



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE -CUNOC-



CUNOC
Dirección del Sistema de Investigación
Baldomero Arr. aga Jerez

ACTUALIDAD

REVISTA NO. 76

AGOSTO 2023

INVESTIGACIONES COVID-19

Mtro. José Nimatuj Dicunoc





DIRECTORIO

DIRECTOR GENERAL

PhD. César Haroldo Milián Requena

SECRETARIO ADMINISTRATIVO

Msc. José Edmundo Maldonado Mazariegos

DIRECTOR DICUNOC

Msc. José René Juárez Poroj

SECRETARIA

Msc. Rosa María Martínez Galicia

COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN

Msc. José Aroldo Nimatuj Quijivix

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE OCCIDENTE

**APORTES DEL CUNOC CONTRA EL
COVID – 19**

Ing. José Aroldo Nimatuj Quijivix.

CAPSULA DE BIOSEGURIDAD PARA TRASLADO DE PACIENTES COVID-19 USAC-CUNOC

Por:

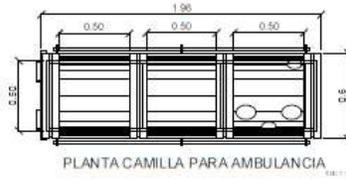
Ing. José Aroldo Nimatuj Quijivix.

Ing. Daniel Antonio Quintana Archila

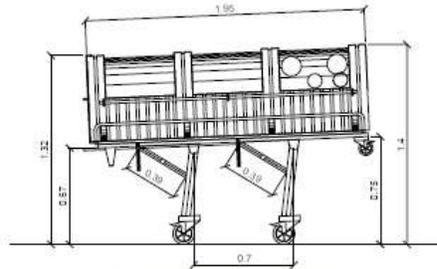
El departamento de Quetzaltenango es la segunda ciudad de importancia en Guatemala, en ella convergen varios departamentos de la región 2, (según Ministerio de Salud pública y Asistencia Social y la distribución de casos de coronavirus COVID-19), quien afirma que los caso confirmados para el día de hoy 29 de junio de 2020 suman 13 para el departamento de Quetzaltenango y 1462 casos en la región 2, que comprende Quetzaltenango Totonicapán, Huehuetenango y San Marcos.

El traslado de los pacientes a centros asistenciales, es encargado a grupos voluntarios de socorro, en fechas recientes en el traslado de un paciente de la ciudad de Totonicapán, a la ciudad capital, falleció dicho paciente y por este motivo fueron puestos en cuarentena preventiva a los integrantes de la compañía de Bomberos Municipales, de ese departamento apenas el 17 de mayo 12 elementos de Bomberos Voluntarios de la Quinta Compañía de Quetzaltenango realizan cuarentena preventiva a raíz del traslado de un caso positivo que se dio en la ciudad.

Seguramente los paramédicos de estas compañías de Bomberos Voluntarios y Municipales podrán comprobar las bondades que tiene al usar la capsula para traslado de pacientes confirmados de COVID -19, diseñada y construida por profesionales y voluntarios de la División de Ciencias de Ingeniería del Centro Universitario de Occidente, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, uno de los proyectos de innovación creados por tiempos de pandemia. Esta capsula tiene las dimensiones 195 X 80 X 60 centímetros aislando del entorno al paciente de COVID-19, con total seguridad y así minimizando el riesgo de contagio del personal de salud.



PLANTA CAMILLA PARA AMBULANCIA



PERFIL CAMILLA PARA AMBULANCIA

Foto Centro Universitario de Occidente,
División de Ciencias de Ingeniería

La capsula de bioseguridad para traslado de pacientes, fue desarrollada por estudiantes de las carreras de Ingeniería del Centro Universitario de Occidente, coordinados por el Ingeniero Daniel Quintana, profesor universitario de la División de Ciencias de Ingeniería, del Centro Universitario de Occidente, al observar la problemática del personal de salud que transportan a los pacientes afectados por la pandemia, quienes eran directamente vulnerables en su condición de salud.

La capsula de bioseguridad, para ambulancias está, construida con materiales que se encuentran en el mercado, tubo proceso de ½”, para el habitáculo se utilizó, un tubo Riblock de 24” de diámetro, además planchas de acrílico y muchas horas de trabajo.



Foto: Ing. José Nimatuj

¿Qué se pretende con la capsula de bioseguridad?

La protección del personal que transporta a pacientes que sufren el coronavirus, es importante, desde que anunciaron que el virus se convirtió en una pandemia, la preocupación de los estudiantes de la carrera de Ingeniería del CUNOC, se hizo evidente ya que se percibía un gran contagio en toda la población, es por esto que un grupo de estudiantes liderado por docentes comprometidos con la sociedad guatemalteca en general se propuso construir un medio por el cual pudieran protegerse los paramédicos de pacientes con sospecha de

COVID-19, especialmente ya que ellos son los que estarían en primera línea en el traslado de dichos enfermos.

La capsula no pretende ser el único medio de control ya que cada institución posee un estricto protocolo que va desde que llegan por el paciente hasta que lo entregan, las medidas de protección incluyen desde lentes, guantes, trajes especiales, entre otros, entonces la capsula se debe considerar como un accesorio más de protección y pretende mitigar el riesgo de contagio de pacientes hacia el personal paramédico, esta capsula es para traslado y es para utilizarlo en ambulancias de los diferentes servicios de socorro.

La capsula tiene un solo ingreso de paciente de tal manera que debe ser ingresado con una cánula, de esta forma el paramédico y el paciente quedan aislados uno del otro y se minimiza el contacto.

La donación de la primera capsula de bioseguridad fue entregado a los Bomberos Municipales de la Ciudad de Tonicapán, esto derivado a los antecedentes que se tenían sobre traslado de pacientes.



Fotos Ing. José Nimatuj

Así mismo las otras dos capsulas de Bioseguridad fueron donadas a la Quinta Compañía de Bomberos Voluntarios con sede en la ciudad de Quetzaltenango.



Foto Ing. José Nimatuj

Todo el material que se utilizó en estas capsulas fueron donadas por empresas quezaltecas, egresados de la División, docentes y alumnos que creen y confían en la

Universidad de San Carlos de Guatemala, a través de la División de Ciencias de Ingeniería, del Centro Universitario de Occidente.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Foto: Ing. José Nimatuj

Bibliografía.

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (29 de junio de 2020) Distribución de casos COVID-19, Gobierno de Guatemala,

Recuperado

https://www.facebook.com/coronavirus_info/?page_source=bookmark

Juárez R. (17 de mayo 2020) 12 bomberos de la quinta compañía de Xela quedan en cuarentena por paciente que era positivo a COVID -19, Guatemala

Recuperado

<https://www.prensalibre.com/ciudades/quetzaltenango/coronavirus-en-quetzaltenango-12-bomberos-de-la-quinta-estacion-de-xela-quedan-en-cuarentena/>

Barreno R. (20 de mayo de 2020) Detalles sobre el caso de COVID -19 en el mercado la Democracia en Quetzaltenango. Guatemala

Recuperado

<https://elperiodico.com.gt/nacion/2020/05/20/estos-son-los-detalles-sobre-el-caso-de-covid-19-en-el-mercado-de-quetzaltenango/>

Martin H (20 de mayo de 2020) La asombrosa capsula sanjuanina para traslado de enfermos COVID-19 que filtra el coronavirus.

Recuperado de

<https://www.infobae.com/coronavirus/2020/05/20/la-asombrosa-capsula-sanjuanina-para-trasladar-enfermos-de-covid-19-que-filtra-el-coronavirus/>

Título del Proyecto

Determinación de características físicas y nivel de filtración de los materiales con los que se fabrican las mascarillas de uso común en la población de Quetzaltenango.

Nombre Coordinador

José Aroldo Nimatuj Quijivix

1.1 Objetivos propuestos

General

Determinar las características físicas y nivel de filtración de los materiales utilizados en la fabricación artesanal de mascarillas en la Ciudad de Quetzaltenango.

Específicos

- Establecer los tipos y formas de materiales más utilizados en la fabricación de mascarillas.
- Caracterizar los materiales usados en la fabricación de mascarillas en la población en general.
- Determinar las características físicas de los materiales mediante el análisis Pirognóstico.
- Determinar el nivel de filtración de los materiales con que están fabricadas las mascarillas según su composición y textura.

1.2 Resumen

El presente estudio titulado Determinación de características físicas y nivel de filtración de los materiales con los que se fabrican las mascarillas de uso común en la población de Quetzaltenango, desde su concepción en la inexistencia de estudios situados en la industria manufacturera textil, busca encontrar las principales características de los materiales en la confección de mascarillas o tapabocas en el departamento de Quetzaltenango y así contribuir en la prevención en los contagios del coronavirus SARS COV-2 y la enfermedad que causa COVID-19, que se transmite principalmente por las vías aéreas a través de gotas que se expiden al destornudar, toser o exhalar, el tamaño de este virus se mide en micras que van desde 0.06 a 0.14 micrómetros, de por si el virus no hay ningún filtro que pueda detenerlo, pero se ha comprobado que este viaja en pequeñas gotas de saliva diminutas estas partículas miden de 0.5 a 10 micrómetros y pueden permanecer hasta 30 minutos en el aire en suspensión, se pretende demostrar con métodos pirognósticos las características de los materiales, con una análisis de absorción a partir de un simulador de estornudos la capacidad que tiene cada material en absorber las muestras de saliva atrapadas según sea la trama del material, finalmente con un analizador de partículas se midió el grado de filtración

de cada material en estudio. El análisis de los datos se realizó, por medio de métodos cualitativos y cuantitativos de carácter explicativo-cuantitativo, explicativo derivado del análisis y la forma de dar a conocer cada situación de las características y absorción de los materiales y cuantitativo debido a que se dieron cantidades que reflejaron el número de partículas filtradas por cada material

1.3 Conclusiones

De acuerdo a los procedimientos y observaciones realizadas, se concluye en lo siguiente:

- Que las mascarillas que se encontraron en el mercado local fueron las confeccionadas denominadas, mono capas y de multicapas, las formas más usuales en la confección de mascarillas es la de pliegues tipo quirúrgica, la de pico de pato, y las tipo mascara y otras que no se logró establecer el nombre pero que simulan la forma de las mascarillas KN95.
- De acuerdo a los materiales utilizados en la fabricación de mascarillas en la ciudad de Quetzaltenango, se obtuvo la siguiente clasificación: Lamí, Barcelona (tipo Jersey), Tashla, Tricoté, Polipropileno, Tejido Ancestral, Nylon, Dacron, Pelium, Cambrell, Nesh, Gabardina, Gamusin, Manta y Pegón.
- En cuanto a la caracterización según las pruebas efectuadas a los materiales, tenemos las que están constituidas de fibras sintéticas, artificial y natural (celulósica), de estas podemos indicar que del tipo sintético se utiliza el 53.33%, mientras que de fibra artificial 33.33%, finalmente solo el 13.33% utilizan fibra natural, también podemos concluir que de acuerdo al tipo de tejido encontrado fueron, plano, de punto y no tejido.
- En cuanto al nivel de filtración de los materiales estudiados, concluimos que las mascarillas que están confeccionadas en mono capa con Nylon, Gabardina, Tashla y tejido ancestral, son las que mejor respondieron a esta prueba, mientras que las confeccionadas en de forma multicapas, las que mejor respondieron a este ensayo fueron: Tashla + Dacron, Nesh + polipropileno, Gabardina + pegón.
Cabe mencionar que otro material que no estaba en el mercado era el papel de filtro de café, pero se le realizó el ensayo y resulto buen filtro de partículas en suspensión, ocupando el cuarto puesto en la clasificación de materiales estudiados.
- El nivel de absorción a los fluidos los materiales que mejor respondieron a este ensayo fueron: Tejido ancestral, Gamusin, Tashla y Nylon en mascarillas mono capa, mientras que en mascarillas multicapa todas presentaron buena absorción de los fluidos, por lo que podemos concluir que es mejor utilizar los materiales en multicapa.



Análisis de Absorción



Prueba Pirognóstica de materiales



BIBLIOGRAFIA

- Costa, E. (2020). Protección Respiratoria y métodos de filtración de partículas. Productos de protección personal 3M, España. Recuperado de <http://www.treballo.com/documentos/3M.informe.Mecanismos.Filtracion.Particulas.pdf>

- Díaz-Castrillón, F. J., & Toro-Montoya, A. I. (2020). SARS-CoV-2/COVID-19: el virus, la enfermedad y la pandemia. *Medicina y Laboratorio*. 24(3), 183-205.
- elPeriódico (2020). Siete tipos de mascarillas para combatir el coronavirus. Recuperado de: <https://www.elperiodico.com/es/sociedad/20200407/coronavirus-vueltas-con-las-mascarillas-7921125>
- Fundación para la Innovación COTEC (2014). 31 Textiles Tecnológicos. Primera edición. Recuperado de: http://informecotec.es/media/N31_Textiles_Tec.pdf
- García, E. (2020). Los síntomas económicos del coronavirus. *Revista Ciencias Económicas* (24), 4-5, Recuperado de <http://www.ccee.org.gt/revista-ciencias-economicas/>
- Grupo MANN+HUMMEL. (2020). ¿Qué son las partículas en suspensión (PM)? Recuperado de <https://airfiltration.mann-hummel.com/es/noticias/mundo-de-la-filtracion/que-son-las-particulas-en-suspension-pm/>
- Instituto de Salud Pública de Chile. (2018). Guía para la selección y control de equipos de protección respiratoria. Recuperado de www.ispch.cl.
- Los Ángeles Times. (2020). Protegen las mascarillas contra el nuevo virus. Recuperado de <https://www.latimes.com/espanol/internacional/articulo/2020-02-23/protegen-las-mascarillas-contr-el-nuevo-virus-> [23 de febrero de 2020].
- Organización Mundial de la Salud. (2020). Recomendaciones sobre el uso de mascarillas en el contexto de la COVID-19. Recuperado de <https://apps.who.int/iris/handle/10665/332293>
- Real Academia Española. (2020). Concepto de mascarilla. Recuperado de <https://dle.rae.es/mascarilla>
- Wu, Z., & McGoogan JM. Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China: Summary of a report of 72314 cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *JAMA* 2020. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.2648>

“Id y enseñad a todos”

Gracias al apoyo de:

**Dirección General de Investigación DIGI
Convocatoria USAC frente al Covid 19
Proyectos ejecutados en el Área de Salud**

Dirección General de Investigaciones del Centro Universitario de Occidente DICUNOC

División de Ciencias de Ingeniería del Centro Universitario de Occidente CUNOC

Elaboración de cámaras de intubación/extubación

Título Original: Metodología de desarrollo rápido aplicada a la elaboración de cámaras de intubación/extubación durante los meses de marzo a junio del año 2020 en Quetzaltenango, Guatemala

Ing. Oliver Ernesto Sierra Pac *

Luis Angel López Cárdenas **

Mayra Teresa Choxóm Estrada **

Antecedentes

La enfermedad por coronavirus iniciada en 2019 (COVID-19), ocasionada por el virus coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo grave (SARS-CoV-2) se identificó por primera vez en diciembre de 2019 en la ciudad de Wuhan. La Organización Mundial de la Salud (OMS) la reconoció como una pandemia global el 11 de marzo de 2020.

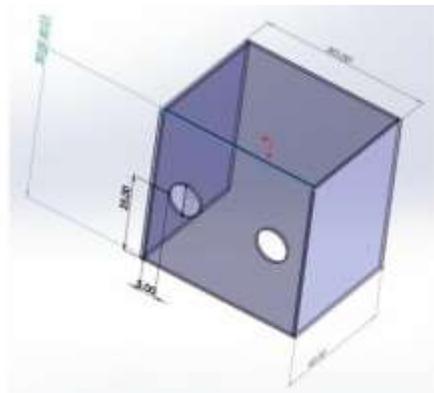
Muchos pacientes infectados desarrollan insuficiencia respiratoria que requiere intubación endotraqueal. Dado que el COVID-19 se transmite a través de gotas y aerosoles, los proveedores de atención médica que están intubando a estos pacientes tienen un alto riesgo de contraer este virus mortal durante el proceso de intubación. Idealmente, el proveedor debe usar PAPR (Respiradores Purificadores de Aire Motorizados) mientras intuba a los pacientes, lo que proporcionaría el nivel más alto de protección. Desafortunadamente, debido al creciente número de pacientes infectados en esta pandemia, hay una escasez de PAPR en todo el mundo. Por lo tanto, muchos proveedores solo se ponen protectores faciales y máscaras N95. En algunos hospitales que se han quedado sin máscaras N95, algunos proveedores están reutilizando máscaras N95 o usando máscaras quirúrgicas. Esto los pone en un riesgo mucho mayor de contraer COVID-19.

Para proteger a los proveedores de atención médica de este virus durante el proceso de intubación, Hsien Yung Lai, anestesiólogo del Hospital Cristiano Menonita (Mennonite Christian Hospital) en Hua Lian, Taiwán, diseñó un dispositivo de protección asequible. El dispositivo responde al nombre de Aerosol Box (Caja de Aerosol) que podemos describir como un cubo transparente hecho de acrílico o policarbonato que cubre la cabeza del paciente durante la intubación endotraqueal protegiendo eficazmente la cara del proveedor de las vías respiratorias del paciente. El dispositivo cuenta con dos agujeros en un lado, los cuales permiten al proveedor mover sus brazos

libremente para realizar todas las tareas necesarias durante la intubación endotraqueal. Debido al uso de la caja, en español se le atribuye el nombre de “Caja de Intubación”.

El propósito de Yung Lai no es obtener ganancias, sino ayudar a proteger a los miles de proveedores de atención médica de todo el mundo que atienden a pacientes infectados con COVID-19. Es por ello que el diseño de la Aerosol Box está registrado bajo la licencia *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License* la cual le da la libertad a cualquier usuario de compartir, copiar, adaptar y redistribuir el diseño de la Aerosol Box con la condición de que no se utilice con fines comerciales, y se le atribuya adecuadamente al inventor.

El 22 de marzo Yung Lai compartió su diseño en línea por medio de un sitio web dedicado a su invento⁷. En el cual se da un llamado a los fabricantes de plástico de todo el mundo para que suministren a los profesionales de la salud este escudo rentable. Además, se incluyen todas las especificaciones sobre medidas, materiales y un costo aproximado de 66 dólares por caja.



Diseño original de Aerosol Box del Dr. Hsien Yung Lai



Dr. Hsien Yung Lai y personal del Hospital Cristiano Menonita, Huan Lian, Taiwán

La idea fue difundida de manera rápida por medio de redes sociales e inspiró proyectos alrededor de todo el mundo. También se discutió su utilidad y funcionamiento, ya que puede presentar limitaciones de movilidad y mayor tiempo de intubación. Aun así, es indudable que ayuda a contener los fluidos corporales del pacientes. Algunos de los aprendizajes que se tuvieron con el modelo original son:

1. No hay acceso fácil para que un asistente ayude con la intubación
2. Extender la profundidad de la caja protegerá mejor a los asistentes que ayudan con la intubación.
3. La parte superior plana de la caja puede producir deslumbramiento con ciertas condiciones de luz cenital.

Es por ello que hoy en día gracias a esfuerzos de diversas organizaciones se tienen distintas adaptaciones del modelo original con el propósito de obtener una caja funcional en la mayoría de pacientes y que permita una mayor movilidad de los proveedores de atención médica.

Marco teórico

Metodología de desarrollo rápido

Según (Kendall & Kendall, 2011, pág. 165) la metodología de desarrollo rápido se compone en tres fases que se describen a continuación:

Figura 3. Metodología de desarrollo rápido (RAD)



Fuente: (Kendall & Kendall, 2011, pág. 165)

Según (Kendall & Kendall, 2011, pág. 164) las fases se definen de la siguiente manera:

Fase de identificación de objetivos y requerimientos de información: En esta fase los usuarios se reúnen con los analistas para poder definir objetivos y requerimientos del dispositivo que se busca crear (Kendall & Kendall, 2011, pág. 164).

Taller de trabajo de diseño RAD Esta fase (Kendall & Kendall, 2011, pág. 164) la caracteriza como un taller ya que se busca diseñar y refinar los objetivos y requerimientos del desarrollo que se está realizando. Es importante que los usuarios puedan interactuar con los prototipos funcionales para tener retroalimentación del funcionamiento y de los requerimientos del dispositivo. Esta fase se compone en dos partes que se repiten hasta que se termine el desarrollo del sistema.

Construcción del sistema: se construye el prototipo de acuerdo con las características y necesidades que el usuario proporción, a partir de esto se crea un modelo operacional que incluye funcionalidades seleccionadas que deberá tener el dispositivo final. (Kendall & Kendall, 2011, pág. 157).

Trabajar con los usuarios para diseñar el sistema: en esta parte se debe de tener reuniones con los usuarios para que prueben el prototipo y proporcionen la retroalimentación sobre el funcionamiento del diseño propuesto, además pueden surgir nuevos requerimientos y funcionalidades para este.

Fase de introducción del sistema. Para esta fase se debe desarrollar el dispositivo que cumpla con todos los requerimientos y objetivos planteados para que sea usado por los usuarios finales.

Intubación / extubación endotraqueal

Esta es una técnica agresiva realizada con gran frecuencia en los servicios de urgencias y en las urgencias extrahospitalarias. En general, los motivos que suelen provocar la necesidad de una intubación endotraqueal son todos aquellos que provocan una alteración a la normalidad de la función respiratoria de una persona.

Para la realización de una intubación existen distintos tipos de métodos, uno de ellos es la intubación orotraqueal, la cual se realiza bajo laringoscopia directa, siendo fácil su ejecución y requiriendo poco tiempo. Por estas razones, salvo casos excepcionales, siempre se utiliza este método para llevar a cabo la intubación.

De manera resumida, para intubar utilizando este método, primero se separa la cama de la pared y se retira la cabecera para que de este modo el acceso al paciente sea fácil desde arriba. Seguidamente, se introduce un laringoscopio en la boca. En caso de un adulto, se introduce todo lo posible sin resistencia.

Luego de varias consideraciones específicas, se debe colocar el tubo orotraqueal en el interior de la faringe, debiendo pasar sin resistencia a través de las cuerdas vocales. Una de las complicaciones más frecuentes de los pacientes que son infectados por la actual pandemia de COVID-19 es la insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica, la cual provoca la necesidad de intubación orotraqueal. Sin embargo, aunque esta se lleve a cabo con todas las precauciones debidas, se corre gran riesgo de creación de aerosoles, tales como estornudos o tos, los cuales pueden generar la suspensión del virus en el ambiente o las cosas cercanas al paciente que recibe la intubación.

Debido a esto, es recomendable el uso de aislantes entre la cabeza del paciente y el equipo de salud que lleva a cabo la intubación

Metodología

Para poder definir la metodología de trabajo se definió el conocimiento que teníamos sobre el tema:



Visualización del conocimiento del problema

El proyecto de cajas de intubación / extubación era complejo además de la falta de conocimiento médico del uso posible del mismo. Por otra parte, no se tenía el conocimiento completo de como evolucionaba el virus. Sabíamos que el médico internista Alex Loarca nos solicitó este tipo de artefactos que podrían ser de utilidad para disminuir la posibilidad de riesgo de contagio del personal médico al momento de tratar pacientes con sars-cov2 u otro tipo de enfermedad.

La falta de conocimiento en ese momento no permitía utilizar una metodología tradicional para la búsqueda de la solución, esto nos llevó a definir que la parte de la experimentación y el prototipado eran partes importantes del desarrollo y adecuación de los diseños existentes para que estos fueran lo más

Dado que la manera adecuada para poder proponer soluciones al problema era utilizar un enfoque empírico. El cual tiene como base la observación y la evidencia. Durante el proceso se buscó el modelo óptimo mediante la experimentación y evaluando cada propuesta con resultados observables. (1994, B. Ogunnaike, W. H. Ray).

En la búsqueda de tener los mejores resultados el equipo trabajo tomando en cuenta que era importante ser minucioso con la inspección de los modelos que se desarrollaron, las soluciones eran visibles para todos y todos tenían acceso a esto y algo importante fue la adaptación de los prototipos que se realizaron

La necesidad de tener resultados rápidos se utilizó una metodología de desarrollo rápido de aplicaciones (RAD). Esta metodología busca acortar el tiempo entre el diseño y la implementación. Al involucrar a los usuarios se busca entender de mejor manera los requerimientos del dispositivo. Se pueden tener retroalimentaciones mientras se avanza con el diseño para que este sea funcional para los usuarios. (Kendall & Kendall, 2011, pág. 163)

Desarrollo de prototipos

En el desarrollo de los prototipos se contó con retroalimentación por parte de profesionales de la salud. Debido a la emergencia generada por la pandemia del COVID-19, nos alineamos a los parámetros del desarrollo rápido trabajando con los usuarios finales para implementar mejoras que optimizaran el uso de la misma. Al inicio se contaba con un diseño de caja simple con dos agujeros circulares en el frente, hecha de planchas de acrílico unidas con pegamento. A esta caja se le agregó un chaflán de 18 centímetros en la arista superior del frente, permitiendo que, a la hora de realizar una intubación, el encargado de la misma tuviera mayor accesibilidad y pudiera observar de mejor manera el procedimiento que realizaba. También se cambiaron las aberturas circulares por unas con forma de elipse, dando más libertad para las manos a la hora de introducirlas en las mismas.

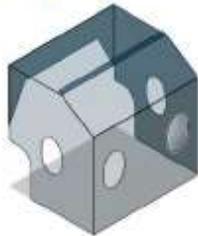
Seguidamente, se notó que las cajas eran muy frágiles y propensas a desarmarse, por lo que se optó por reforzar las uniones de pegamento con perfiles de aluminio que se agregaron en cada arista, permitiendo que la estructura fuera mucho más sólida. También se agregaron puertas de acrílico a las aperturas para poder aumentar la protección que la caja ofrecía.

Finalmente, se optó por agrandar más las elipses, además de agregar aperturas laterales (una por lado) para permitir la asistencia de hasta dos personas a la hora de realizar una intubación. También se agregaron cortes para que los hombros del paciente pudieran encajar y la cabeza del paciente se introdujera más en la caja. Además, se agregaron topes a las puertas para hacer más sencillo el uso de las mismas.

Diseño final

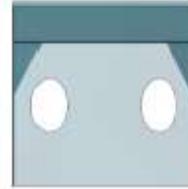
Con todas estas mejoras anteriormente descritas, se llegó al diseño final, el cual se puede apreciar en las siguientes figuras.

Figura 6 – vista completa de las cajas de intubación



Elaboración propia

Figura 8 – vista de atrás



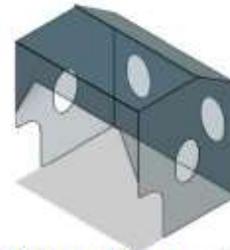
Elaboración propia

Figura 7 – Vista de perfil



Elaboración propia

Figura 9 – Vista de costado



Elaboración propia

Para el diseño final se elaboró un manual en el cual se indican las medidas y las instrucciones sugeridas para el armado de las cámaras de intubación. Este se puede consultar en el siguiente enlace: <http://ingenieria.cunoc.usac.edu.gt/portal/index.php/1560/manual-para-elaborar-una-cabina-de-intubacion/>

Conclusiones

- Se desarrolló un diseño el cual se adapta a las necesidades del personal de salud de los hospitales públicos de Quetzaltenango. +
- El diseño fue validado por médicos del hospital Regional de Occidente como del Hospital de Uspantán.
- Se desarrolló un manual para la elaboración de cámaras de intubación el cual está disponible para cualquier persona que quiera acceder, este se puede descargar en <http://ingenieria.cunoc.usac.edu.gt/portal/index.php/1560/manual-para-elaborar-una-cabina-de-intubacion/>

Agradecimientos

- Las autoridades de la Universidad de San Carlos de Guatemala y del Centro Universitario de Occidente que apoyaron el desarrollo de la investigación
- A todas las personas particulares que apoyaron el proyecto con donaciones para poder desarrollar los distintos diseños.
- A todos los que creyeron y apoyaron el proyecto trabajando en las cámaras de intubación que se entregaron a los distintos hospitales.

Referencias Bibliográficas

- AEROSOL BLOCK. (S.F.). AEROSOL BLOCK. OBTENIDO DE [HTTPS://WWW.AEROSOLBLOCK.ORG/FEATURE-DESIGNS/DESIGN-ROADMAP](https://www.aerosolblock.org/feature-designs/design-roadmap)
- Artigas, O. (2012). La intubación endotraqueal. Medicina Intensiva.
- Boston Medical. (s.f.). Aerosol Box Evaluation. Obtenido de <https://player.vimeo.com/video/401646409>
- Gómez, Y., Rodríguez Quintero, D., Monsalve Garcia, A., López Lozada, L., Arévalo Tabares, A., Carrero Gallego, D., & Cruz Mosquera, F. (2020). Guía de recomendaciones clínicas covid-19.
- Lai, D. H. (s.f.). Aerosol box. Recuperado el marzo de 2020, de <https://sites.google.com/view/aerosolbox/design?authuser=0>
- Ogunnaike, B., & Harmon Ray, W. (1994). Process Dynamics, Modeling and control. New York: Oxford University Press.

