

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**PROYECTO**

**“CAJA DESINFECTANTE UV”**

**DESARROLLADO EN LA ASIGNATURA DE:**  
**INNOVACIÓN Y GESTIÓN TECNOLÓGICA**

**PRESENTADA POR:**

- CALDERON ESPEJO, Martin
- NINAHUANCA PIZARRO, Kenyi
- PONCE ALCOCER, Andrea Isabel
- QUISPE TENICELA, Luis Agustín
- RAMOS LUCAS, Erika Shirla

**ASESORES:**

Ing. Leydi Beatriz, MANRIQUE TEJADA

Ares Leonardo, SILVA VARRILLAS

**HUANCAYO – PERÚ**

**2020 - 20**

## **AGRADECIMIENTOS**

Este proyecto es el resultado del esfuerzo conjunto de todos los que formamos el grupo de trabajo. Por esto agradezco a nuestros asesores, Leydi Manrique Tejada y Ares Silva Varillas. También agradezco a cada uno mis compañeros quienes a lo largo de este tiempo han puesto a prueba sus capacidades y conocimientos en el desarrollo de este nuevo plan estratégico de negocios el cual ha finalizado llenando todas nuestras expectativas.

A mis padres quien es a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis habilidades. A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abrió sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

## DEDICATORIA

La concepción de este proyecto está dedicada a nuestros padres, pilares fundamentales en nuestras vidas. Sin ellos, jamás hubiésemos podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para nosotros, sino para nuestros hermanos y familia en general.

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>2</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>4</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>7</b>
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	7
1.2. Objetivos	8
1.3. Justificación e importancia	8
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>9</b>
MARCO TEÓRICO	9
2.1. Estado del arte	9
2.2. Bases teóricas	11
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>18</b>
METODOLOGÍA	18
3.1. Resultados esperados	18
3.2. Compresión de la solicitud	18
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>21</b>
ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN	21
4.1. Identificación de requerimientos	21
4.2. Análisis de la solución (concepto de solución)	21
4.3. Diseño	23
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>24</b>
CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS	24
5.1. Construcción	24
5.2. Pruebas y resultados	24
5.3. Conclusiones	24
5.4. Recomendaciones	24
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>25</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>27</b>

## RESUMEN

El presente proyecto pretende contribuir a la disminución del contagio de la enfermedad del Covid19, es una investigación de tipo aplicativo – experimental cuyo objetivo fue diseñar una cámara electrónica de esterilización UV para equipos de protección contra COVID19.

La luz ultravioleta (UV) es una alternativa de desinfección al uso de jabón, cloro u otro objetivo para la limpieza e higiene en cosas o la misma piel. UV provee desinfección efectiva sin producción de subproductos de desinfección problemáticos. Se presenta información sobre el mecanismo de aplicación UV para desinfección de objetos. Se discuten las ventajas y desventajas de la técnica que se va aplicar a través de la luz para esterilizar objetos y estar libres de cualquier tipo o agente que nos exponga al contagio, en este caso nos referimos a SARS-COV-2. Se indica información práctica acerca del diseño del sistema UV, su operación y mantenimiento, así como los costos de capital, operación y mantenimiento para un rango de estrategias de desinfección.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad el uso de la luz UV ha sido extendido a la desinfección de áreas enfocadas y relacionadas a la salud pública y como un método de mitigación contra el COVID 19, virus que alcanzo y desarrollo una pandemia a nivel global, el cual hasta el día de hoy viene cobrando vidas humanas.

Se pretende realizar el estudio de factibilidad para la elaboración de una caja desinfectante que funciona a través de rayos UV para combatir el contagio de SARS-COV-2 inicialmente en Huancayo – 2020.

Por ello tenemos como objetivo elaborar una caja desinfectante que funciona a través de rayos UV para combatir el contagio de SARS-COV-2 en Huancayo – 2020. Y como objetivos específicos identificar las herramientas de diseño y fabricación digital de la caja esterilizadora UV de acuerdo a la base de salud, comprobar el funcionamiento y efectividad de la caja esterilizadora UV, elaborar una propuesta que permita identificar una serie de elementos internos y externos a la organización que apoyen en la creación de proyectos de innovación en forma satisfactoria.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

#### **1.1. Planteamiento y formulación del problema**

La luz ultravioleta fue descubierta en 1801, tomó más de 100 años en desarrollar lámparas y suministros de energía que permitieran la aplicación de esta tecnología a una escala industrial. Una planta de agua potable que trata 0.2 mgd de agua potable utilizó luz UV brevemente en Marsella, Francia en 1910. La aplicación del cloro en agua potable después de la primera guerra mundial comenzó con la cloración del agua de Arroyo Bubbly en Chicago y el Reservorio Boonton en Nueva Jersey, en 1908 (ULTRAVIOLETA, 2010).

En consecuencia, en la actualidad el uso de la luz UV ha sido extendido a la desinfección de áreas enfocadas y relacionadas a la salud pública y como un método de mitigación contra el COVID 19, virus que alcanzó y desarrolló una pandemia a nivel global, el cual hasta el día de hoy viene cobrando vidas humanas.

En tal caso se ve necesario encontrar propuestas de investigación que permitan salvaguardar la salud pública con métodos de desinfección seguros que sean un aliado en el sistema de salud en los hogares y calles. Existen algunos medios de desinfección mundialmente utilizados. Entre ellos destacamos el cloro, la luz ultravioleta y el ozono. Las diferentes formas de desinfección con cloro y derivados son las más utilizadas actualmente. Sin embargo, la luz ultravioleta y el ozono han avanzado notablemente como medios de desinfección prácticos y eficientes.

Finalmente, por lo ya expuesto se pretende realizar el estudio de factibilidad para la elaboración de una caja desinfectante que funciona a través de rayos UV para combatir el contagio de SARS-COV-2 inicialmente en Huancayo – 2020.

### **1.1.1. Problema general**

¿Será factible elaborar una caja desinfectante que funciona a través de rayos UV para combatir el contagio de SARS-COV-2 en Huancayo – 2020?

### **1.1.2. Problemas específicos**

- ¿Existe cajas desinfectantes o derivados que trabajan a través de rayos UV actualmente en Huancayo?
- ¿Existe un público o mercado objetivo que se interese por adquirir y este dispuesto a comprar una caja desinfectante de rayos UV para combatir el COVID 19?
- ¿Qué ventajas y desventajas existen al hacer uso de una caja desinfectante que trabaja a través de rayos UV?
- ¿Será adecuado el diseño, operación y mantenimiento para establecer un uso que brinde garantía y calidad al obtener este producto?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Elaborar una caja desinfectante que funciona a través de rayos UV para combatir el contagio de SARS-COV-2 en Huancayo – 2020

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Identificar las herramientas de diseño y fabricación digital de la caja esterilizadora UV de acuerdo a la base de salud.
- Comprobar el funcionamiento y efectividad de la caja esterilizadora UV.
- Elaborar una propuesta que permita identificar una serie de elementos internos y externos a la organización que apoyen en la creación de proyectos de innovación en forma satisfactoria.

## **1.3. Justificación e importancia**

Objetos que utilizamos día a día como mascarilla, anteojos, llaves, celulares, dinero, etc. acumulan bacterias sin que nos demos cuenta y la forma más efectiva es la luz ultravioleta, gracias a ella se destruye su estructura y el poder de reproducción. Con tan solo 5 minutos de exposición a la luz te garantiza el 99% de tus accesorios estén esterilizados y no habrá riesgo de contagios o llevar a casa el virus.

El presente proyecto busca reducir la probabilidad de contagio del virus mediante la desinfección con rayos UV, como las investigaciones que hicieron muchos expertos en el tema, dieron como resultado que la “La implementación de luz

UV-C como método de inactivación frente a diferentes esporas, bacterias y virus ha tenido un mayor impacto en los últimos meses debido a la nueva realidad a la que los profesionales de la salud se enfrentan” (Briones, Zambrano, Febres y Cuenca, 2020, p. 107)

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Estado del arte

Lecam, María Sabrina. “Análisis del uso de desinfección con luz UV-C para reutilización de elementos de protección respiratoria”. Artículo de Revisión. Revista School Académico.

**Objetivo:** El uso de elementos de protección respiratoria se recomienda para evitar la transmisión de patógenos transmitidos por el aire; sin embargo, durante una situación de pandemia la demanda de estos recursos puede exceder su disponibilidad.

**Discusión:** A modo de solución se propone la reutilización controlada de mascarillas luego de que sean sometidas a un proceso de descontaminación con luz ultravioleta germicida (UV-C). Dada la limitada información disponible en medios oficiales al respecto, este artículo de revisión releva la mayor cantidad disponible de información que pruebe o refute la eficacia de inactivación microbiológica de la radiación UV-C en barbijos, así como también que evalúen los efectos sobre su estructura y funcionabilidad. Como conclusión se resalta que el método de desinfección ultravioleta y reutilización (DUVR) es totalmente viable para una situación crítica de falta de insumos de protección, pero deben tenerse en cuenta la configuración del dispositivo de luz UV, las formas, materiales y modelo de barbijo y el número de usos que se le pueda dar a las mascarillas antes de que pierdan las características que les permiten una función segura.

**Conclusión:** Se necesita de un estudio comprensivo que involucre a todos los modelos del mercado que son utilizados por personal de salud para elaborar estrategias de desinfección UV-C útiles a cada caso práctico.

**Objetivo:** Obtener información que respalde el efecto bactericida y viricida de la luz UV, así como establecer los parámetros recomendados para su uso.

**Discusión:** “La implementación de luz UV-C como método de inactivación frente a diferentes esporas, bacterias y virus ha tenido un mayor impacto en los últimos

meses debido a la nueva realidad a la que los profesionales de la salud se enfrentan” (Briones, Zambrano, Febres y Cuenca, 2020, p. 107)

**Conclusión:** El empleo de la luz UV-C podría reducir significativamente la carga viral en las áreas de la salud evitando infecciones cruzadas al profesional como también al paciente.

Juan Paulo Sánchez C, María Arias Echandi, Johnny Armenta Prada, Donato Salas Segura,

“Luz ultravioleta germicida y control de microorganismos ambientales en hospitales”  
Rev. Costarr Salud Pública 2012; 21: 19-22, Scielo

Objetivo: Evaluar el efecto de la luz ultravioleta germicida sobre los microorganismos ambientales y las condiciones de climatización en los cuartos de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Calderón Guardia.

Materiales y métodos: La Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Calderón Guardia posee catorce cuartos individuales, de los cuales se seleccionaron dos cuartos contiguos para realizar el estudio. En cada cuarto se colgó una lámpara de luz ultravioleta germicida protegida, a sesenta centímetros de la rejilla de entrada del aire acondicionado a la habitación en la parte superior y se utilizó un tercer cuarto como control. Se tomaron muestras dobles de medio de cultivo con placas de Petri para bacterias (agar sangre) y hongos (Agar Papa Dextrosa “APD”) antes de encender las lámparas de luz ultravioleta y 5 horas posterior a su encendido. Resultado: Se encontró concentraciones ambientales de flora aerobia total no aceptables para una Unidad de Cuidados Intensivos en los cuartos 1 y 3. El efecto de la lámpara de luz ultravioleta germicida fue absoluto sobre los hongos y no así sobre las bacterias, pero mejorando de manera significativa la calidad del aire de las salas, llevándolas a valores ambientales de limpio.

Discusión: La mejor forma de mantener las áreas donde se concentran pacientes vulnerables tan libre de microorganismos como se pueda será garantizando el buen funcionamiento de los sistemas de climatización, disponer de cierre hermético/ automático de puertas, limitar el número de personas que entren al personal necesario, mantener los protocolos de limpieza y de lavado de manos, uso de lámparas de luz ultravioleta germicidas protegidas en las zonas donde exista un adecuado flujo del aire garantizando el paso de este a través de la luz y así alcanzar el máximo impacto.

Oscar Mauricio, Yaneth Carol Larico Apaza, “Diseño de una cámara electrónica de esterilización UV para equipos de protección médica contra COVID 19”, Revista Scielo

**Objetivo:** La investigación es de tipo aplicativo–experimental cuyo objetivo fue diseñar una cámara electrónica de esterilización UV para equipos de protección médica contra el COVID19.

**Discusión:** Este equipo biomédico posee un control PID que se ejecuta por medio de la aplicación de la programación digital para el control de la lámpara UV que emiten radiación Ultra Violeta de tipo C. Dentro del diseño de control de potencia para la activación de la lámpara de esterilización UV, se considera un pulso proporcionado por la placa de desarrollo ArduinoNano, como resultado del diseño del controlador PID de la etapa precedente que activa un optoacoplador MOC3031 compuesto por un diodo emisor de luz y un triac que permite la habilitación de cargas con voltaje pico de 250 a 400V, por lo que son muy adecuadas para la activación de la lámpara de radiación UV-C. También presenta un control de cierre que brinda seguridad al usuario para que la luz UV no le genere lesiones. Los resultados que se obtuvieron fueron eficaces puesto que el empleo de luz ultravioleta tipo C, altera la composición de los ácidos nucleicos, rompiendo los enlaces de ADN y ARN de los virus, bacterias y microorganismos primitivos, por causa de la exposición de radiación con una longitud de onda pico de 254nm. Esta ruptura en el material del ADN o ARN evita que el microorganismo pueda replicarse. Es por ello que muestra una eficacia para la desinfección y esterilización de equipos de protección personal médica (mascarillas, mandiles entre otros) de profesionales de la salud.

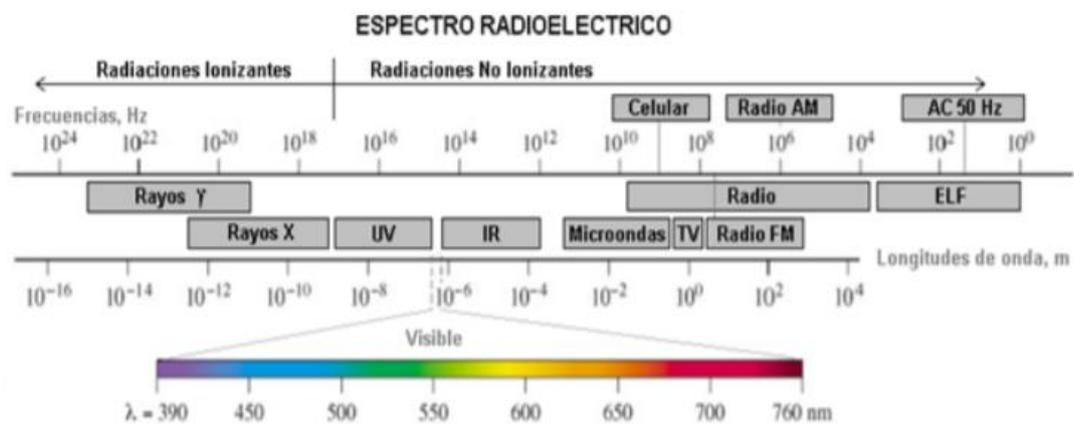
## 2.2. Bases teóricas

La radiación ultravioleta, tiene la forma más natural que proviene del sol. Esta radiación se menciona en dos partes, principalmente en tres regiones del espectro electromagnético, luz UV-A en un rango de (315-400) nm, UV-B entre (290-315) nm y finalmente la UV-C en el rango de (200-290) nm; sus características dependen de la longitud de onda.<sup>1</sup> La Luz UV-C tiene el mayor efecto germicida, con 250 y 270nm, y lo más alto en eficiencia es la desinfección que se sitúa con 254nm.<sup>2</sup> Su manufactura de los rayos UV para su uso en hospitales, casas, oficinas o donde se desea desinfectar se fabrica usando lámparas con mercurio en su interior bajo a presión, haciendo que emita luz en el espectro de radiación

UV-C. A continuación, se mencionará la gran importancia de conocer la teoría y aplicación de esta fuente de radiación:

### 2.3. Características relevantes del Electromagnetismo

Es el estudio y la unificación de las teorías eléctricas y magnéticas. El fenómeno de las cargas en aceleración son los encargados de producir ondas electromagnéticas y radiación, se clasifican según su frecuencia y longitud de onda.<sup>3</sup> Esta clasificación se conoce como el espectro electromagnético. El espectro electromagnético se puede dividir en radiaciones ionizantes y no ionizantes.<sup>4</sup> La luz ultravioleta corresponde a las radiaciones no ionizantes, debido a que no posee la energía suficiente para producir ionización.<sup>5</sup>



**Figura 1. Clasificación del espectro electromagnético.<sup>5</sup>**

#### 2.3.1. Radiaciones ionizantes y no ionizantes

- **Radiación Ionizante**

Este tipo de radiación se produce cuando se logra emitir electrones orbitales de átomos neutros, dejando iones de carga positiva; los electrones expulsados pueden seguir produciendo ionización al interactuar con otros átomos neutros.<sup>6</sup> Esta radiación está compuesta por ondas electromagnéticas con longitudes de onda entre 10 nm y 10 pm, rayos x y rayos gamma.<sup>3</sup> Los rayos x se producen principalmente por el frenado de electrones de alta energía que impactan un objetivo metálico mientras que los rayos gamma son emitidos por núcleos radioactivos.<sup>3</sup> Estos dos tipos de ondas electromagnéticas son muy penetrantes y producen serios daños en los tejidos vivos, principalmente los rayos gamma.<sup>5</sup>

- **Radiación no ionizante**

Esta radiación no produce ionización, no posee la suficiente energía para arrancar el electrón del átomo.<sup>5</sup> La radiación no ionizante está compuesta por diferentes tipos de ondas electromagnéticas, abarcando longitudes de onda de 10 km hasta 200 nm.<sup>3</sup> Dentro de la clasificación de radiación no ionizante se encuentran las onda de radio, microondas, infrarrojo, luz visible y luz ultravioleta. Estas ondas poseen diferentes propiedades las cuales se utilizan diferentes áreas del conocimiento. En este trabajo se utilizan específicamente las propiedades germicidas de la radiación ultravioleta.

- **Radiación o Luz UV- C**

La radiación UV-C también se le conoce como radiación germicida debido a sus propiedades para inactivar diferentes tipos de microorganismos en superficies.<sup>7</sup> Estas longitudes de onda se absorben a un nivel que logran generar cambios en el ADN, bloqueando el proceso de crecimiento y reproducción de diferentes microorganismos (bacteria, virus, esporas y levaduras).<sup>8</sup> Todos estos microorganismos tienen una mayor absorción de luz ultravioleta cuando se tiene una longitud de onda de 254 nm.<sup>9</sup>

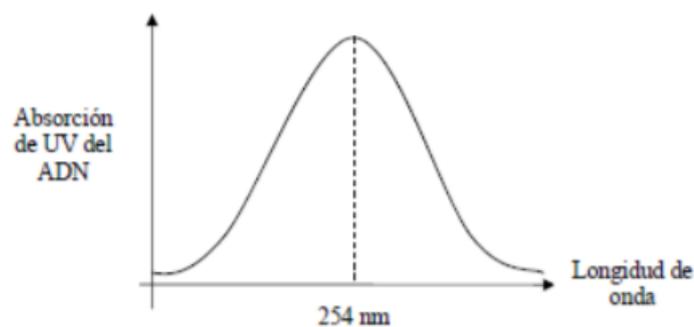


Figura 2. Absorción máxima de la radiación UV – C en el ADN de los microorganismos.<sup>9</sup>

## 2.4 Características puntuales de la Biología

La biología se conoce como una rama de las ciencias naturales que se encarga de estudiar los seres vivos, busca explicar los fenómenos de la vida, la aparición de especies y las leyes que rigen las diferentes formas de vida.<sup>10</sup> Esta ciencia hace especial seguimiento a las células, las moléculas, los tejidos y los ecosistemas. Todo esto genera que la biología tenga diferentes áreas de estudio como la botánica, la ecología, la microbiología, la genética, la fisiología y la zoología.<sup>10</sup> En el presente trabajo se utilizaran

aspectos básicos de microbiología, para el estudio de microorganismos (bacterias) y su respuesta a la radiación ultravioleta

### 2.4.1. La Microbiología

Esta área de la biología se encarga de estudiar y analizar los microorganismos, células eucariotas y procariotas.<sup>10</sup> La microbiología se ha dedicado principalmente a estudiar las células procariotas (bacterias, virus y esporas).

- **Microorganismos**

Es un ser vivo o un sistema biológico que no es visible para el ojo humano.<sup>11</sup> Los microorganismos varían su tamaño en un rango de (0.02-25)  $\mu\text{m}$ , se clasifican en virus, bacterias, hongos, y parásitos, todos estos patógenos tienen diferente composición celular y forma de replicación.<sup>12</sup> Las bacterias están compuestas por células procariotas mientras que los hongos y parásitos por células eucariotas, estos dos tipos de células tienen diferencias estructurales y de reproducción.<sup>13</sup>

- **La célula**

La mayor parte de las células son microscópicas, se dividen en dos grandes grupos, eucariotas y procariotas. Las células eucariotas tienen diámetros entre 10  $\mu\text{m}$  y 100  $\mu\text{m}$  y en su gran mayoría conforman las células animales y vegetales mientras que las células procariotas tienen diámetros menores a 10  $\mu\text{m}$  y solo conforman agentes bacterianos.<sup>13</sup> La principal parte de estos microorganismos es el citoplasma, lugar donde se almacena el ADN.<sup>13</sup>

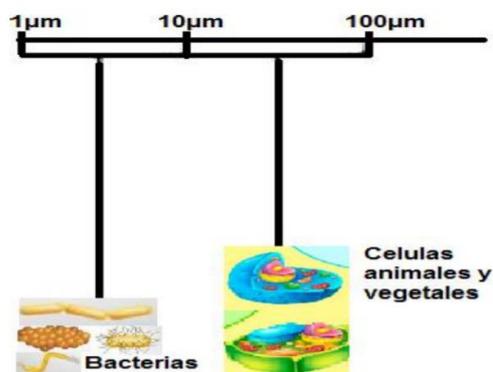


Figura 3. Diferencias en los diámetros de células eucariotas y procariotas.<sup>13</sup>

- **Células procariotas**

Este tipo de células no posee membrana celular, carecen de un núcleo definido, poseen una pared celular que las protege del exterior y tienen una sola molécula de ADN.<sup>13</sup> Estas células se pueden clasificar en 14 aerobias, necesitan oxígeno para sobrevivir, y anaerobias, no necesitan oxígeno para vivir.<sup>12</sup> Las células procariotas solo se encuentran presentes en las bacterias.

- **Bacterias**

Estos agentes patógenos tienen un diámetro aproximado de 1  $\mu\text{m}$  y 5  $\mu\text{m}$ , poseen sistemas de desplazamiento y su mecanismo de replicación es por fisión binarias.<sup>12</sup> La fisión binaria es una forma de reproducción asexual que consiste en la duplicación de ADN, dividiéndose el citoplasma, formando dos nuevas células.<sup>13</sup> Se pueden clasificar por su forma celular o morfológica, presentan diferentes formas, la bacteria de Echerichia Coli presenta morfología en forma de bacilos mientras que Staphilococcus Aureus presentan forma esférica.<sup>12</sup>

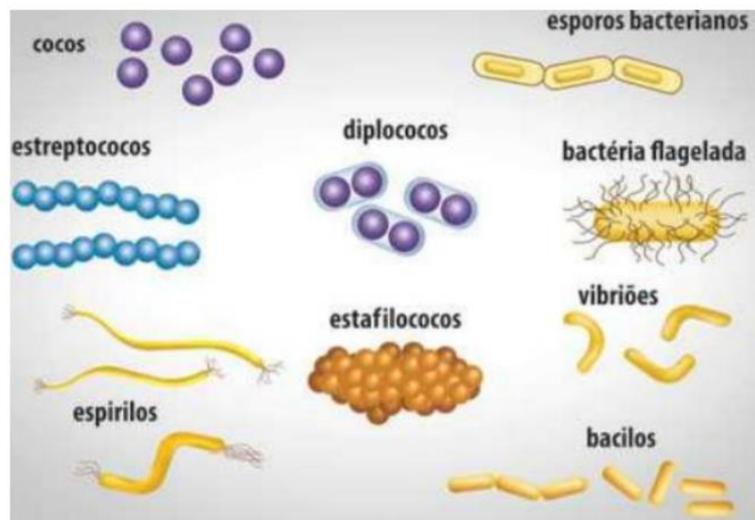


Figura 4. Morfología Bacteriana.<sup>12</sup>

- **Bacteria Staphilococcus Aureus.**

Esta bacteria se puede encontrar en la piel, fosas nasales de las personas, superficies metálicas, cerámicas y agua no tratada; causa diferentes enfermedades, como neumonía, meningitis, endocarditis.<sup>14</sup> Esta bacteria puede tener un diámetro entre 0.8  $\mu\text{m}$  y 1  $\mu\text{m}$ , puede sobrevivir con

oxígeno o sin él, posee colonias lisas y brillantes, posee un color amarillo o blanco porcelana por lo que se le llama Aureus, su reproducción ocurre en un rango de (6,5-50) °C.<sup>15</sup> La Staphilococcus Aureus ha sido inactivada con diferentes dosis de radiación ultravioleta, encontrada que la dosis de 7.2 J/cm<sup>2</sup> es la más eficaz.<sup>16</sup>

- **Bacteria Echerichia Coli (E-Coli)**

Este microorganismo posee una morfología en forma de bacilos (casi rectangular) pueden tener un ancho de 0.5 µm y un largo de 3 µm, se reproducen con temperatura entre (7-32) °C y se desplaza fácilmente; actualmente se conocen 5 grupos de esta bacteria, enterotoxigenico, enteropatogeno, enteroinvasivo, enterogragativo y enterohemrragico, estos 5 grupos generan diferentes enfermedades.<sup>17</sup> La E-Coli puede producir fiebre, diarrea, dolor abdominal, vómito e insuficiencia renal. Esta bacteria se puede encontrar en la leche, agua contaminada, carne cruda y verduras mal cocidas. Diferentes investigaciones han logrado reducir e inactivar esta bacteria utilizando radiación UV-C.<sup>18</sup>

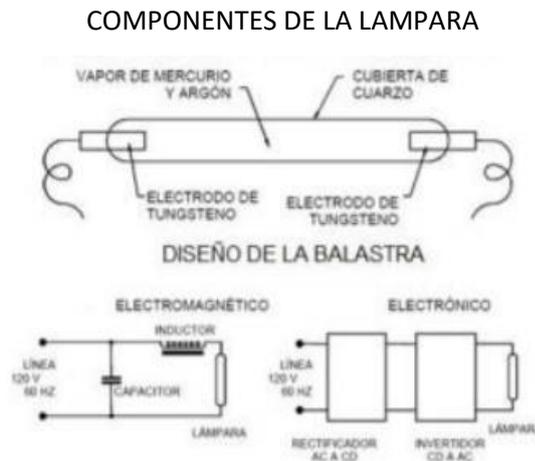
## 2.5 Desinfección UV -C con Lámparas grandes a pequeñas

En la actualidad se han buscado nuevos métodos y tecnología de desinfección que sean más eficaces y menos destructivas que los procesos químicos convencionales, dentro de estos nuevos métodos se encuentran los equipos para desinfección con 16 radiación UV-C. Los equipos que logran emitir luz ultravioleta artificial son las lámparas de mercurio de mediana y baja presión, lámparas fluorescentes e incandescentes; sin embargo, se han desarrollado lámparas UV de microondas, las cuales son más eficientes.<sup>18</sup>

### 2.5.1. Lámparas de mercurio

Estas lámparas son las más comunes fuentes de luz UV-C. Las lámparas de mercurio están compuesta dos electrodos en sus extremos y un tubo herméticamente cerrado de materiales como el cuarzo o la silica Vitreosa, ambos transmisores de luz ultravioleta.<sup>19</sup> Usualmente él tubo hermético es llenado con argón, este ayuda al arranque de la lámpara, extiende la vida de los electrodos y evita perdidas térmicas; los electrodos que se ubican en los extremos son fabricados con tungsteno y una mezcla de alcalinotérreos, esto facilita la formación del arco dentro de la lámpara;

cuando el vapor de mercurio es excitado por una descarga eléctrica retorna a un nivel de menor energía, produciendo radiación UV-C.<sup>18</sup> Estas lámparas de mercurio pueden funcionar a mediana y baja presión.<sup>20</sup> Las lámparas de mercurio a mediana presión no son eficientes como método de desinfección, debido a que alcanzan temperaturas muy altas y su radiación no logra ser completamente absorbida por los microorganismos.<sup>18</sup>



**Figura 5. Componentes de la lámpara de mercurio.<sup>18</sup>**

- ***Lámparas de mercurio echas a baja presión***

Estas lámparas funcionan con una temperatura de 40 °C y un rango de presión que varía entre (102 – 103 ) Pa; sus líneas espectrales son bien definidas y el 85% de luz emitida es radiación ultravioleta con una longitud de onda de 253.7 nm, la más eficiente para destruir microorganismos.<sup>18</sup>

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Resultados esperados**

- Se espera que la caja desinfectante solucione los problemas que se tiene con la desinfección del SARS-COV-2 en Huancayo – 2020.
- Fabricar con los materiales adecuados que exige las normas de OMS y evitar costos innecesarios.
- No tener errores en el funcionamiento, desinfección y que su efectividad sea el 100%.

- Tener la aceptación de inversionistas o empresas que estén dispuestas a aceptar la propuesta para el incremento en masa del producto, promoviendo los proyectos de innovación con éxito.

### **3.2. Compresión de la solicitud**

Históricamente se publicaron en muchos artículos sobre la desinfección UV. En 1878, Downs y Blunt reportaron por primera vez los efectos germicidas de la energía radiante del sol. Sin embargo, las aplicaciones prácticas requirieron el desarrollo de la lámpara de vapor de mercurio como fuente de luz UV artificial en 1901 y el reconocimiento del cuarzo como la envoltura ideal de lámpara en 1905. Los primeros intentos experimentales para usar UV como desinfectante del agua se llevaron a cabo en Marsella, Francia, en 1910. Entre 1916 y 1926, se usó UV en los Estados Unidos para la desinfección del agua y para proveer agua potable en los barcos. Sin embargo, el bajo costo de la desinfección del agua con cloro, además de los problemas operativos y de confiabilidad observados en los primeros equipos de desinfección UV retardaron el crecimiento de las aplicaciones de UV hasta la década de los 50.

El documento hasta antes de su publicación identificó varios métodos de descontaminación, sin embargo, seleccionaron los que parecían ser más prometedores, es decir, aquellos basados en peróxido de hidrógeno, ultravioleta (UV) y calor. Es importante mencionar que, estos métodos cuentan con estudios realizados a escala piloto y han seguido diferentes protocolos. Se detallan algunos aspectos:

#### **3.2.1. Peróxido de hidrogeno**

Vaporizador de peróxido de hidrógeno (equipo de desinfección de sala): El peróxido de hidrógeno vaporizado se genera por vaporización de una solución acuosa de peróxido de hidrógeno y luego se difunde en una habitación por medio de un dispositivo. Esta eficacia se ha demostrado para esporas bacterianas (*Geobacillus Stearothermophilus*) (Battelle, 2016), pero también para SARS-CoV-2 (Fischer et al., 2020).

#### **3.2.2. Luminosidad Ultravioleta**

La tecnología de desinfección que utiliza un método de irradiación UVC debe garantizar la desinfección por tanto todas las superficies (interna y externa) del respirador deben estar expuestas. Según ECRI, el respirador podría reutilizarse dos o tres veces. El número de reutilizaciones debe limitarse para evitar el deterioro del respirador debido a que la exposición a UVC compromete su efectividad.

### 3.2.3. Desinfección por calor

- **Calor seco:** Se menciona que CDC o 3M no lo recomiendan porque este proceso puede causar una degradación significativa de la filtración de los respiradores.
- **Calor húmedo:** La Tabla 2 compara los resultados obtenidos por diferentes métodos de desinfección con calor húmedo para los criterios relativos a la seguridad del trabajador: efectividad de la inactivación viral, eficiencia de filtración e integridad del respirador después de la desinfección. La desinfección por calor (seco y húmedo), parece menos prometedor de lo esperado

Tabla N°1. Uso de calor para desinfectar respiradores N95.<sup>21</sup>

Referencias	Métodos	Criterios de seguridad laboral		
		Efectividad de la reducción de la carga infecciosa.	Eficiencia de filtración	Integridad de la máscara (forma y "prueba de ajuste")
Bergman, 2010	60°C, 80% de humedad relativa (HR), durante 30 minutos y luego secado al aire libre durante la noche (3 ciclos).	No probado	Sí	Sí. Para 3 modelos N95, pero deformación para 2/3 de los modelos SN95 (mascarillas quirúrgicas)
Viscusi, 2009	60°C, 80% HR, durante 30 minutos, seguido de secado al aire libre durante 1 noche	No probado	Sí	Posibilidad de olor posterior al tratamiento.
Price y Chu, 2020	- Aire caliente a 70°C durante 30 minutos. - Vapor de agua hirviendo durante 10 minutos	<i>E. coli</i>	Sí	No probado
3M, 2020	65 ± 5°C, HR del 50 al 80% durante 30 minutos (10 ciclos)	No probado	Sí	Sí
N95Decon, 2020	Según una revisión de la literatura: 65 a 80°C, HR del 50 al 85%, durante 30 minutos.	SARS-CoV-1, H1N1 y H5N1	Sí	Ajuste aceptable (deformación, especialmente de las máscaras SN95)

Fuente: INSPQ.<sup>21</sup>

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

#### 4.1. Identificación de requerimientos

Requerimientos funcionales

✓ Fluorescente UV	S/. 30
✓ Botón switch	S/. 5
✓ Sistema eléctrico	S/. 10
✓ Cargador 12v	S/. 35
✓ Espejo 2	S/. 5
✓ Plancha MDF	S/. 20

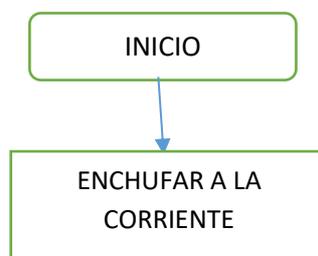
#### 4.2. Análisis de la solución (concepto de solución)

*Para combatir el contagio de SARS-COV-2 en Huancayo – 2020, se planteó la propuesta de solución de elaborar una caja desinfectante con rayos UV, para desinfectar los objetos que usamos a diario. Después de la investigación vimos que, si es posible realizar el proyecto y es factible.*

##### 4.1.1. Estructura de funciones

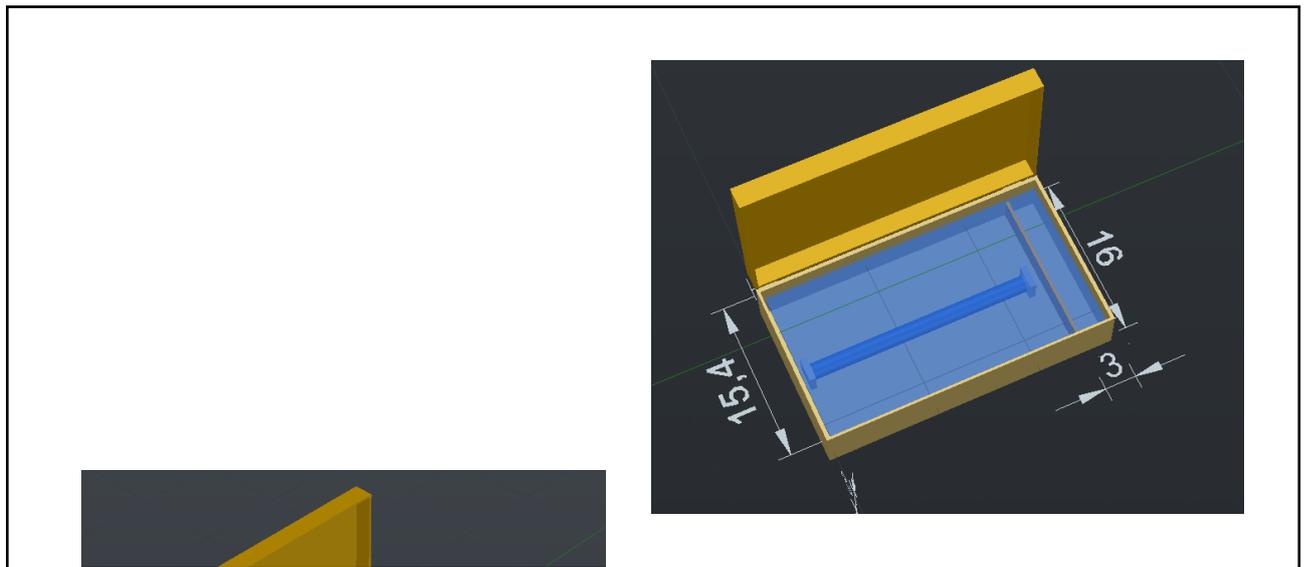
A continuación, se muestra el diagrama de flujo con los pasos de uso de la Caja desinfectante UV.

DIAGRAMA DE FLUJO



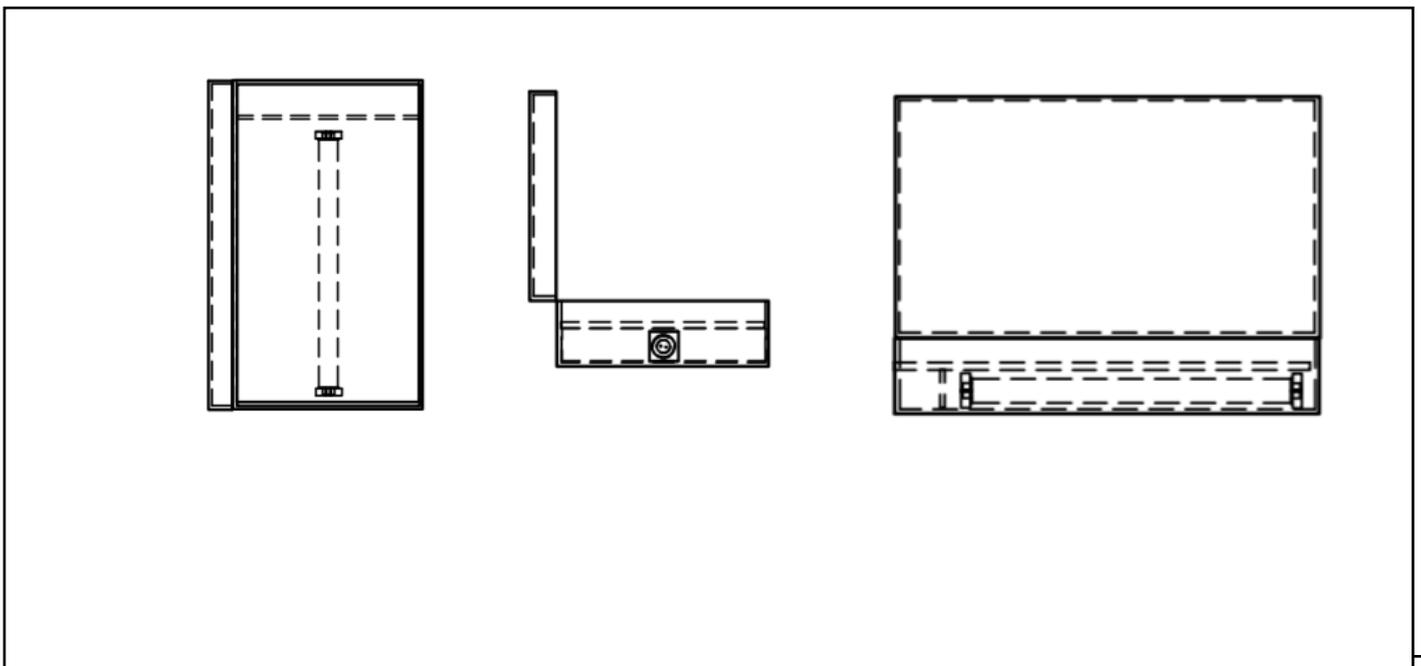
#### 4.1.2. Diseño conceptual

DISEÑO CONCEPTUAL DE CAJA DE DESINFECCION UV



18/11/2020		Firma:	<b>UNIVERSIDAD CONTINETAL</b>
<b>PLANOS PARA CONSTRUCCIÓN DE LA CAJA ESTERILIZADORA UV</b>			
Escala: <b>1/10</b>	<b>DIFERENTES VISTA DE LOS PLANOS – CAJA ESTERILIZADORA UV</b>		N° de plano: <b>01/02</b> Sustituye a: Sustituido por:

4.3. Diseño



18/11/2020		Firma:	<b>UNIVERSIDAD CONTINETAL</b>	
<b>PLANOS PARA CONSTRUCCIÓN DE LA CAJA ESTERILIZADORA UV</b>				
<b>Escala:  1/10</b>	<b>DIFERENTES VISTA DE LOS PLANOS – CAJA ESTERILIZADORA UV</b>		<b>Nº de plano:  01/02</b>	
			Sustituye a:	
			Sustituido por:	

## CAPÍTULO V

### CONSTRUCCIÓN Y PRUEBAS

#### 5.1. Construcción

El principio de esterilización de la UVC: entre todas las longitudes de onda de la luz ultravioleta, solo la UVC de onda corta tiene efecto de esterilización y desinfección. Es un método de desinfección físico, con un amplio espectro.

#### Características:

Esta caja esterilizadora fue hecha la parte externa en una impresión 3D en 1 hora y se usó también el corte laser mdf en 15 minutos. La plancha mdf fue un material de densidad media. Con sus dimensiones de 26 cm de largo x 16 cm de

ancho x 5 cm de alto, nuestra caja de desinfección UV portátil se puede llevar fácilmente alrededor de restaurantes, laboratorios, oficinas a tus hogares. Se trata de una máquina esterilizadora de calor seco con un interior de 21 cm de largo x 12 cm de ancho x 3 cm de alto. Simplemente abre la tapa, coloca tus artículos y presiona el botón de inicio una vez que esté cerrado. Todo lo que se necesita es 3 minutos para completar un ciclo total. Luego se colocó los dos fluorescentes UV a los costados cubiertos por un acrílico para que no se dañe los fluorescentes

- ✓ La eficiencia bactericida de los rayos ultravioleta UVC hacia bacterias y virus comunes es gracias a su intensidad de radiación (30000uW / cm<sup>2</sup>).
- ✓ Puede ser aplicado en múltiples objetos: cepillo de dientes, mascarillas, teléfono móvil, reloj, guantes, ropa, zapatos,
- ✓ Tiempo de desinfección: 60 minutos.
- ✓ El principio de esterilización de la UVC: entre todas las longitudes de onda de la luz ultravioleta, solo la UVC de onda corta tiene efecto de esterilización y desinfección. Es un método de desinfección físico, con un amplio espectro, alta eficiencia, rápido y completo, sin necesidad de agregar agentes químicos y sin características de contaminación secundaria.
- ✓ Tamaño: 30 cm x 30 cm x 30 cm (desplegado).

## 5.2. Pruebas y resultados

### *PRUEBA N°1*

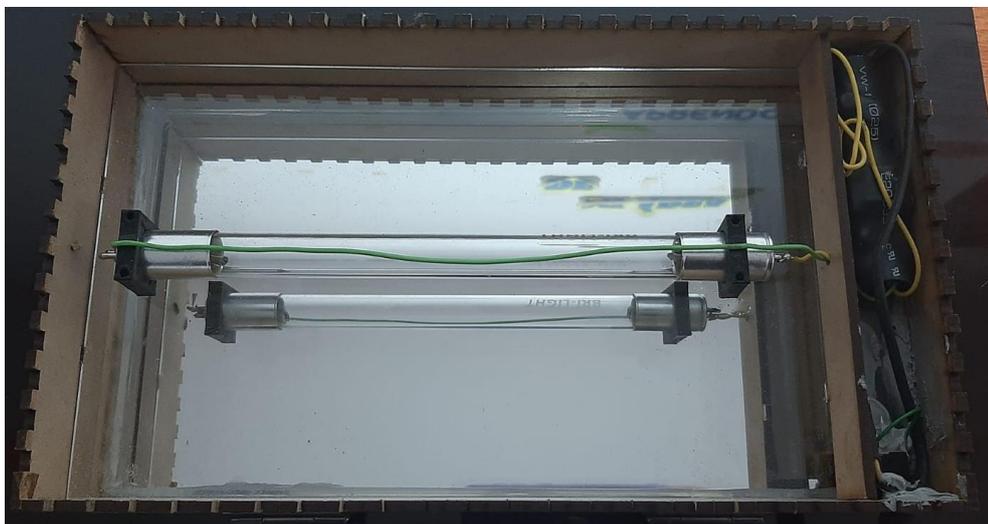
#### *FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ELECTRICO*



*Fuente: Propia*

## PRUEBA N°2

### FUNCIONAMIENTO COMPLETO



*Fuente: Propia*

## 5.3. Conclusiones

- Se identificó las herramientas y se diseñó la caja esterilizadora UV con el programa en la nube AutoCAD para el diseño y el corte con la cortadora láser, no se tuvo problema alguno y todo encajo en su lugar.
- Se comprobó su funcionamiento y efectividad con dinero, llaves y celular. Siendo el tamaño óptimo para poder trasladarlo en una cartera o mochila.
- Se realizó las respectivas pruebas a partir de otras personas recomendando el producto para la desinfección de sus objetos de una manera más cómoda, práctica y segura.

#### 5.4. Recomendaciones

- Se debe dejar finalizar la desinfección que actúa 30 segundos sin abrir la tapa e interrumpir la acción.
- La caja esterilizadora UV no debe meter objetos mojados, y no debe limpiarlo con alcohol porque adentro solo se desinfecta.
- No debe estar puesto varios objetos, solo se desinfecta uno por uno. Al finalizar puedes poner otro objeto.
- Para la salud y seguridad para la familia: para mayor protección, este esterilizador de alta temperatura ha sido diseñado con un indicador de luz cuando está en uso. Tiene un interruptor de seguridad de protección que apaga automáticamente este dispositivo portátil cuando el ciclo se realiza o cuando la tapa superior está abierta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Briones- Cando Natalí, Zambrano- Torres Miriam, Febres-Calderón Fabricio, Cuenca-León Katherine. "Luz ultravioleta para desinfección en áreas de salud, frente al covid-19", Artículo de Revisión. Revista OACTIVA UC Cuenca. Vol. 5, No. 3, pp. 107-114
- Lecam, María Sabrina. "Análisis del uso de desinfección con luz UV-C para reutilización de elementos de protección respiratoria". Artículo de Revisión. Revista School Académico.
- (1) K. M. Mahdavian, K. Ghorbanu, M. Kalanatari, "The Effects of Ultraviolet Radiation on the Contents of Chlorophyll, Flavonoid, Anthocyanin and Proline in Capsicum annum L," Turk. J. Bot., vol. 32, pp. 25–33, 2008.
- (2) Christen L, Lai C, Hartmann B, Hartmann P, Geddes D. 2013. Ultraviolet-C radiation: a novel pasteurization method for donor human milk. PLoS One. 8(6):e68120.
- (3) J. W. J. Raymond A. Serway, "Ondas Electromagneticas," in Fisica para Ciencia e Ingenieria con Fisica Moderna, Sergio R. Cervantes Gonzales, Ed. Mexico D.F, 2009, pp. 966–968.
- (4) J. R. Bolton, Ultraviolet Applications Handbook. Bolton Photosciences, 2010.
- (5) G. de C. Instituto de Salud Pública, Ministerio de Salud, "Sección Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes | Instituto de Salud Pública de Chile." [Online]. Available: [goo.gl/MK2jHt](http://goo.gl/MK2jHt). [Accessed: 28-May-2018].
- (6) Cistema-Suratep, "RADIACIONES," Medellin, 2004.
- (7) N. G. D. E. Seguridad, "Normas de higiene y seguridad en el uso de lámparas de radiación ultravioleta," Medellin, 2004.
- (8) "Ultraviolet Applications Handbook," no. April, pp. 1–4, 2015.
- (9) Efraim Ponce Ochoa, "Diseño de un Tren de Potabilización para una Planta de Agua Embotelladora," Universidad de la américas, 2005.
- (10) "Biología | Biblioteca de Investigaciones," 2009. [Online]. Available: [goo.gl/oWpeSLcontent\\_copy](http://goo.gl/oWpeSLcontent_copy). [Accessed: 28-May-2018].
- (11) ] N. Noffke, D. Christian, D. Wacey, R. M. Hazen, and D. Wacey, "Microbially induced sedimentary structures recording an ancient ecosystem in the ca. 3.48 billion-year-old Dresser Formation, Pilbara, Western Australia.," Astrobiology, vol. 13, no. 12, pp. 1103–24, Dec. 2013.
- (12) I. A. D. E. Números, "INTRODUCCIÓN A LA MICROBIOLOGIA," 2014, no. November, pp. 2–4.
- (13) A. María et al., "Biología Conceptos básicos," p. 23, 2015.

- (14) E. Cervantes-García, R. García-González, and P. M. Salazar-Schettino, “Características generales del Staphylococcus aureus,” *Rev Latinoam Patol Clin Med Lab*, vol. 61, no. 1, pp. 28–40, 2014.
- (15) Sashenka Bonilla Rojas, “Staphilococcus Aureus Universidad Veracruzana,” 2011. [Online]. Available: <https://www.uv.mx/personal/sbonilla/files/2011/06/Staphylococcosaureus.pdf>. [Accessed: 28-May-2018].
- (16) A. B. AVasiliki Sfikab ApostolosVantarakis, “Ultraviolet light and Ultrasound as non-thermal treatments for the inactivation of microorganisms in fresh ready-to-eat foods,” *Int. J. Food Microbiol.*, vol. 167, no. 1, pp. 96–102, 2013
- (17) S. B. R. Reyes Ramírez, “Escherichia coli, Universidad Veracruzana,” 2011. [Online]. Available: <https://www.uv.mx/personal/sbonilla/files/2011/06/Escherichia-coli-I.pdf>. [Accessed: 28-May-2018]
- (18) O. T. Antonio-Gutiérrez, E. Palou, and A. López-Malo, “Equipos para tratamientos de alimentos con radiación UVC,” *Temas Sel. Ing. Aliment.*, vol. 2, pp. 149–159, 2012.
- (19) Roger Philips, *Sources applications of Ultraviolet Radiation*. New York, 1883.
- (20) Willy j. Masschelein, “Available Lamps Technologies,” in *Ultraviolet Light in Water and Wastewater Sanitation*, Rip G. rice, Ed. New York, 2002, p. 192.
- (21) Institut National de Santé Publique du Québec. Réutilisation des respirateurs N95 dans un contexte d’une pénurie réelle ou appréhendée lors de la pandémie de la COVID-19. Version 3.0. Canada. 06 de mayo del 2020. Disponible en: <https://www.inspq.qc.ca/publications/2918-reutilisation-respirateurs-n95-covid19>