayaquil; Guayaquil, Ecuador; jorge.ordonezga@ug.edu.ec;  <https://orcid.org/0000-0002-0888-7481>
2. Ingeniero en Electricidad, Especialización Electrónica y Automatización Industrial; Ministerio de Educación; Guayaquil, Ecuador; lauro.salvatierra@educacion.gob.ec;  <https://orcid.org/0000-0002-8974-4633>
3. Licenciada en Ciencias de la Educación Especialización Informática; Profesor de Segunda Enseñanza Especialización: Informática; Profesor de Segunda Enseñanza; Tecnólogo Pedagógico en Informática; Ministerio de Educación; Guayaquil, Ecuador; carmen.cagua@educacion.gob.ec;  <https://orcid.org/0000-0002-7438-7434>

CORRESPONDENCIA

Jorge Enrique Ordoñez García
jorge.ordonezga@ug.edu.ec

Guayaquil, Ecuador

RESUMEN

Dentro de los factores claves para la contención de la propagación de la pandemia, en lo que tiene que ver a las medidas de seguridad o bioseguridad dentro de los centros de salud, desde hace unos años para acá, se han utilizado en algunos países tecnología de desinfección por rayos ultravioletas por medio de robots, y esto por la alta eficiencia de los rayos UV en la eliminación de los gérmenes dentro de los centros de salud en un 99%, porcentajes que contrastan mucho con los productos químicos. La metodología utilizada para el presente trabajo de investigación, se enfoca hacia una metodología orientada hacia la necesidad de indagar en forma precisa y coherente una situación. Enmarcada dentro de una revisión bibliográfica de tipo documental, ya que nos vamos a ocupar de temas planteados a nivel teórico como es Uso de la robótica como medio para la esterilización y desinfección con luz ultravioleta en el contexto del COVID-19. La técnica para la recolección de datos está constituida por materiales impresos, audiovisuales y electrónicos, estos últimos como Google Académico, PubMed, entre otros. La información aquí obtenida será revisada para su posterior análisis. La utilización de tecnología robótica dentro de los sistemas de salud, no son algo nuevo, en lo que tiene que ver en contextos de pandemia, ya fueron utilizados como herramientas para desinfección y esterilización, como fue en los casos del Síndrome Respiratorio de Oriente Medio (MERS) en el año 2012 y ebola en el 2014. Estos robots nacieron con el objetivo de evitar la propagación de los virus, sin embargo, hay que acotar, que no todos los sistemas de salud a nivel mundial tienen la capacidad financiera para adquirirlos por su elevado costo, a la par de que se necesita la adecuación tecnológica de los centros de salud para su utilización, la gran pregunta que se debe hacer es, si la razón beneficio – costo, de adquirir este tipo de tecnología, va a reducir o contener una pandemia, no se pone en duda su alta capacidad de desinfección pero hay que tomar en cuenta otras realidades, también la manipulación de los mismos debe ser con cuidado ya que los rayos ultravioletas pueden causar daños a largo plazo en el organismo.

Palabras clave: Robots, UV, Desinfección, Esterilización, Covid.

ABSTRACT

Among the key factors for containing the spread of the pandemic, in what has to do with security or biosafety measures within health centers, disinfection technology has been used in some countries for a few years now. by ultraviolet rays by means of robots, and this by the high efficiency of UV rays in the elimination of germs within health centers by 99%, percentages that are in sharp contrast to chemical products. The methodology used for this research work is focused on a methodology oriented towards the need to investigate a situation precisely and coherently. Framed within a bibliographic review of a documentary type, since we are going to deal with issues raised at a theoretical level such as the Use of robotics as a means for sterilization and disinfection with ultraviolet light in the context of COVID-19. The technique for collection data is made up of printed, audiovisual and electronic materials, the latter such as Google Scholar, PubMed, among others. The information obtained here will be reviewed for further analysis. The use of robotic technology within health systems is not something new, as far as pandemic contexts are concerned, they have already been used as tools for disinfection and sterilization, as was the case with the Middle East Respiratory Syndrome (MERS) in 2012 and Ebola in 2014. These robots were born with the aim of preventing the spread of viruses, however, it must be noted that not all health systems worldwide have the financial capacity to acquire them for its high cost, while the technological adaptation of health centers is needed for its use, the big question that must be asked is, if the benefit-cost ratio of acquiring this type of technology is going to reduce or contain a pandemic, its high disinfection capacity is not questioned but other realities must be taken into account, also handling them must be with care since ultraviolet rays can cause damage long-term in the body.

Keywords: Robots, UV, Disinfection, Sterilization, Covid.

RESUMO

Entre os fatores-chave para conter a propagação da pandemia, no que diz respeito às medidas de segurança ou biossegurança nos centros de saúde, a tecnologia de desinfecção já é utilizada em alguns países há alguns anos. pelos raios ultravioleta por meio de robôs, e isso pela alta eficiência dos raios ultravioleta na eliminação de germes nos centros de saúde em 99%, percentagens que contrastam fortemente com os produtos químicos. A metodologia utilizada para este trabalho de investigação centra-se numa metodologia orientada para a necessidade de investigar uma situação de forma precisa e coerente. Enquadrado dentro de uma revisão bibliográfica de tipo documental, uma vez que trataremos de questões levantadas a nível teórico como o Uso da robótica como meio de esterilização e desinfecção com luz ultravioleta no contexto da COVID-19. A técnica de coleta de dados é composta por materiais impressos, audiovisuais e eletrônicos, estes últimos como Google Scholar, PubMed, entre outros. As informações aqui obtidas serão revisadas para análises posteriores. O uso da tecnologia robótica nos sistemas de saúde não é uma novidade, no que diz respeito a contextos pandêmicos, elas já foram utilizadas como ferramentas de desinfecção e esterilização, como foi o caso da Síndrome Respiratória do Oriente Médio (MERS) em 2012 e do Ebola em 2014. Esses robôs nasceram com o objetivo de prevenir a propagação de vírus, porém, deve-se destacar que nem todos os sistemas de saúde do mundo têm capacidade financeira para adquiri-los pelo seu alto custo, sendo necessária a adaptação tecnológica dos centros de saúde. para seu uso, a grande dúvida que se deve fazer é: se a relação custo-benefício de adquirir esse tipo de tecnologia vai reduzir ou conter uma pandemia, sua alta capacidade de desinfecção não é questionada, mas outras realidades devem ser levadas em consideração, também o manuseio deve ser feito com cuidado, pois os raios ultravioleta podem causar danos a longo prazo no corpo.

Palavras-chave: Robôs, UV, Desinfecção, Esterilização, Covid.

Introducción

Bajo el contexto de la pandemia, causada por el SARS-Cov-2 (Covid-19) y ante el inminente retorno a las actividades cotidianas de las personas, se ha empezado a estudiar los posibles factores que pueden llegar a ser clave en la prevención de propagación del virus; siendo la Organización Mundial de la Salud (OMS), el primero en remarcar que las gotículas secretadas por las personas contagiadas, pueden llegar a depositarse sobre objetos a su alrededor, propiciando que mediante el contacto de estas superficies, las personas lleguen a contaminarse. De allí nace la necesidad de buscar alternativas que brinden soluciones óptimas de desinfección y climatización de ambientes interiores, enfocadas en reducir el tiempo de estancia del virus en la zona y en superficies que hayan entrado en contacto con personas contagiadas, en pro de proteger al personal inmerso en dicho ambiente (Otálora Riaño, 2020, págs. 10-11).

Es de importancia utilizar mecanismos efectivos de desinfección, en ese sentido, la irradiación con luz Ultra Violeta (UV) es una alternativa para los espacios cerrados ya que logra inactivar las partículas virales suspendidas en el aire o en superficies sólidas. Este tipo de radiación afecta directamente el genoma viral, pero también puede inducir

injuria en las células humanas, por lo tanto, se han implementado sistemas que minimizan la exposición de la luz garantizando la acción germicida, integrados por ejemplo a unidades de recirculación y sistemas en ductos de aire o cámaras germicidas para habitaciones que tienen una función similar y son una alternativa económica, segura y fácil de implementar en nuestro medio (Carrera Jiménez & Ramírez Vera, 2021, pág. 1).

Recientemente, la demanda de estos equipos ha aumentado tanto por hospitales, empresas e incluso particulares por causa de la pandemia del coronavirus COVID-19 (riesgo sanitario específico actual); es por ello, que existen diferentes tipos de tecnología de desinfección por Ultravioleta, entre ellos se encuentran las lámparas y equipos móviles UV-C que se emplean principalmente para la desinfección del aire y superficies de habitaciones o salas. Algunos de ellos se montan por encima de la altura de la cabeza para desinfectar el aire que circula, pero es importante especificar que en algunos estudios destacan que la desinfección UV-C tendrá distinta eficacia dependiendo de la humedad relativa que haya en el espacio aplicado (Noblecilla Romero, 2020, pág. 38).

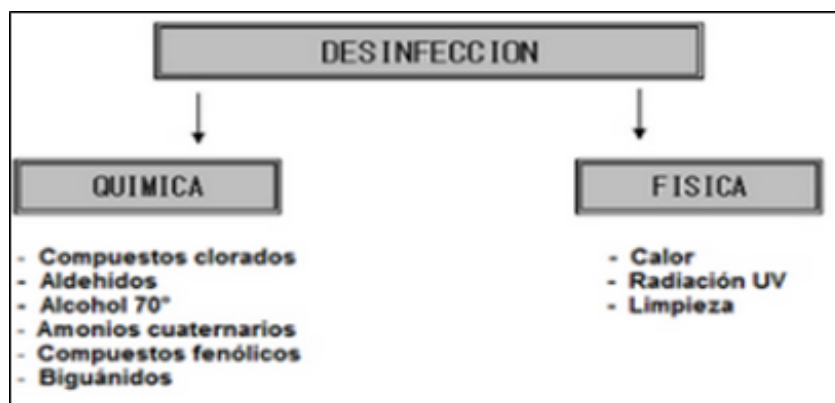


Imagen 1. Clasificación del proceso de desinfección.

Fuente: (Carrera Jiménez & Ramírez Vera, 2021).

Equipos de desinfección por luz ultravioleta	Funciones
Luminarias UV-C de pared	Se emplean en salas de techos altos (>2,1 m). Actúa sobre el aire de la parte de arriba de las salas.
Lámparas UV-C dentro de los conductos o en los propios equipos de climatización (purificadores de aire)	Son purificadores de aire que disponen de lámparas UV-C en su interior. Su eficacia se basa en la mejora de la higiene dentro del mismo sistema, ya que el aire pasa a través de los equipos de climatización.
Robots UV-C móviles con lámparas verticales Ultravioleta	Desinfecta superficies en todas las direcciones. Cubre la desinfección en una gran parte de la sala en poco tiempo. Al ser un aparato móvil amplía su superficie de desinfección.
Lámpara de mano UV-C con lámparas de mercurio	Su eficacia depende del tiempo y distancia. A una distancia inferior de la superficie menor tiempo de exposición necesitara para la desinfección

Imagen 2. Clasificación de equipos de luz ultravioleta.

Fuente: (Noblecilla Romero, 2020)

Tabla 1. Características proceso de desinfección.

DESINFECCIÓN QUÍMICA	DESINFECCIÓN FÍSICA
Suelen presentarse en estado líquido	Desinfección mediante el calor o pasteurización, proceso al que se someten sustancias líquidas sin llegar al punto de ebullición, a una temperatura de unos 65°
Bloquea alguna función vital de las células de los microorganismos que provoca su muerte.	Radiaciones Ultravioletas, que reducen, pero no eliminan totalmente la carga microbiana. Por su escaso poder penetrante no se considera un proceso de esterilización.
Se pueden clasificar en distintos grados por su eficacia, existiendo diversos tipos de desinfectantes.	

Fuente: (Carrera Jiménez & Ramírez Vera, 2021)

Actualmente a nivel mundial son muchos los procesos y productos químicos usados para la desinfección y esterilización tanto en la epidermis, como en superficies y ambientes, es evidente la importancia que tiene una correcta desinfección de superficies que rodean un área ya sea de trabajo o de estar. Desde el mismo suelo hasta las superficies de uso cotidiano para diversas actividades como sillones, lámparas, teclados, mesas, etc. La mayoría de estos productos usados con esta finalidad son desinfectantes en aerosol de alto nivel para superficies cercanas, así como también en liquido o toallitas impregnadas de elementos antisépticos. El problema se basa en el deficiente proceso, así como también la incorrecta manipulación de los productos químicos que se usan para la desinfección de superficies, debido a la existencia de factores que afectan la eficacia de la desin-

fección tales como: grado y localización de la contaminación, poco cuidado con los recipientes, resistencia innata de los microorganismos, concentración y actividad de los desinfectantes, factores químicos y físicos, entre otros (Tipanquiza Duque, 2021, pág. 4).

La robótica intenta implementar sistemas autómatas a un nivel lógico, con razonamiento e inteligencia, que puedan desempeñar labores de los seres humanos; tareas específicas que requieren precisión y gran destreza, todo este con la finalidad de implantar dispositivos automáticos o de control a distancia los mismos que realicen trabajos de alto riesgo o a su vez imposibles para los seres humanos y con ello reemplazar parcial o totalmente algunas labores realizadas por los humanos (Tipanquiza Duque, 2021, pág. 5).



Imagen 3. Evolución de la robótica.

Fuente: (Tipanquiza Duque, 2021)

La robótica es una de las industrias que más se está desarrollando en los últimos años y ahora, con la crisis provocada por el Covid-19, los robots son los encomendados como una solución para evitar el contacto físico e incluso para desinfectar las zonas públicas. Los primeros en abrazar esta tecnología son las empresas chinas que han desarrollado todo tipo de objetos sin la necesidad de un conductor ni de contacto humano, totalmente autónomos, desarrolladas para cada área en específico que son de baja media y alta velocidad dependiendo el

trabajo a realizarse. Pero lo más interesante es que incorporan un sistema de desinfección para los espacios públicos (Jami Quinatoa, 2021).

Robots móviles

La tecnología basada en robótica móvil es considerada un área avanzada manejadora de problemas de gran complejidad. Sus diversas estructuras aportan significantes ayudas en diversas aplicaciones de control, programación, inteligencia artificial, percepción e instrumentación, además de ser

la base de innovadoras prácticas en áreas industriales, aportando inmensurables soluciones orientadas al desarrollo y mejoramiento de sistemas actuales, incluso de esta manera a este campo tecnológico le queda mucho camino por recorrer.

De acuerdo con el diseño cada robot puede realizar actividades específicas y predeterminadas. El desarrollo de cada uno depende del interés investigativo del autor quién es el que conoce, diseña e implementa los prototipos. Entre las tareas realizadas por prototipos tenemos:

- Operación en ambientes hostiles: refinerías, plantas químicas o nucleares.
- Realización de rutinas de mantenimiento y seguridad en caso de accidentes
- Inspección de tuberías terrestres y submarinas
- Reconocimiento de ambientes donde el hombre no puede acceder
- Realización de labores de construcción
- Vigilancia y seguridad (Tipanquiza Duque, 2021, pág. 6).

Metodología

La metodología utilizada para el presente trabajo de investigación, se enfoca hacia una metodología orientada hacia la necesidad de indagar en forma precisa y coherente una situación. Enmarcada dentro de una revisión bibliográfica de tipo documental, ya que nos vamos a ocupar de temas planteados a nivel teórico como es Uso de la robótica como medio para la esterilización y desinfección con luz ultravioleta en el contexto del COVID-19. La técnica para la recolección de datos está constituida por materiales impresos, audiovisuales y electrónicos, estos últimos como Google Académico, PubMed, entre otros. La información aquí obtenida será revisada para su posterior análisis.

Resultados

Tecnologías aplicadas a la monitorización

- Motivo de incluir esta sección deriva del alto impacto y múltiples oportunidades que brinda el uso de sensores en el ámbito de seguridad, ya sea para registro de actividad, autenticación, entre otras; permitiendo mediante la medición remota de parámetros, controlar o vigilar el estado de la persona.
- Así mismo, estos dispositivos pueden llegar a generar redes de sensores inalámbricos, los cuales son el resultado del trabajo conjunto de múltiples receptores de información que, de manera remota, permiten determinar el comportamiento del entorno sensado.
- Además de la aplicabilidad de los sensores, se requiere el manejo del Internet de las Cosas, o IoT por sus siglas en inglés, que favorezca la transmisión de información en tiempo real, permitiendo esta interconexión de dispositivos.
- La importancia de estas aplicaciones radica en la visualización de resultados adversos en el entorno, como cambios en la composición del aire, además de su adaptación, dependiendo de las múltiples partículas presentes, que se busque detectar.
- Otras aplicaciones que puede llegar a tener esta interconexión entre sensores y el IoT para componer una habitación inteligente son, monitorización de salas de computo en pro de detectar situaciones anómalas, así como la administración y control de un entorno para adultos mayores, enfocado en caídas, ligado a la detección de actividades que impliquen un riesgo potencial de sufrir daños, al ser ejecutadas por la persona.
- Siendo consciente del problema que representa el regreso a las instituciones educativas, ante la posible presencia

de gotículas sobre superficies y objetos que hayan estado expuestos al virus, debido a la alta afluencia de personas, y la necesidad de aplicar tecnologías para desinfección y monitoreo de ambientes en espacios interiores, derivado de los protocolos establecidos para entornos saludables de los asistentes a las universidades y colegios; se pretende aplicar los conceptos de IoT y las facilidades que brindan los sensores y tecnología inalámbrica, para generar una habitación inteligente, mediante un módulo de fácil instalación, que permita sensor dicho entorno en tiempo real y lleve a cabo un seguimiento del estado de desinfección de esa zona común, que favorezca la planeación de procesos de desinfección y de la misma manera, permita alertar a las personas en caso de que el salón se encuentre realizando un procedimiento de esterilización.

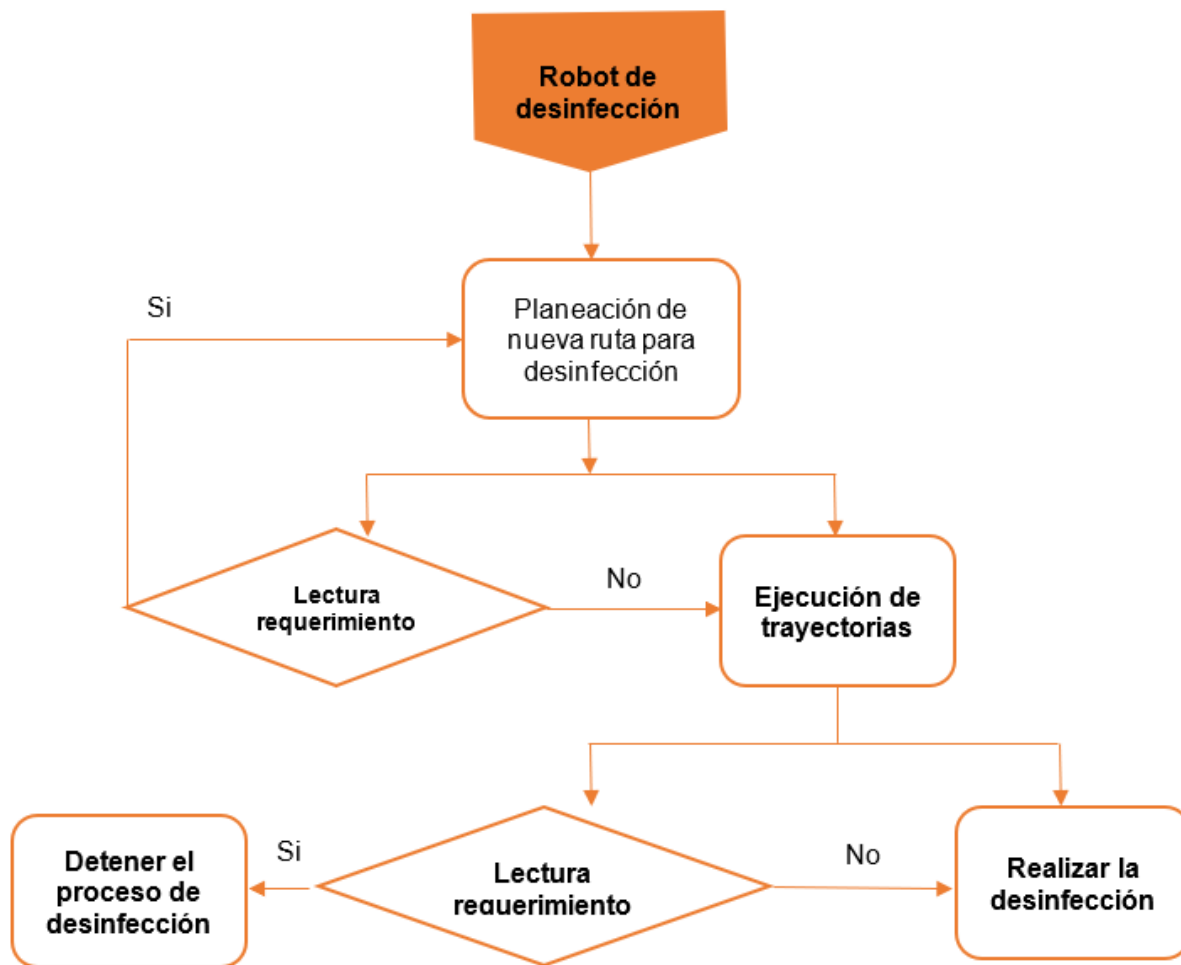
- Se aplicarán entornos de programación como Robot Operating System (ROS), el cual es un marco de referencia, para el desarrollo de software, compuesto de múltiples herramientas enfocadas a aplicaciones robóticas; que permitan establecer las características idóneas para la interacción de diferentes sistemas, de alarma y sensado (Otálora Riaño, 2020, págs. 23-24).

Métodos de desinfección en ambientes interiores

La desinfección en espacios interiores, es uno de los principales objetivos para la erradicación o detención de los procesos de transmisión de virus; es por ello, que ha surgido la iniciativa de implementar métodos de salas automatizadas sin contacto durante la desinfección o en inglés no-touch disinfection system (NTD), ofreciendo la oportunidad de generar una correcta desinfección del ambiente, con ausencia de personal que supervise estas prácticas, siendo esto una barrera contante en los métodos de desinfección común (Otálora Riaño, 2020, pág. 29).

Es por ello que se evalúa la implementación de desinfección por radiación ultravioleta-C (UVC) o mediante agentes químicos como el peróxido de hidrógeno (H₂O₂). Estos métodos de esterilización han sido aplicados en múltiples estudios, de clínicas y hospitales alrededor del mundo, especificando que tanto bacterias como virus, tienen una destrucción de enlaces moleculares, inhibiendo la reproducción celular cuando se alcanza una longitud de onda de radiación UVC de 254nm aproximadamente. Es por esto, que cuando se realiza NTD por medio de UVC se hace uso de lámparas de radiación de luz ultravioleta-C, ya que estas presentan una longitud de onda entre 200-280nm, teniendo un alcance entre 2 a 3 metros de descontaminación continua (Otálora Riaño, 2020, pág. 29).

Es por ello, que se propone incorporar la tecnología de UVC, en un robot móvil que ayude en la navegación por la institución, para la desinfección de las salas; de igual manera, al aplicar este método de limpieza, se debe conservar ciertas pautas para evitar los riesgos de salud al prevenir una exposición directa con los rayos ultravioleta de esta tecnología; de allí la aplicabilidad que se brinda mediante los módulos de habitaciones inteligentes, que se encarga de proteger a las personas de ingresar erróneamente a una sala que se encuentra en proceso de esterilización (Otálora Riaño, 2020, pág. 30).



Esquema 1. Esquema descriptivo, de manera general, de los mecanismos y procesos presentes en la operación del robot desarrollado para desinfección de ambientes interiores.

Fuente: (Otálora Riaño, 2020)

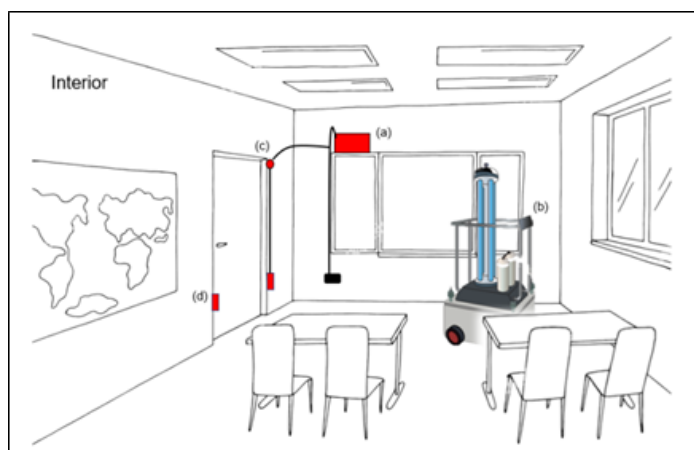


Imagen 4. Dibujo descriptivo de la incorporación e implementación de los diferentes mecanismos de monitorización y planeación de procesos de desinfección que compone el sistema en ambientes interiores. (a) módulo de habitaciones inteligentes, (b) robot de desinfección, (c) sensor estado de la puerta, (d) sensor conteo de personas.

Fuente: (Otálora Riaño, 2020)

En este esquema se observa básicamente el funcionamiento del robot o su lenguaje de programación, por medio de un sensor que está en la puerta y luego de planificada la ruta para la desinfección, el robot empieza el proceso de desinfección, si por algún motivo, el sensor detecta la entrada de una persona al área de desinfección, esta automáticamente se detiene.

Experiencias internacionales

- Las soluciones tecnológicas para desinfectar los estadios: drones y robots que usan luz ultravioleta, ya algunos equipos han apostado por soluciones tecnológicas como robots que emiten luz UV o los drones que rocían desinfectante desde el aire. En el caso de los Panthers de Carolina, el equipo de fútbol americano ha comenzado a utilizar en el estadio Bank of América, en la ciudad de Charlotte, los robots LightStrike, desarrollados por la compañía Xenex. Los robots de Xenex son utilizados para la desinfección de salas de hospitales, emiten pulsos de luz ultravioleta de alta intensidad, con los que logran dañar el ARN del patógeno de cuatro formas distintas que lo anula. Por su parte, otros equipos de la NFL han elegido otras tecnologías de desinfección antes de la vuelta a la competición, como es el caso de los Falcons de Atlanta, usan drones para la desinfección desde el aire. Estos drones, conocidos como D1, están desarrollados por la compañía estadounidense Lucid Drone Technologies, y logran funcionar un 95 por ciento más rápido y con 14 veces más efectividad que soluciones convencionales (Carrera Jiménez & Ramírez Vera, 2021, pág. 20).

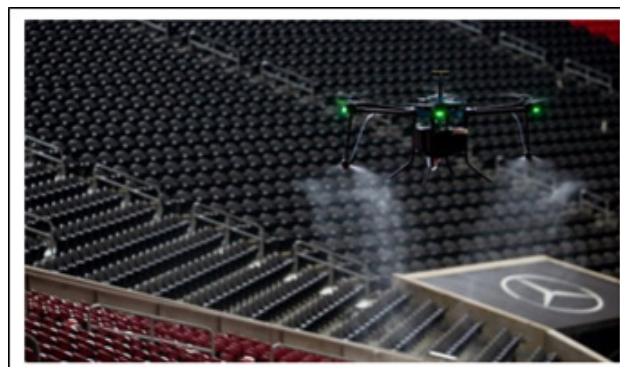


Imagen 5. Drones desinfectantes.

Fuente: (Carrera Jiménez & Ramírez Vera, 2021).



Imagen 6.1. Robot LightStrike de Xenex.
2. SpeedyCare™ UV

Fuente: (ETKHO, 2021); (HAZ, 2020)

- La empresa española Sewertronics™, ha sido la primera empresa en Europa en diseñar un robot (SpeedyCare™ UV) para desinfectar el aire y las superficies, a través de luz ultravioleta, de manera limpia e inocua en una longitud de onda de 254 nanómetros. El robot puede desinfectar al 99% una habitación de 30 m² en 3 minutos, una habitación de 50 m²

en 5 minutos o una habitación de 100 m² en 9 minutos. Cuanto mayor sea el tiempo de exposición más profunda será la desactivación de microorganismos patógenos (HAZ, 2020).

- Los robots Xenex son unos de los recursos tecnológicos actualmente utilizados en algunos hospitales de los Estados Unidos, gracias a su tecnología de desinfección con luz ultravioleta LightStrike de fuente tipo C, logrando la reducción de la contaminación por coronavirus en tan solo 5 minutos (ETKHO, 2021).
- En Múnich Alemania, es utilizado el robot Franzi (ETKHO, 2021).

Conclusiones

La utilización de tecnología robótica dentro de los sistemas de salud, no son algo nuevo, en lo que tiene que ver en contextos de pandemia, ya fueron utilizados como herramientas para desinfección y esterilización, como fue en los casos del Síndrome Respiratorio de Oriente Medio (MERS) en el año 2012 y ebola en el 2014. Estos robots nacieron con el objetivo de evitar la propagación de los virus, sin embargo, hay que acotar, que no todos los sistemas de salud a nivel mundial tienen la capacidad financiera para adquirirlos por su elevado costo, a la par de que se necesita la adecuación tecnológica de los centros de salud para su utilización,

la gran pregunta que se debe hacer es, si la razón beneficio – costo, de adquirir este tipo de tecnología, va a reducir o contener una pandemia, no se pone en duda su alta capacidad de desinfección pero hay que tomar en cuenta otras realidades, también la manipulación de los mismos debe ser con cuidado ya que los rayos ultravioletas pueden causar daños a largo plazo en el organismo.

Bibliografía

- Carrera Jiménez, L. J., & Ramírez Vera, J. (2021). Desarrollo de un prototipo open source híbrido automatizado-manual para la desinfección de espacios cerrados a través de rayos ultravioletas.
- ETKHO. (20 de 07 de 2021). Obtenido de <https://www.etkho.com/tecnologia-para-la-desinfeccion-de-covid-19-en-areas-criticas-hospitalarias/>
- HAZ. (22 de 05 de 2020). Obtenido de <https://hazrevista.org/coronavirus/2020/05/robot-desinfeccion-elimina-virus-minutos-luz-ultravioleta/>
- Jami Quinatoa, C. J. (2021). Diseño y construcción de un robot de desinfección de superficies en ambientes cerrados por medio de rayos ultravioletas controlado mediante una app.
- Noblecilla Romero, N. I. (2020). Protocolos de prevención y actuación en vehículos profesionales para la prevención de riesgos sanitarios específicos.
- Otálora Riaño, D. C. (2020). Desarrollo de un Sistema de Monitoreo y Planificación de Procesos de Desinfección para Ambientes COVID-19.
- Tipanquiza Duque, H. P. (2021). Dispositivo remoto para desinfección de entornos cerrados mediante luz ultravioleta.

CITAR ESTE ARTICULO:

Ordoñez García, J. E., Salvatierra Bravo, L. F., & Cagua Quiñonez, C. I. (2021). Uso de la robótica como medio para la esterilización y desinfección con luz ultravioleta en el contexto del COVID-19. RECIMUNDO, 5(Especial 1), 65-74. [https://doi.org/10.26820/recimundo/5.\(esp.1\).nov.2021.65-74](https://doi.org/10.26820/recimundo/5.(esp.1).nov.2021.65-74)

