

**DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE EVALUACIÓN Y
CAPACITACIÓN ENFOCADO AL USO Y MANEJO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS PARA
PERSONAL ASISTENCIAL**

Evelyn Melissa Anaya López

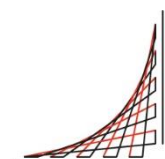
Práctica profesional

Tutor

**MSc Pedro Antonio Aya Parra
Ing John Netzi Olmos Méndez**



**Universidad del
Rosario**



**ESCUELA
COLOMBIANA
DE INGENIERÍA
JULIO GARAVITO**

**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO
PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA
BOGOTÁ D.C
2020**

AGRADECIMIENTOS

En este proyecto se plasma la culminación de una etapa muy importante de mi vida. En primer lugar, quiero dar gracias a Dios y a mi familia. A mi madre por luchar junto a mí para poder realizar este sueño. A mi hermana y a Jhon por ser como mis segundos padres y apoyarme siempre. A mi pequeña Lu por preocuparse por mí cada vez que veía que tenía trabajos y por ayudarme a hacerles dibujos a mis profesores. Todos fueron mi mayor sustento y motivación para nunca dejar de esforzarme y poder llegar hasta este punto.

En segundo lugar, quiero agradecerle a mi tutor Pedro Antonio Aya Parra, por las horas dedicadas para guiarme en el desarrollo de este proyecto, por todo su apoyo, sugerencias, comentarios y correcciones.

En tercer lugar, quiero mencionar a la empresa De Alta Bioingeniería SAS, por darme la oportunidad y el voto de confianza para realizar mi práctica profesional y a todos mis compañeros de trabajo por aportarme conocimientos para mi desempeño en el campo de ingeniería.

Finalmente, quiero agradecerle a Mateo, por su pacencia y por haberme acompañado en los momentos buenos y en los malos que alguna vez se pudieron haber presentado y por todo su apoyo desde el primer hasta el último día de esta etapa.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. OBJETIVOS.....	10
2.1. General	10
2.2. Específicos.....	10
3. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Planteamiento del problema a solucionar	11
3.2. Fases del proyecto	11
3.2.1. Definición de los aspectos generales del proyecto	12
3.2.2. Definir los servicios, el personal objeto de estudio y las tecnologías a evaluar.....	14
3.2.3. Revisión de literatura	15
3.2.4. Diseño del instrumento de evaluación	20
3.2.5. Adquisición de los datos relacionados con los llamados al área de ingeniería biomédica	21
3.2.6. Primera evaluación	21
3.2.7. Capacitación	22
3.2.8. Segunda evaluación	23
3.2.9. Definir el medio para sistematizar las capacitaciones	23
3.2.10. Comparar los resultados obtenidos de la primera y segunda evaluación	23
3.2.11. Comparar la cantidad de llamados al área de ingeniería biomédica antes y después de capacitar	24
3.2.12. Digitalización de las capacitaciones	25
4. RESULTADOS	26
4.1. Primera evaluación.....	26
4.2. Capacitación.....	27
4.3. Segunda evaluación.....	28
4.4. Comparación de los resultados de la primera y segunda evaluación.....	29
4.5. Visualización de los resultados de la primera y segunda evaluación por medio del diagrama de caja y bigotes	31
4.6. Prueba de normalidad.....	34
4.7. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	35
4.8. Comparar la cantidad de llamados al área de ingeniería biomédica antes y después de capacitar	37
4.9. Digitalización de las capacitaciones	37
5. DISCUSIÓN.....	39
6. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	41
7. CONCLUSIONES.....	42
REFERENCIAS	43
ANEXOS.....	44

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de selección.....	15
Tabla 2. Artículos más relevantes.....	16
Tabla 3. Equipos biomédicos para evaluar.....	20
Tabla 4. Prueba estadística de acuerdo con los objetivos de estudio y la escala de medición de las variables.....	24
Tabla 5. Participación por cada fase del proyecto.....	26
Tabla 6. Puntuación de cada categoría.....	26
Tabla 7. Resultados primera evaluación.....	27
Tabla 8. Resultados segunda evaluación.....	29
Tabla 9. Estadísticos de los diagramas de caja y bigotes.....	31
Tabla 10. Prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov.....	35
Tabla 11. Prueba de rangos.....	36
Tabla 12. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon.....	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Gantt.....	12
Figura 2. Áreas para la definición del proyecto	13
Figura 3. Distribución de las preguntas.	21
Figura 4. Desarrollo del modelo de capacitación implementado	22
Figura 5. Gráfico de columnas de los resultados obtenidos en cada una de las categorías en la primera y segunda evaluación	29
Figura 6. Gráfico de columnas de los resultados obtenidos por equipo en la primera y segunda evaluación	30
Figura 7. Gráfico de columnas de los resultados generales obtenidos en la primera y segunda evaluación	31
Figura 8. Diagrama de caja y bigotes de los resultados de la primera y segunda evaluación del monitor multiparámetros	32
Figura 9. Diagrama de caja y bigotes de los resultados de la primera y segunda evaluación del desfibrilador	33
Figura 10. Diagrama de caja y bigotes de los resultados de la primera y segunda evaluación del electrocardiógrafo	33
Figura 11. Diagrama de caja y bigotes de los resultados de la primera y segunda evaluación del ventilador mecánico	33
Figura 12. Diagrama de caja y bigotes de los resultados generales de la primera y segunda evaluación	34
Figura 13. Gráfico de columnas de la cantidad de llamados al área de ingeniería biomédica	37

LISTA DE ANEXOS.

Anexo 1. Evaluación monitor multiparámetros.....	44
Anexo 2. Evaluación ventilador mecánico.....	46
Anexo 3. Evaluación electrocardiógrafo.....	47
Anexo 4. Evaluación desfibrilador.....	49
Anexo 5. Capacitación presencial.....	51
Anexo 6. Videos de las capacitaciones.....	52
Anexo 7. Reconocimiento por el excelente desempeño durante el proceso de evaluación y capacitación.....	52

1. INTRODUCCIÓN

Luego de 145 años y por medio de la ordenanza 004 del 27 de febrero de 2004, se crea una empresa social del estado correspondiente a un hospital de segundo nivel, como una entidad pública de orden departamental, el cual se consolida como un centro médico integral de baja y mediana complejidad especializada, con tecnología de punta y una cultura institucional fundamentada en procesos estandarizados.

Hoy en día, el hospital se encuentra como el principal centro de atención médica de la región de occidente del departamento de Boyacá. Es responsable de la atención integral de los usuarios de la subred 2 conformada por 19 municipios, a los que se adhieren algunos de Cundinamarca y Santander.

Como epicentro de servicios, genera espacios y crea programas que conllevan a brindar una atención con calidad y calidez humana. Cuenta con servicios habilitados como medicina interna, urgencias, ginecobstetricia, pediatría y cirugía, además, de una amplia gama de tecnologías biomédicas como monitores de signos vitales, ventiladores mecánicos, desfibriladores, entre otros.

El hospital apunta a un mejoramiento continuo en los servicios ofrecidos, para que se realicen con personal calificado, comprometido, idóneo, con vocación de servicio y de atención a la comunidad. Tiene como principio, realizar cada una de las actividades propuestas, basándose en el aprendizaje continuo, con empeño y actitud positiva. Cumpliendo a cabalidad y día por día, los objetivos propuestos.

En la actualidad, el hospital busca generar altos estándares de calidad y seguridad para poder brindar una atención adecuada. Para ello se deben cumplir una serie de normas y requisitos como los establecidos en el decreto número 4715 de 2005 del ministerio de la protección social. Éste reglamenta el régimen de registros sanitarios, permiso de comercialización y vigilancia sanitaria de los dispositivos médicos para uso humano. Según el artículo 1°, se tiene como objeto principal regular diferentes aspectos relacionados con estos dispositivos médicos. En el capítulo V, artículo 24, numeral 4, se establece que uno de los requisitos para el permiso de comercialización de los equipos biomédicos y la obtención de los registros sanitarios, es proporcionar al usuario los programas y mecanismos para la capacitación de los operadores y los ingenieros o técnicos de mantenimiento. Adicionalmente, en el Artículo 38, se exige que después de la venta del equipo, el fabricante o importador debe ofrecer la capacitación necesaria para la operación y el mantenimiento básico de los equipos [1].

Capacitar representa el proceso mediante el cual se realiza una transferencia de conocimientos. La capacitación del personal que se ve involucrado en el manejo de las tecnologías biomédicas es de gran importancia y se desarrolla con el fin de evitar incidentes y eventos adversos a causa de errores en la configuración de los equipos y por una mala interpretación de los parámetros que estos arrojan. Se resalta, que los eventos e incidentes relacionados con los equipos biomédicos representan un porcentaje significativo respecto a la totalidad obtenida por esta y otras causales [2].

La importancia de un equipo de ingeniería biomédica dentro del hospital surge de la necesidad de un profesional que esté apoyando a la institución en la gestión de administración y evaluación de las tecnologías biomédicas, el aporte en mejorar la calidad de los procesos relacionados con dichas tecnologías y el aporte principal que es el que se desencadena de todo el proceso anteriormente mencionado; garantizar la seguridad del paciente [3][4].

Dentro de la institución se cuenta con un equipo de ingeniería biomédica, integrado por un ingeniero de planta, dos ingenieros que apoyan el proceso de los mantenimientos preventivos y un practicante. Algunas de las actividades que se deben realizar por parte del área de ingeniería biomédica son la capacitación del personal asistencial, apoyo y asistencia técnica en habilitación y acreditación en salud, mantenimientos preventivo, correctivo y predictivo, manejo de inventarios de equipos biomédicos, seguimiento de las hojas de vida de los equipos y gestión documental.

Los equipos más recurrentes en cuanto a los llamados que se hacen al área de ingeniería biomédica en busca de ayuda técnica son los monitores de signos vitales, los cuales se encargan de monitorizar continuamente algunos parámetros fisiológicos como la temperatura, la frecuencia cardíaca, la presión arterial no invasiva y la saturación de oxígeno. Existe un tipo de monitores que son denominados multiparámetros, los cuales monitorizan los mismos parámetros que un monitor de signos vitales y adicionalmente registran el ECG, la frecuencia respiratoria, el dióxido de carbono, presión arterial invasiva, entre otros. Estos equipos cuentan con un sistema de alarmas de baja y de alta que se configuran dependiendo del tipo de paciente y de esta manera avisan sobre el estado de salud del paciente sin necesidad de estar frente al monitor todo el tiempo [5].

Otro de los equipos es un desfibrilador, empleado para reestablecer el ritmo cardíaco normal de un paciente. Se basa en la implementación de una corriente eléctrica de alto voltaje, la cual se encarga de revertir las arritmias cardíacas. Existe un tipo de desfibrilador llamado desfibrilador-monitor bifásico, el cual integra monitorización, desfibrilación manual, DEA y marcapasos [6].

También se incluye un electrocardiógrafo, equipo que se encarga de captar las señales eléctricas del corazón, por medio de la colocación de unos electrodos en las cuatro extremidades del cuerpo (R, L, F y N) y seis en los espacios precordiales (V1-V6), este equipo permite imprimir dichas señales por medio de una impresora integrada a él y un papel especial para ECG [7].

Del mismo modo, se tiene en cuenta la ventilación mecánica, dando gran importancia al correcto uso del ventilador mecánico, el cual es un equipo de soporte vital que por la situación actual del mundo ha tenido un incremento en su adquisición por parte de las entidades prestadoras de servicios de salud, debido a que este ayuda al paciente a respirar hasta en un 100% cuando el paciente no puede hacerlo por enfermedades pulmonares o lesiones cerebrales. Las variables respiratorias con las que trabaja el equipo son el tiempo, la presión, el volumen y el flujo, y dependiendo del tipo de paciente y su estado, se le programa un modo ventilatorio. También cuenta con un sistema de alarmas de alta y de baja para parámetros como las respiraciones por minuto, presión y el volumen minuto [8].

A causa de la falta de compromiso por parte del personal asistencial y la cantidad de llamados que se realizan al área de ingeniería biomédica por el bajo nivel de conocimientos sobre el correcto uso y manejo de equipos biomédicos, se decide realizar este proyecto, el cual tiene como objetivo principal, iniciar un sistema de evaluación y capacitación al personal asistencial sobre el correcto uso y manejo de los equipos más reportados en los servicios de ginecobstetricia, medicina interna, urgencias y pediatría.

Todo esto se desarrolla con el propósito de disminuir los errores cometidos al momento de operar estos equipos y determinar un mayor compromiso en la adquisición del conocimiento por parte del personal asistencial. Se espera que haya una mitigación en los llamados al área de ingeniería, referentes a una mala configuración u operación de los equipos, así como algunos daños en su estructura interna o externa y daños correspondientes a los accesorios de los equipos. Los cuales permiten que se realice esa interacción paciente-equipo para así poder obtener los parámetros fisiológicos de manera visual y/o auditiva.

2. OBJETIVOS

2.1. General

Desarrollar e implementar un sistema de evaluación y capacitación de conocimientos sobre el correcto uso y manejo de equipos biomédicos para mitigar los llamados al área de ingeniería biomédica en un hospital de segundo nivel de complejidad.

2.2. Específicos

1. Definir los servicios y el personal a evaluar.
2. Conocer la percepción de conocimientos sobre el correcto uso y manejo de equipos biomédicos.
3. Capacitar al personal asistencial respecto al uso y manejo de equipos biomédicos.
4. Medir la adquisición de conocimientos del personal asistencial sobre los equipos biomédicos del servicio.
5. Comparar la cantidad de llamados al área de ingeniería biomédica antes y después de la capacitación.
6. Implementar un sistema de capacitación virtual como apoyo para el área de ingeniería biomédica.

3. METODOLOGÍA

3.1. Planteamiento del problema a solucionar

Este proyecto se desarrolló a partir de una problemática institucional referente a la falta de conocimiento por parte del personal asistencial sobre el correcto uso y manejo de equipos biomédicos.

El área de ingeniería biomédica de la institución, la cual ha estado liderada por más de un año y medio por el personal que se encuentra actualmente, ha reportado una gran cantidad de llamados por parte de los trabajadores asistenciales, los cuales aseguran que los equipos se encuentran dañados o que no sirven. Al momento de atender estos llamados, se evidencia que los equipos se encuentran en correctas condiciones y que el verdadero problema se basa en la falta de conocimientos sobre su configuración, manejo y limpieza.

Para contextualizar un poco estos inconvenientes, se pone como ejemplo uno de los llamados que se realizan con mayor frecuencia al departamento de soporte de ingeniería biomédica; se trata de la toma de NIBP (presión no invasiva) en los pacientes; el personal asistencial llama al área de ingeniería biomédica reportando que el monitor multiparámetros no sirve y que tiene dañada la toma de presión arterial. Al momento de realizar la revisión del equipo se encuentra que le están tomando signos a un paciente adulto y el monitor multiparámetros está configurado en modo neonatal, esto es un error en la configuración del equipo y puede generar problemas tanto en el equipo como en el paciente, debido a que si se estuviera realizando de manera contraria, es decir, tomando la presión arterial de un neonato con el monitor configurado en modo adulto, los límites de inflación del brazalete podrían ser excesivos, lo suficiente como para lastimar al paciente.

Llamados similares ocurren con los diferentes equipos de la institución, especialmente con los que se usan con mayor frecuencia, como el monitor multiparámetros, el desfibrilador, el electrocardiógrafo y el ventilador mecánico.

Durante el mes de septiembre se registraron un total de 34 llamados al área de ingeniería biomédica, donde se pudo evidenciar la falta de conocimiento del personal asistencial respecto al correcto uso y manejo de los equipos de la institución, resaltando el desconocimiento de operatividad del equipo en cuanto a su configuración, sus accesorios y sobre la limpieza que se le debe realizar. Esto no solo ocasiona una gran cantidad de llamados al área de ingeniería biomédica, sino también conlleva un alto nivel de mantenimientos correctivos e incluso el daño total de los equipos; inconvenientes de este tipo afectan negativamente de manera económica a la institución y del mismo modo se pueden generar eventos e incidentes relacionados con el uso incorrecto de estas tecnologías con relación a los pacientes.

3.2. Fases del proyecto

Las fases de este proyecto se dividieron en 4 etapas, las cuales se pueden observar en el diagrama de Gantt en la Figura 1. La etapa de color azul hace referencia a la definición

del proyecto, la etapa amarilla a la metodología, la verde a los resultados y la naranja a la etapa final.

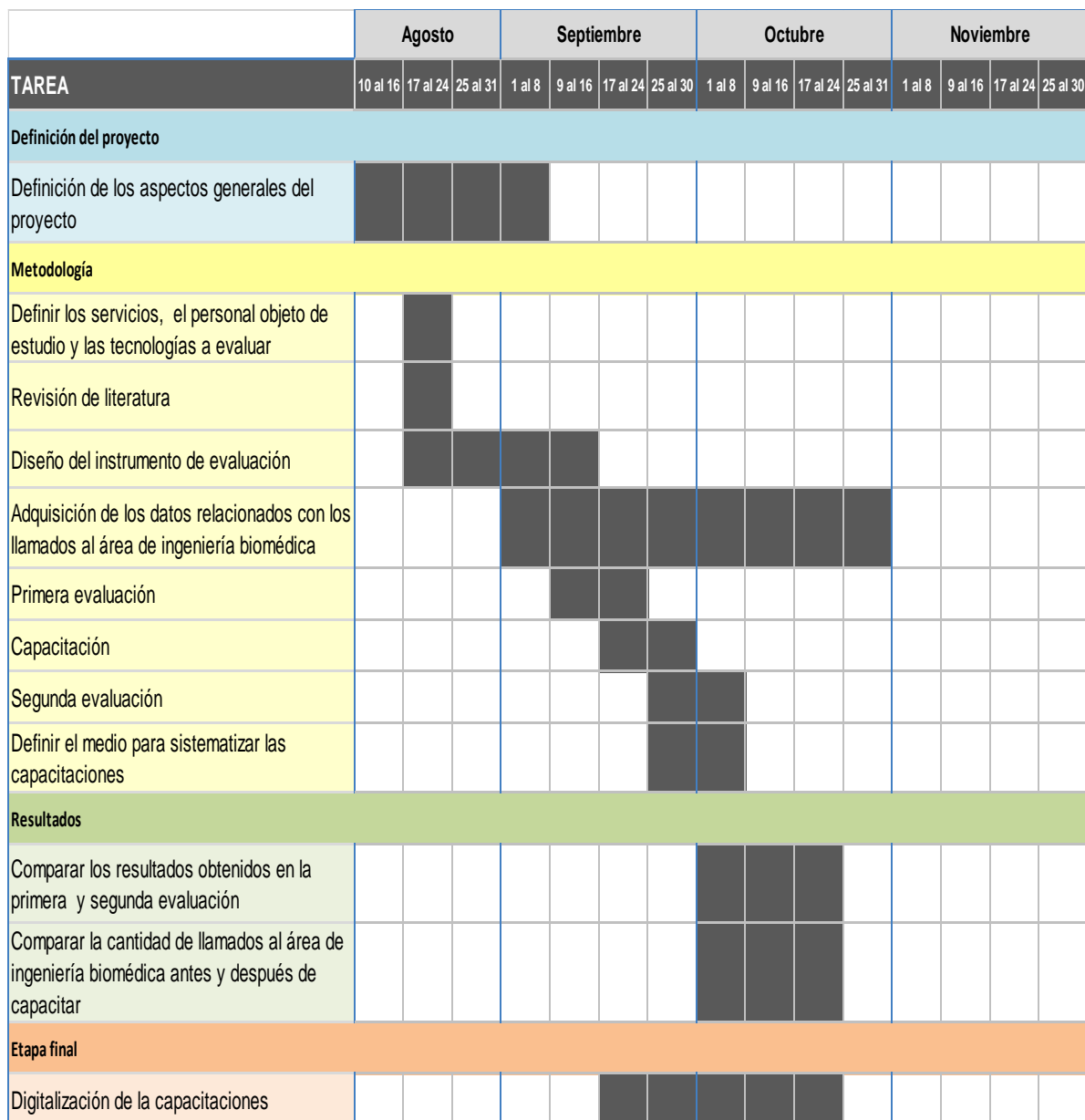


Figura 1. Diagrama de Gantt.

3.2.1. Definición de los aspectos generales del proyecto

De la mano con el personal de ingeniería biomédica y con el apoyo de las diferentes áreas y servicios de la institución. Se realizó un análisis sobre cuál se consideraba que era una de las mayores problemáticas encontradas dentro del hospital. El orden que se llevó a cabo en cuanto al análisis por área para realizar la definición del proyecto se encuentra en la Figura 2.

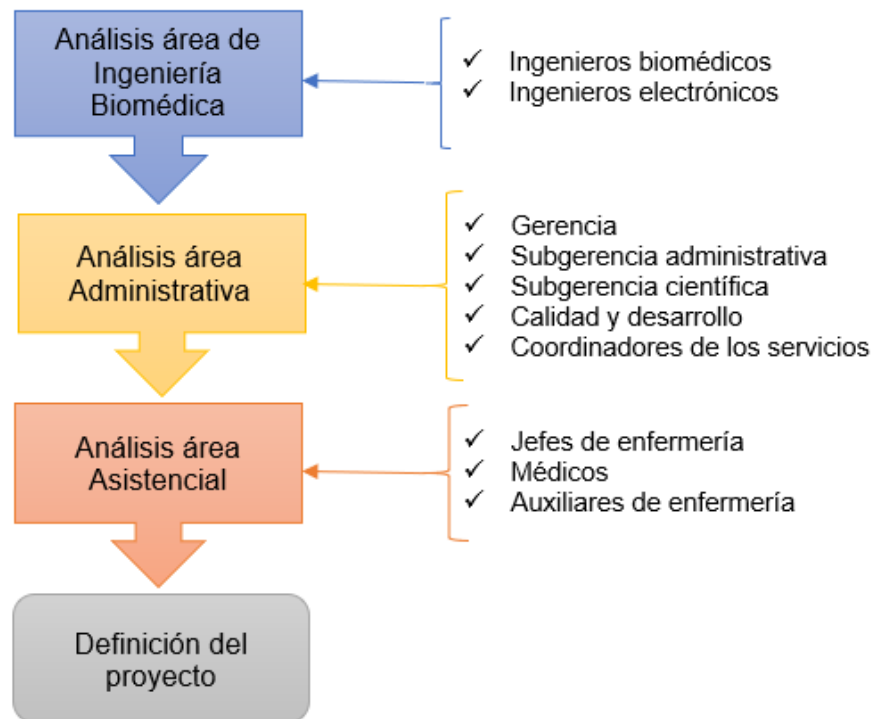


Figura 2. Áreas para la definición del proyecto

Todo el proceso de recolección de información, relacionada con las mayores problemáticas encontradas en la institución, se realizó por medio de entrevistas personales, enfocadas a obtener respuestas sobre algún problema que pudiera tener solución a través del desarrollo de un proyecto realizado por el departamento de ingeniería biomédica.

Inicialmente se indagó con el área de ingeniería biomédica sobre cuáles eran los aspectos para mejorar, en cuanto a todo lo relacionado con las actividades correspondientes a la ingeniería clínica y hospitalaria. De allí surgieron varias problemáticas, como la cantidad de llamados por parte del área asistencial para solucionar problemas de configuración de los equipos biomédicos, la falta de transferencia de conocimiento dentro de la institución, la necesidad de un sistema de evaluación para el personal que manipula los equipos, la cantidad de mantenimientos correctivos que se realizaban debido a la falta de conocimiento sobre la limpieza y el uso de los accesorios y un alto descuido en el estado físico de los equipos. También se encontraron problemas relacionados con el manejo de inventarios y la necesidad de digitalización de las hojas de vida de los equipos biomédicos.

Por parte del área administrativa se presentó la necesidad de capacitar al personal nuevo que ingresa a la institución, así como la constante retroalimentación del manejo de las tecnologías biomédicas para el personal antiguo, al igual que en el área biomédica; surgió la necesidad de evaluar al personal con el fin de tener indicadores para saber cómo se encuentran en cuanto a conocimiento las personas que laboran dentro de la institución y medir sus niveles de competencia. Por otro

lado, el área administrativa consideró que desarrollar un sistema de capacitación y evaluación podría disminuir los mantenimientos correctivos, lo que a su vez favorecería económicamente al hospital y así mismo, esta herramienta iría de la mano con la misión de la institución que es preservar, mantener y recuperar la salud de los pacientes por medio de la prestación de un servicio con un equipo cualificado desde la apropiación social del conocimiento hacia la innovación y competitividad institucional.

A través del área asistencial y por medio de la opinión de los jefes de cada servicio, médicos y auxiliares de enfermería, se realizó un análisis de cuáles eran los principales conflictos que se presentaban con los equipos. Se concluyó que la mayoría de ellos se sentían inseguros cuando llegaba una tecnología nueva debido a que no sabían cómo funcionaba, cómo se interpretaban los parámetros, ni cómo se usaban los accesorios.

Finalmente, luego de realizar el análisis con cada una de estas áreas, y con el fin de continuar con el mejoramiento de los procesos de la institución, se decidió desarrollar un sistema de evaluación y capacitación para el personal asistencial sobre el correcto uso y manejo de los equipos biomédicos. El cual pretende dar solución a la mayoría de los problemas anteriormente mencionados.

3.2.2. Definir los servicios, el personal objeto de estudio y las tecnologías a evaluar.

Para poder definir los servicios, el personal objeto de estudio y las tecnologías a evaluar, fue necesario hacer un recorrido por todo el hospital para conocer los equipos con los que cuenta y las personas que los manipulan.

Durante una semana se pasó revista por cada uno de los servicios y se llevó un registro sobre cuáles eran las mayores falencias en cuanto al uso y manejo de los equipos biomédicos. Los servicios que hicieron parte de estas visitas fueron medicina interna, urgencias pediátricas, urgencias adultos, ginecología y pediatría.

En cada visita se revisó el estado físico de los equipos. En algunas ocasiones se acompañó al servicio en la toma de signos para observar cómo manipulaban equipo y sus accesorios. Se observó la manera en que realizaban la limpieza y la frecuencia con que lo hacían y finalmente se revisó el estado en que dejaban el equipo una vez terminado su uso.

Por medio de la supervisión del coordinador del departamento de ingeniería biomédica, se identificaron errores en la manipulación de los equipos. Se observó que el personal asistencial estaba realizando la limpieza de manera incorrecta, ocasionando daños tanto en el equipo como en sus accesorios. Se le pidió al personal que realizara algunos procesos de configuración y en efecto, la mayoría no sabía cómo interactuar con la interfaz física y gráfica. Se realizaron preguntas sobre los accesorios de los equipos, por ejemplo, como se llamaban y cuál era su función. A pesar de que muchos supieron responder para qué los usaban, no conocían el nombre técnico de cada uno de los accesorios.

En las visitas realizadas se pudo observar que los equipos biomédicos que más se usan en los servicios en general son los monitores multiparámetros, los desfibriladores, los ventiladores mecánicos y los electrocardiógrafos, y que independientemente del cargo, todo el personal asistencial debe tener conocimiento sobre el correcto uso y manejo de estos equipos, con el propósito de mantener una atención adecuada y de calidad, así como prolongar la vida útil del equipo.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, se decidió desarrollar este proyecto con base a las tecnologías que más se usan en los servicios, y permitiendo la participación de todo el personal asistencial de la institución con el fin de garantizar que todos se encuentren capacitados para apoyar en los procesos de las diferentes áreas, y que cuando tengan que hacer alguna rotación de servicio esto no vaya a afectar su desempeño asistencial.

3.2.3. Revisión de literatura

La revisión de la literatura se realizó con el fin de encontrar artículos y trabajos relacionados con la capacitación y/o evaluación del personal asistencial de una institución prestadora de servicios de salud. Para ello, inicialmente se manejaron algunos criterios de inclusión y exclusión expuestos en la Tabla I.

Tabla I
CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Publicaciones posteriores al 2015	Publicaciones previas al 2015
Capacitaciones enfocadas a personal asistencial	Capacitaciones enfocadas a personal administrativo
Capacitaciones relacionadas con tecnologías biomédicas	Capacitaciones relacionadas con manejo de la información
Artículos, en inglés, español y portugués	Artículos que no posean información suficiente

La búsqueda de los artículos se realizó en diferentes bases de datos como Scielo, Ebsco host, Dynamed plus, Google scholar, y Pubmed, y en cada una de ellas se implementaron dos ecuaciones o cadenas de búsqueda basadas en palabras claves y con ayuda de la lógica booleana:

1. ("Training" AND "Biomedical" AND "Devices")
2. (("Application" OR "Design" OR "Model") AND ("Trainig" OR "Protocol") AND "Biomedical" AND ("Devices" OR "Technologies"))

Una vez realizadas las búsquedas se encontraron diferentes artículos de interés y luego de aplicar los criterios de exclusión y eliminar artículos repetidos, se seleccionaron los 10 más relevantes para este proyecto, los cuales se encuentran brevemente resumidos en la Tabla II.

Tabla II
ARTÍCULOS MÁS RELEVANTES

Título	Objetivos	Resultados
<p>APLICACIÓN DE UN MODELO DE CAPACITACIÓN PARA MONITORES DE SIGNOS VITALES [9]</p>	<p>Desarrollar un modelo de capacitación basado en los resultados de formación práctica y teórica a un grupo de estudiantes de bioingeniería.</p>	<p>El número de participantes afecta la calidad del entrenamiento por diferentes factores como: visibilidad e interacción del equipo. La formación práctica es la mejor opción para realizar las capacitaciones ya que los resultados fueron mejores que en la formación teórica.</p>
<p>DISEÑO DE MODELO DE CAPACITACIÓN EN PROCESOS ASISTENCIALES RELACIONADOS CON DISPOSITIVOS MÉDICOS [10]</p>	<p>Diseñar un plan de capacitaciones que permita impactar sobre el personal asistencial, sin afectar los servicios de la institución, y que esto se refleje en la calidad de la atención en salud.</p>	<p>Un modelo de capacitación que se ajusta a las instituciones de salud que busquen favorecer las competencias del personal asistencial de manera confiable, bajo el respaldo de la experiencia docente y cursos de entrenamiento especializado que ofrece el equipo capacitador de la Universidad de Antioquia.</p>
<p>MODELO DE CAPACITACIÓN DE TECNOLOGÍA BIOMÉDICA PARA CLÍNICAS Y HOSPITALES DE TERCER NIVEL, ENFOCADO EN PERSONAL ASISTENCIAL [11]</p>	<p>Hacer una revisión de algunos modelos de capacitación en clínicas y hospitales y compararlos entre sí. Presentar un modelo de capacitación que se basa en los criterios más representativos de los modelos analizados.</p>	<p>Un modelo de capacitación con videos, formatos, imágenes, manuales y evaluaciones acerca de los dispositivos médicos que se encuentran en el área de interés.</p>

<p>DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE CAPACITACIÓN VIRTUAL EN EL USO SEGURO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS DE ALTO IMPACTO PARA EL PERSONAL EN SALUD DE LA FUNDACIÓN VALLE DE LILI [12]</p>	<p>Desarrollar un sistema de capacitación que permita entrenar y evaluar al personal de la fundación Valle de Lili en el uso seguro de equipos biomédicos de alto impacto haciendo uso en la plataforma virtual institucional.</p>	<p>Se obtuvo un modelo de capacitación efectivo con resultados de aprobación de un 80% y se generan estrategias para mejorar y mantener un control sobre el conocimiento del personal que realice los cursos de capacitación.</p>
<p>NIVEL DE CAPACITACIÓN DEL PERSONAL Y CALIDAD DE ATENCIÓN AL USUARIO EN EL SERVICIO DE CIRUGÍA. HOSPITAL III CHIMBOTE DE EsSALUD, JUNIO 2017 [13]</p>	<p>Determinar la relación entre el nivel de capacitación del personal y la calidad de atención del usuario en el servicio de cirugía del Hospital III Chimbote de EsSalud</p>	<p>Existe relación estadísticamente significativa entre la capacitación del personal y la calidad de atención al usuario en el servicio de cirugía con un $p < 0.05$.</p>
<p>PERCEPCIÓN SOBRE LA HERRAMIENTA TECNOLÓGICA CHAMILO PARA LA CAPACITACIÓN EN EL HOSPITAL CAYETANO HEREDIA, LIMA 2018 [14]</p>	<p>Determinar el nivel de la percepción del personal administrativo y asistencial sobre la herramienta tecnológica Chamilo para la capacitación en el Hospital Cayetano Heredia, Lima 2018.</p>	<p>El 89,6% del personal del Hospital Nacional Cayetano Heredia tuvo una percepción regular sobre la herramienta tecnológica Chamilo para la capacitación.</p>

<p>DISEÑO DE HERRAMIENTAS QUE CONTRIBUYAN AL PROCESO DE CAPACITACIÓN EN EL USO SEGURO DE EQUIPOS BIOMÉDICOS DE LA CLÍNICA NUESTRA SEÑORA DE LOS REMEDIOS [15]</p>	<p>Diseñar herramientas que permitan contribuir al proceso de capacitación en el uso seguro de los equipos biomédicos de la clínica Nuestra Señora de los Remedios que permita aportar estrategias para disminuir la ocurrencia de eventos e incidentes adversos.</p>	<p>Se desarrollaron herramientas para la capacitación en el uso seguro de los equipos biomédicos en las ocho áreas seleccionadas, priorizando los equipos de mayor riesgo clase IIa y IIb. Los resultados obtenidos en la evaluación al personal médico y asistencial durante las capacitaciones fueron satisfactorios, por lo que se puede afirmar que se obtuvo un mejor aprendizaje en la utilización adecuada de los equipos.</p>
<p>CAPACITACIÓN PROFESIONAL Y DESEMPEÑO LABORAL DE LOS TECNÓLOGOS MÉDICOS DE RADIOLOGÍA DE LA CLÍNICA INTERNACIONAL-LIMA, 2019 [16]</p>	<p>Determinar el nivel que existe entre la capacitación profesional y el desempeño laboral del personal tecnólogos médicos de Radiología de Clínica Internacional-Lima 2019.</p>	<p>El resultado conseguido entre la capacitación profesional y el desempeño laboral indican el coeficiente de correlación de Spearman (sig. bilateral = 0.000 < 0.05; Rho = 0.790). Es moderada altamente significativa.</p>

<p>LOS HOSPITALES NECESITAN MÁS ORIENTACIÓN SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DE PAUTAS PARA EL USO SEGURO DE DISPOSITIVOS MÉDICOS [17]</p>	<p>Conocer la implementación actual de las pautas nacionales sobre capacitación, examen y registro de competencias para el uso seguro de dispositivos médicos y explorar las barreras y los facilitadores que enfrentaron durante la implementación de estas pautas nacionales.</p>	<p>Existen diferencias entre hospitales en la etapa de implementación, pero también dentro de los hospitales. El cuestionario mostró diferencias entre la formación y el examen de los dispositivos utilizados por las enfermeras y los utilizados por los médicos especialistas. Las entrevistas mostraron que la mayoría de las barreras y facilitadores para la implementación de las pautas nacionales se pueden atribuir a factores organizacionales.</p>
<p>IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOCOLO DE CAPACITACIÓN VIRTUAL DE TECNOLOGÍA BIOMÉDICA PARA EL PERSONAL ASISTENCIAL DEL SERVICIO DE URGENCIAS DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO MAYOR – MÉDERI [18]</p>	<p>Diseñar y evaluar un protocolo de capacitación virtual sobre las tecnologías como, monitor de signos vitales, desfibrilador y bombas de infusión enfocado al personal asistencial del servicio de urgencias del Hospital Universitario Mayor - Méderi.</p>	<p>El programa de capacitación virtual se podría describir como un excelente complemento de las capacitaciones presenciales ya impuestas en la institución, generando un programa de capacitación más completo y una fortaleza al proceso de gestión interna de calidad de la institución.</p>

Los resultados de la búsqueda de literatura arrojaron algunos artículos relacionados con la implementación de modelos de capacitación y cómo estos aportan a una mejora en los servicios y en los procesos de la institución, pese a que ninguno de los artículos se basa en la comparación de la cantidad de llamados que se presentan al área de ingeniería biomédica antes y después de la capacitación, se tuvieron en cuenta los resultados de estos en cuanto a las mejoras en el aprendizaje y las competencias del personal asistencial, las estrategias para mantener un control sobre el conocimiento de la población capacitada, la relación entre la capacitación del personal y su desempeño profesional, y los diferentes métodos y modelos de capacitación que se implementan en cada uno de los artículos.

3.2.4. Diseño del instrumento de evaluación

Para el diseño del instrumento de evaluación, se tuvo en cuenta la teoría que se requiere para entender los parámetros que manejan los equipos, el manejo, sus accesorios y la limpieza. La fuente principal que se usó para recopilar esta información fueron los manuales técnicos que vienen con cada uno de los equipos biomédicos, estos manuales son entregados por el fabricante o proveedor que hace el suministro del equipo a la institución.

Dentro de los manuales, se encontró información acerca del adecuado uso y manejo que se le debe dar a cada una de las tecnologías biomédicas, de sus partes, de las especificaciones técnicas y la limpieza y desinfección, es importante resaltar que cualquier persona que trabaje dentro del hospital puede recurrir a la consulta de estos manuales ya que no solo son una herramienta de trabajo para el área biomédica, sino que son la guía directa de como operar estos equipos.

Los equipos sobre los cuales se desarrolló el instrumento de evaluación y tal como se mencionó en el numeral 3.2.2. son el monitor multiparámetros, el electrocardiógrafo, el ventilador mecánico y el desfibrilador. En la Tabla III, se encuentra el listado de los equipos categorizados por marca y modelo.

Tabla III
EQUIPOS BIOMÉDICOS PARA EVALUAR

Equipo	Marca	Modelo
Monitor multiparámetros	Mindray	uMEC12
Monitor multiparámetros	EDAN	M50
Ventilador mecánico	AEONMED	VG70
Ventilador mecánico	Mindray	E5
Ventilador mecánico	Dräger	Evita V300
Electrocardiógrafo	EDAN	SE-3
Desfibrilador	Mindray	BeneHeart D3

Las respectivas evaluaciones se plantearon a partir de los manuales de estos equipos, el instrumento de evaluación se realizó por categorización de tecnología y no individualmente por equipo, es decir para los dos tipos de monitores multiparámetros se realizó una misma evaluación y las preguntas se plantearon de tal forma que fueran válidas para ambos equipos y así mismo se desarrolló la evaluación para los tres modelos de ventiladores mecánicos.

Finalmente, el modelo de evaluación comprendía 10 preguntas de selección múltiple relacionadas con el correcto uso y manejo de los equipos biomédicos, divididas en tres secciones como se puede observar en la Figura 3. A cada una de las preguntas se le asignó un valor de 10 puntos, para así obtener un puntaje máximo de 100 por evaluación.

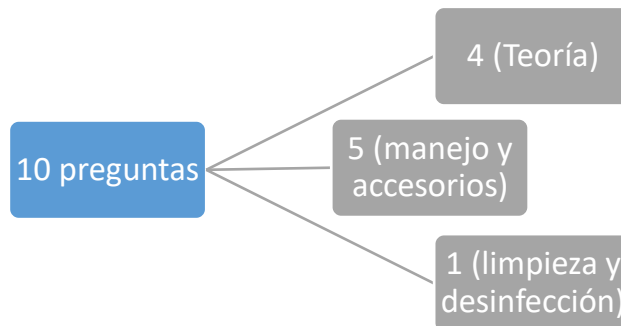


Figura 3. Distribución de las preguntas.

Las evaluaciones que se diseñaron se encuentran en los anexos del documento. En el Anexo 1 se encuentra la evaluación del monitor multiparámetros, en el Anexo 2 la del ventilador mecánico, en el Anexo 3 la del electrocardiógrafo y en el Anexo 4 la del desfibrilador.

3.2.5. Adquisición de los datos relacionados con los llamados al área de ingeniería biomédica

Los llamados al área de ingeniería biomédica en la institución se realizan por vía telefónica directamente a los ingenieros encargados de atender a estos llamados lo más pronto posible.

Cada vez que ocurría un llamado al área, este quedaba registrado en un archivo de Excel donde se debía poner el servicio del que llamaban y el equipo que estaba presentando la falla o el problema.

Con el fin de poder realizar una comparación adecuada, estos registros se realizaron durante todo el mes de septiembre y el mes de octubre para poder proporcionar un contraste de la cantidad de llamados ocurridos durante estos dos meses.

3.2.6. Primera evaluación

La primera evaluación se realizó con el fin de conocer la percepción de los conocimientos del personal asistencial sobre el correcto uso y manejo del desfibrilador, el monitor multiparámetros, el ventilador mecánico y el electrocardiógrafo.

La evaluación se presentó por medio de un cuestionario online creado en el software EasyLMS. En el cuestionario se agruparon las 10 preguntas de cada equipo, es decir que en total tenía 40 preguntas, para cada equipo el puntaje máximo era de 100 puntos y se obtuvo un puntaje general que consistía en promediar los resultados de los cuatro equipos evaluados. Finalmente, la calificación general también podía llegar a ser hasta de 100 puntos.

Para permitir el ingreso a la evaluación, desde el área de ingeniería biomédica, se compartió el vínculo del examen con cada uno de los coordinadores de los servicios, quienes se encargaron de hacer llegar el link a todo el personal asistencial; se realizó un control de tiempo de respuesta equivalente a treinta minutos, se limitó que la cantidad de respuestas por persona fuera solo una y se establecieron dos horarios de 3 horas para poder ingresar al link (de 10:00am hasta la 01:00pm y de 02:00pm a 05:00pm); antes de iniciar la evaluación, se presentó un mensaje de introducción con la información anteriormente mencionada.

3.2.7. Capacitación

La capacitación se realizó a partir de los temas incluidos en el sistema de evaluación implementado y teniendo en cuenta los aspectos más importantes sobre el correcto uso y manejo de cada una de las tecnologías. En la Figura 4, se encuentra de manera detallada el desarrollo del modelo de capacitación.

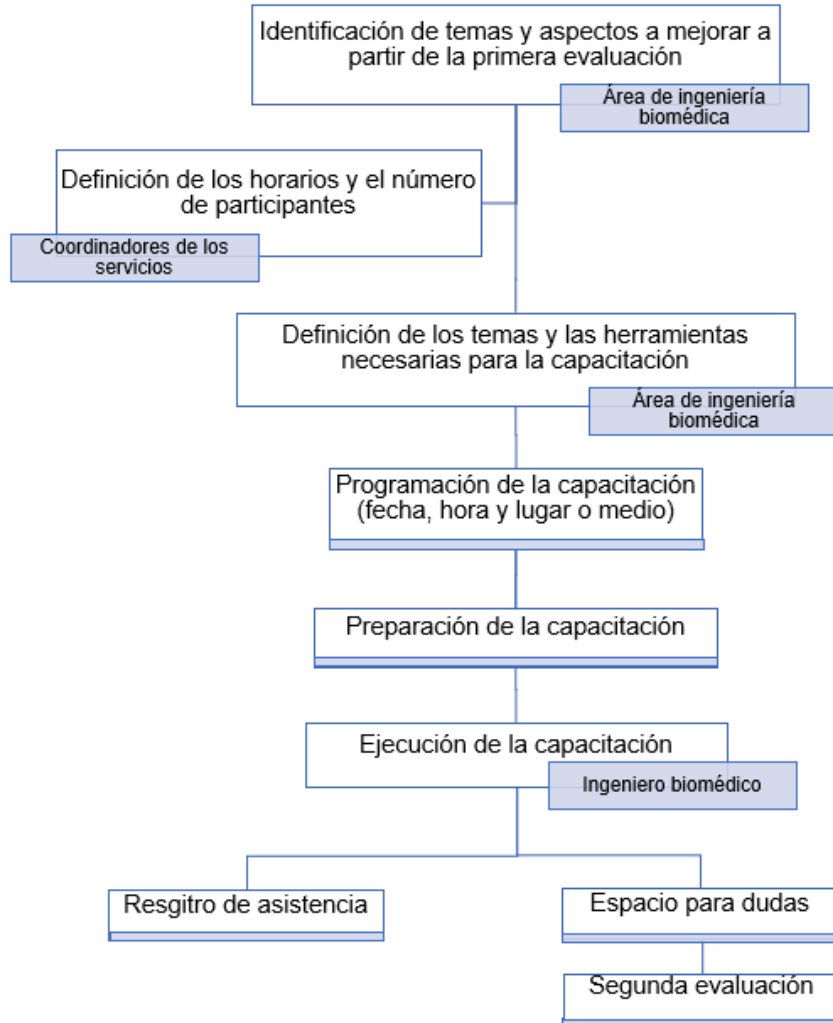


Figura 4. Desarrollo del modelo de capacitación implementado.

3.2.8. Segunda evaluación

La segunda evaluación se realizó después de la capacitación, con el fin de conocer la adquisición de conocimiento por parte del personal asistencial sobre el correcto uso y manejo del del desfibrilador, el monitor multiparámetros, el ventilador mecánico y el electrocardiógrafo.

Al igual que en la primera evaluación, el cuestionario se realizó por medio del software EasyLMS, las preguntas eran las mismas, pero se cambió el orden de ellas, el cuestionario fue compartido por medio de los coordinadores de cada servicio y el tiempo de respuesta se redujo a 20 minutos, manejando las mismas dos franjas en el horario.

3.2.9. Definir el medio para sistematizar las capacitaciones

Fue de gran importancia definir cuál iba a ser el medio (físico y/o en la nube) para sistematizar las capacitaciones, debido a que de eso depende la organización de los datos y herramientas implementadas en este proyecto, es importante resaltar que el servicio de ingeniería biomédica del hospital se encuentra contratado por terceros y el modelo de capacitación implementado no corresponde al hospital sino directamente al contratista.

El modelo de cada una de las evaluaciones se guardó de manera física para posibles nuevas capacitaciones que se realicen de manera presencial y también se guardó en la nube únicamente para el área de ingeniería biomédica.

Debido a que la información que se manipuló es de carácter propio del hospital, todos los datos obtenidos en cuanto a los resultados de las evaluaciones y el registro de asistencia y participación fueron guardados digitalmente y entregados a disposición de la gerencia y el área de ingeniería biomédica.

Finalmente, los videos de la capacitación del desfibrilador, el monitor multiparámetros, el ventilador mecánico y el electrocardiógrafo, fueron digitalizados y cargados a un sitio web que permite su reproducción online.

3.2.10. Comparar los resultados obtenidos de la primera y segunda evaluación

La comparación de los resultados obtenidos en la primera y segunda evaluación se desarrolló a través de la implementación del programa estadístico SPSS, por medio del cual se realizó inicialmente una prueba de normalidad de los datos, en este caso el tamaño de la muestra fue de 76 sujetos, siendo este un valor mayor a 30, por tanto, se usó la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Luego de comprobar si los datos presentaban o no una distribución normal, se definió el tipo de prueba estadística a partir del modelo de decisión tal como se presenta en la Tabla IV.

Tabla IV
PRUEBA ESTADÍSTICA DE ACUERDO CON LOS OBJETIVOS DE ESTUDIO Y LA ESCALA DE MEDICIÓN DE LAS VARIABLES [19]

<i>Objetivos de estudio</i>	<i>Variables y distribución</i>	<i>Tipo de muestra</i>	<i>Prueba recomendada</i>
<i>Comparar 2 promedios</i>	Cuantitativas, distribución normal.	Muestras relacionadas Muestras independientes	t de Student
	Cuantitativas discontinuas y continuas sin distribución normal	Muestras relacionadas Muestras independientes	Wilcoxon

Para determinar si los datos presentaban una distribución normal, se plantearon dos hipótesis de la siguiente manera:

- ✓ H_0 (hipótesis nula): Los datos provienen de una distribución normal.
- ✓ H_1 (hipótesis alternativa): Los datos NO provienen de una distribución normal.

Para los resultados de la evaluación se planteó una hipótesis general de investigación y dos hipótesis para la prueba estadística de la siguiente manera:

- Hipótesis de investigación: Existen diferencias significativas entre las medidas de las medianas de los resultados generales de la primera y segunda evaluación.
- H_0 (hipótesis nula): No existen diferencias significativas entre las medidas de las medianas de los resultados generales de la primera y segunda evaluación.
- H_1 (hipótesis alternativa): Existen diferencias significativas entre las medidas de las medianas de los resultados generales de la primera y segunda evaluación.

Una vez se realizó el procesamiento estadístico, se determinó si la capacitación tuvo alguna influencia positiva o negativa en el resultado de la segunda evaluación en comparación con la primera.

3.2.11. Comparar la cantidad de llamados al área de ingeniería biomédica antes y después de capacitar

Para realizar la comparación de la cantidad de llamados al área de ingeniería biomédica, se compararon los llamados recibidos en el mes de septiembre con la cantidad de llamados recibidos en el mes de octubre. Debido a que la capacitación se realizó en las dos últimas semanas de septiembre, se esperaba que la cantidad de llamados registrados en octubre tuviera una disminución significativa.

3.2.12. Digitalización de las capacitaciones

Adicionalmente del desarrollo del proceso de evaluación y capacitación, este proyecto tiene como objetivo dejar un material de aprendizaje de manera digital, para que cualquier funcionario asistencial de la institución pueda acceder a la capacitación sobre el correcto uso y manejo del desfibrilador, el monitor multiparámetros, el ventilador mecánico y el electrocardiógrafo.

Inicialmente se consideró la opción de realizar un video por cada equipo y cargarlo a la página web del hospital, pero como el servicio de ingeniería biomédica se encuentra tercerizado y las capacitaciones son desarrolladas directamente por la empresa que maneja este servicio, se decidió que los videos serían cargados a un canal de YouTube propio de la empresa y el link de los videos sería compartido por medio del área de ingeniería biomédica hacia los funcionarios asistenciales de la institución garantizando la transferencia de conocimiento tanto en la capacitación como en el momento en que el personal lo requiera.

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos a partir del sistema de capacitación y evaluación se presentarán a continuación. El personal asistencial entre médicos, jefes de enfermería, auxiliares e internos representa un total de 237 posibles participantes, en la tabla V se registra la cantidad de participantes en cada una de las fases de este proyecto.

A partir de los resultados observados en la Tabla V, se puede afirmar que la participación del personal asistencial en cada una de las actividades fue menor o cercana a la mitad de la muestra total, donde en la primera evaluación se obtuvo una participación del 52,74%, en la capacitación de un 37,5%, en la segunda evaluación de un 46% y después de realizar el filtro de las personas que cumplieron con todos los requisitos, los cuales eran participar en las tres fases del proyecto, se obtuvo que solo el 32,1% del personal asistencial cumplió con la participación en las tres fases. Por tanto, los datos que se analizaron corresponden únicamente a ese 32,1% equivalente a una muestra de 76 personas que cumplieron a cabalidad cada una de las actividades que les fueron asignadas.

Tabla V
PARTICIPACIÓN POR CADA FASE DEL PROYECTO

Fase	Cantidad de participantes
Primera evaluación	125
Capacitación	89
Segunda evaluación	109
Capacitación, primera y segunda evaluación	76

Los resultados fueron presentados por categorías y equipos, el examen estuvo dividido en tres categorías diferentes y cada una de ellas tuvo un peso específico sobre el puntaje total de la prueba, como se observa en la Tabla VI.

Tabla VI
PUNTUACIÓN DE CADA CATEGORÍA

Categoría	Puntuación
Teoría	40 puntos
Manejo y Accesorios	50 puntos
Limpieza y Desinfección	10 puntos
Total	100 puntos

4.1. Primera evaluación

La primera evaluación sobre el correcto uso y manejo del desfibrilador, el monitor multiparámetros, el ventilador mecánico y el electrocardiógrafo, fue realizada por medio del software EasyLMS en dos franjas horarias (de 10:00am hasta la 01:00pm y de 02:00pm a 05:00pm) donde el tiempo promedio de respuesta fue de 22 minutos con 56 segundos, en esta fase del proyecto, se obtuvo una participación total de 125 personas, pero al realizar el filtro de cumplimiento de las tres fases, se reflejaran únicamente los resultados de los 75 participantes que cumplieron con una participación completa sobre el proyecto, en la

Tabla VII se puede observar el promedio de todas las respuestas obtenidas por equipo y por categoría.

A partir de los resultados obtenidos, respecto a la percepción de conocimientos sobre el correcto uso y manejo de los equipos, el desfibrilador presentó el promedio más alto, lo cual coincide con que es uno de los equipos más amigables con el usuario y del mismo modo es un equipo que se encuentra en cada uno de los servicios de la institución, el ventilador mecánico presentó el promedio más bajo debido a que esta tecnología no se encuentra en todos los servicios y generalmente son operados y manipulados únicamente por el personal de terapia respiratoria.

Los resultados para cada una de las categorías se analizaron dependiendo de la puntuación obtenida respecto a la máxima puntuación posible, como se observa en la tabla VII, para la parte teórica se obtuvo un puntaje de 27,5 respecto a 40 puntos posibles, es decir que a nivel porcentual esta categoría obtuvo una calificación de 68,7%, en la parte de manejo y accesorios se obtuvo un puntaje de 27,3 respecto a 50 puntos totales, lo que equivale a un 54,6% y en la limpieza y desinfección del equipo se obtuvo un puntaje de 61% respecto a un puntaje máximo de 10. Estos resultados nos indican que la categoría más alta fue la correspondiente a la teoría de los equipos y la más baja fue la del manejo y accesorios. Estos datos se tuvieron en cuenta como aspectos para mejorar al momento de la ejecución de la capacitación.

Tabla VII
RESULTADOS PRIMERA EVALUACIÓN

Equipo	Teoría (puntos)	Manejo y accesorios (puntos)	Limpieza y desinfección (puntos)	Total (puntos)
Desfibrilador	30,5	28,2	9,9	68,6
Electrocardiógrafo	28,8	29,9	2,4	61,1
Monitor multiparámetros	26,1	30,1	8,2	64,4
Ventilador mecánico	24,9	20,9	3,9	49,7
Promedio (puntos)	27,5	27,3	6,1	60,9

4.2. Capacitación

La capacitación se realizó de acuerdo con el plan de capacitación planteado en la metodología (ver Figura 5), inicialmente se realizaron tres sesiones de capacitación presencial (ver Anexo 5), pero finalmente se realizó una capacitación virtual debido a la poca disponibilidad del personal, ya que la mayoría de las capacitaciones se cruzaban con el cuadro de turnos de los trabajadores asistenciales.

Se realizó un énfasis en los temas a mejorar, definidos a partir de la primera evaluación y se abarcó todo lo correspondiente a la teoría, manejo, accesorios, limpieza y desinfección de cada equipo.

Para poder ejecutar la capacitación, se solicitó la disponibilidad del auditorio del hospital y el préstamo de los distintos equipos biomédicos con varios de los servicios, considerando que el hecho de retirarlos durante el tiempo que se estableció para la capacitación no afectara de ninguna manera al servicio ni pudiera poner en riesgo la atención integral de los pacientes.

La plataforma que se utilizó para las capacitaciones fue Microsoft Teams, y se estableció un horario donde la capacitación inició a las 10:00 am y finalizó a la 01:00 pm, el link de la capacitación fue compartido desde el área de ingeniería biomédica con los coordinadores de cada servicio y ellos se encargaron de enviar el enlace al personal asistencial.

Los equipos se expusieron en vivo, tratando de realizar el proceso lo más práctico posible debido a que según el artículo “aplicación de un modelo de capacitación para monitores de signos vitales” la formación práctica es la mejor opción para las capacitaciones porque genera mejores resultados en comparación con la formación teórica [9].

Luego de terminar la capacitación de cada equipo, se dispuso de un espacio de preguntas las cuales podían formularse desde el chat o activando el micrófono de cada participante y una vez se despejan todas las dudas se procedía con la explicación del siguiente equipo, la asistencia de la capacitación fue tomada directamente desde la plataforma virtual.

En general la jornada se desarrolló de manera satisfactoria tanto para el personal del área de ingeniería biomédica como para los asistentes a la capacitación; aunque algunos participantes tuvieron problemas con la conexión a internet y otros informaron que no pudieron ingresar al enlace.

4.3. Segunda evaluación

La segunda evaluación sobre el correcto uso y manejo del desfibrilador, el monitor multiparámetros, el ventilador mecánico y el electrocardiógrafo, fue realizada por medio del software EasyLMS en dos franjas de horarias (de 10:00am hasta la 01:00pm y de 02:00pm a 05:00pm) donde el tiempo promedio de respuesta fue de 14 minutos con 32 segundos. Se obtuvo una participación total de 109 personas, pero al realizar el filtro de cumplimiento, en la tabla VIII se reflejan los resultados de los 75 participantes que participaron en las tres fases, en esta tabla se observa el promedio de todas las respuestas obtenidas por equipo y categoría.

Los resultados de la segunda evaluación reflejaron una mejora en cuanto a los conocimientos sobre el correcto uso y manejo de los equipos biomédicos expuestos en la capacitación, esto en comparación con los resultados obtenidos en la primera evaluación.

El promedio total más alto por equipo fue el del desfibrilador y el más bajo fue el del ventilador mecánico, estos resultados coinciden con los resultados obtenidos en la primera evaluación, a pesar de que los promedios fueron distintos, la puntuación promedio obtenida por equipo se mantuvo con el mismo orden.

En cuanto a los resultados para cada una de las categorías, como se observa en la Tabla VIII, en la parte teórica se obtuvo un promedio de 32,5 respecto a 40 puntos posibles, lo cual equivale a un valor de 81,2%, la categoría de manejo y accesorios obtuvo un puntaje de 38,8 sobre 50 puntos posibles, lo que en valor porcentual equivale a un 77,6% y en la limpieza y desinfección se obtuvo un 8,3 de 10 puntos posibles, lo que equivale a un 83%. Estos resultados indican que la categoría más alta en la segunda evaluación pasó a ser la de limpieza y desinfección y la categoría de manejo y accesorios se mantuvo con la puntuación más baja.

Tabla VIII
RESULTADOS SEGUNDA EVALUACIÓN

Equipo	Teoría (puntos)	Manejo y accesorios (puntos)	Limpieza y desinfección (puntos)	Total (puntos)
Desfibrilador	35,1	38,6	10	83,7
Electrocardiógrafo	31,1	41,6	6,4	79,1
Monitor multiparámetros	30,7	39,5	9,7	79,9
Ventilador mecánico	33,4	35,5	7	75,9
Promedio (puntos)	32,5	38,8	8,3	79,6

4.4. Comparación de los resultados de la primera y segunda evaluación.

En la Figura 5, se encuentran el gráfico de columnas de los resultados clasificados por categorías obtenidos en la primera evaluación (E1) y en la segunda evaluación (E2), a partir de estos resultados se observó que todas las categorías obtuvieron un mayor puntaje en la segunda evaluación, para la parte teórica hubo un aumento de 5 puntos lo que equivale a un 12,5%, en el manejo y accesorios el puntaje aumentó 11,5 puntos equivalente a un 23% y en la categoría de limpieza y desinfección hubo un aumento de 2,2 puntos equivalente a un valor porcentual de 22%

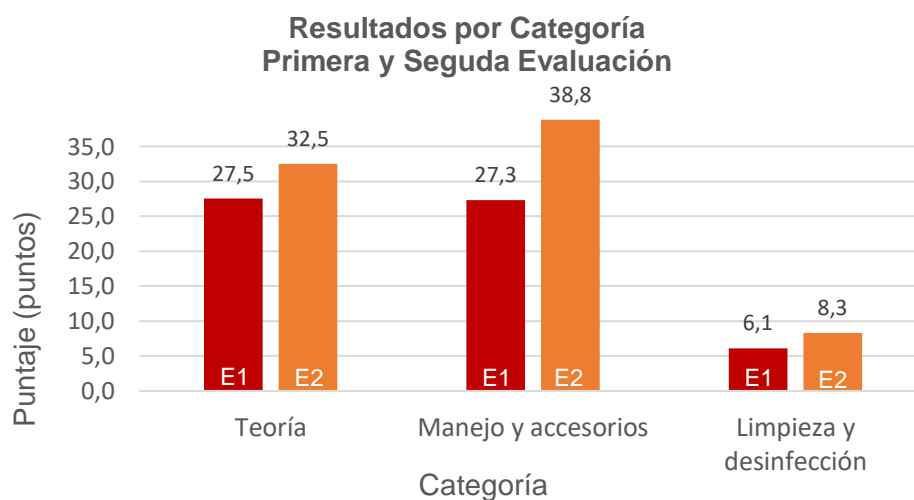


Figura 5. Gráfico de columnas de los resultados obtenidos en cada una de las categorías en la primera y segunda evaluación.

En la Figura 6, se observan los resultados obtenidos en la primera y segunda evaluación, diferenciados por equipo, de esta manera el equipo con el menor puntaje en la primera evaluación fue el ventilador mecánico y el equipo con el mayor puntaje fue el desfibrilador, para la segunda evaluación el equipo con el menor puntaje siguió siendo el ventilador y el equipo con el mayor puntaje continuó siendo el desfibrilador. En el caso del monitor multiparámetros, hubo un aumento en su puntaje de 15,6, el desfibrilador aumentó 15,1 puntos, el electrocardiógrafo aumentó 18 puntos y el ventilador mecánico aumento 26,2 puntos, a partir de estos resultados se puede deducir que a pesar de que el ventilador mecánico fue el equipo con el menor puntaje para ambas evaluaciones, este presentó la mayor diferencia entre la primera y segunda evaluación, en general todos los equipos presentaron un mejor puntaje en la evaluación realizada después de la capacitación, demostrando que sí hubo una buena recepción de la información por parte del personal asistencial.

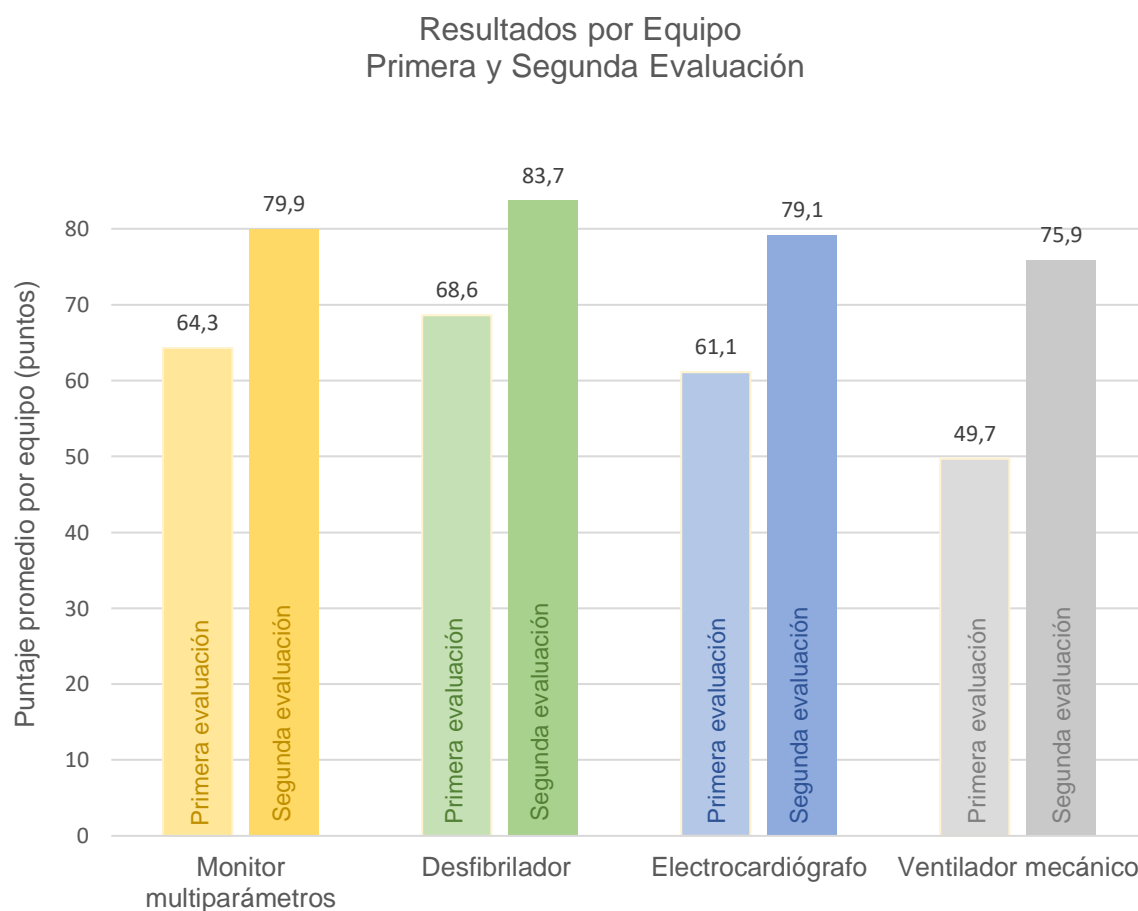


Figura 6. Gráfico de columnas de los resultados obtenidos por equipo en la primera y segunda evaluación.

En la Figura 7, se pueden observar los resultados generales que se obtuvieron tanto en la primera como en la segunda evaluación, estos resultados hacen referencia al puntaje promedio de los cuatro equipos evaluados y muestran un aumento de 19 puntos para la segunda evaluación, este valor coincide con el propósito de la capacitación que era mejorar

el nivel de conocimiento en cuanto al correcto uso y manejo de los equipos biomédicos de la institución.

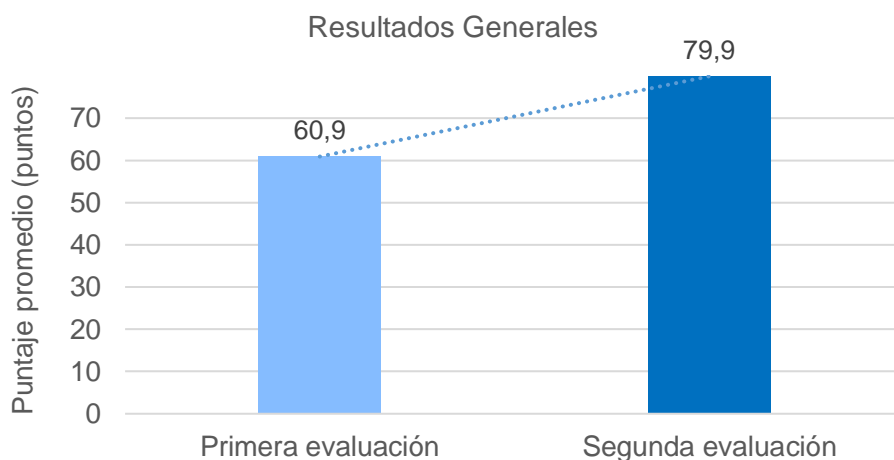


Figura 7. Gráfico de columnas de los resultados generales obtenidos en la primera y segunda evaluación.

4.5. Visualización de los resultados de la primera y segunda evaluación por medio del diagrama de caja y bigotes

En la Tabla IX, se encuentran los estadísticos calculados a partir del programa SPSS al momento de graficar los diagramas de caja y bigotes. En esta tabla se registraron las muestras relacionadas con las evaluaciones que se realizaron para los cuatro equipos biomédicos, junto con el análisis de los resultados generales, todo esto tanto para la primera como para la segunda evaluación. Para cada muestra se pudo identificar el valor mínimo y máximo de la puntuación obtenida y los percentiles que son, el percentil 25, el percentil 50 y el percentil 75, estos son equivalentes al cuartil 1 (Q1), cuartil 2 (Q2) correspondiente a la mediana de los datos y cuartil 3 (Q3), respectivamente. Esta información permite describir varias de las características importantes como la dispersión y la simetría de los datos.

Tabla IX
ESTADÍSTICOS DE LOS DIAGRAMAS DE CAJA Y BIGOTES

	Monitor Multiparámetros		Desfibrilador		Electrocardiógrafo		Ventilador		Resultados Generales		
	Primera evaluación	Segunda evaluación	Primera evaluación	Segunda evaluación	Primera evaluación	Segunda evaluación	Primera evaluación	Segunda evaluación	Primera evaluación	Segunda evaluación	
Mínimo	0	0	30	40	40	40	0	0	25	27,5	
Máximo	100	100	100	100	90	100	100	100	92,5	100	
Percentiles	25	50	70	60	80	50	70	30	60	52,5	72,5
	50	70	80	70	90	60	80	50	80	62,5	82,5
	75	80	100	80	90	70	90	70	100	72,5	92,5

En la Figura 8, se observa el diagrama de caja y bigotes de los resultados correspondientes a la primera y segunda evaluación del monitor multiparámetros. En cuanto

a la primera evaluación, se obtuvieron cuatro valores atípicos, es decir que estos datos no se encontraban dentro del límite de prolongación definido por los bigotes de las cajas, son datos que se encuentran muy alejados de los demás, el Q1 tuvo un valor de 50, la mediana de 70 y el Q3 un valor de 80. Para la segunda evaluación solo se obtuvo un valor atípico y los valores de Q1, Q2 y Q3 fueron 70, 80 y 100 respectivamente.

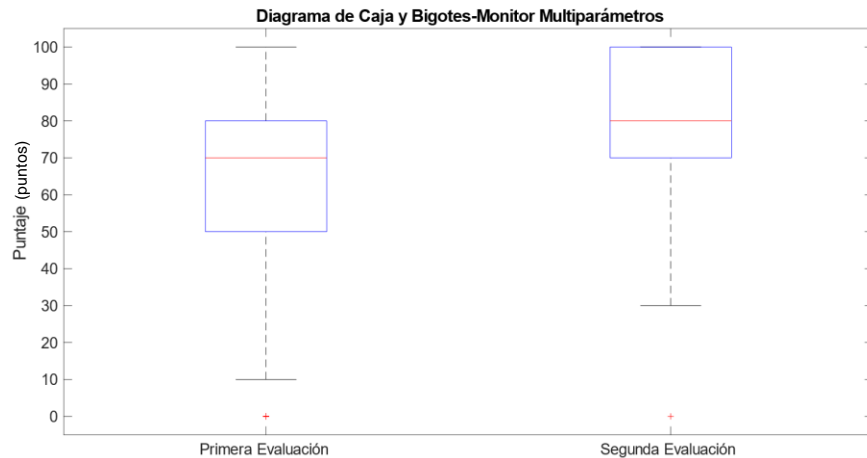


Figura 8. Diagrama de caja y bigotes de los resultados de la primera y segunda evaluación del monitor multiparámetros.

En la Figura 9, se encuentra el diagrama de caja y bigotes de los resultados del desfibrilador, se observa que para la primera evaluación los datos se encontraban mas dispersos que en la segunda evaluación, las medianas para estas cajas difieren en un valor de 20 puntos, el rango intercuartil que corresponde a la resta de Q3-Q1 es menor para la segunda evaluación, se hallaron ocho valores atípicos y se observa que la mediana tiene el mismo valor que el Q3.

En la Figura 10, está el diagrama de caja y bigotes que contiene los resultados para la primera y segunda evaluación del electrocardiograma, para este caso no se encontraron valores atípicos, ambos diagramas tienen como valor mínimo 40 pero el valor máximo en la primera evaluación es de 90 y en la segunda es de 100. A partir la ubicación del Q3 se pudo determinar que el 75% de los datos se encuentra entre 40 y 70 para la primera evaluación y que en la segunda evaluación este rango se eleva hasta 90, lo cual también permite inferir que hubo un aumento en la puntuación despues de la capacitación.

En la Figura 11, se visualiza el diagrama de caja y bigotes con la información del los resultados obtenidos para el ventilador mecánico, el rango en ambos casos va de 0 a 100 puntos y el rango intercuartil también es el mismo para la primera y para la segunda evaluación. La diferencia mas significativa en este caso es la ubicación de la mediana de los datos, donde para la primera evaluación esta se encuentra en 50 y para la segunda en 80, a partir de esta información se pudo concluir que el ventilador mecánico fue el equipo con el mayor aumento en la calificación de la segunda evaluación comparandolo con la primera.

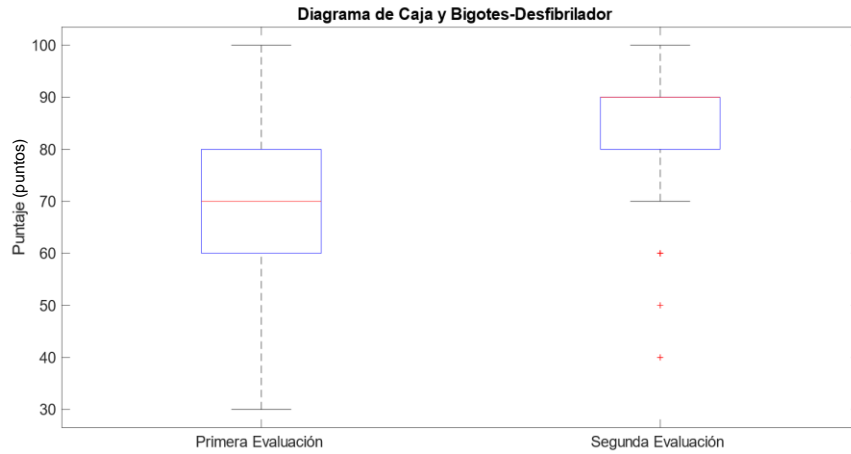


Figura 9. Diagrama de caja y bigotes de los resultados de la primera y segunda evaluación del desfibrilador.

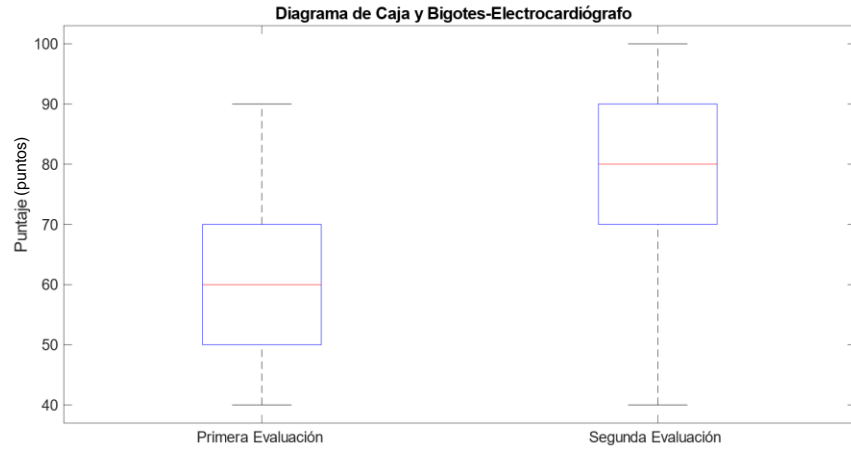


Figura 10. Diagrama de caja y bigotes de los resultados de la primera y segunda evaluación del electrocardiógrafo.

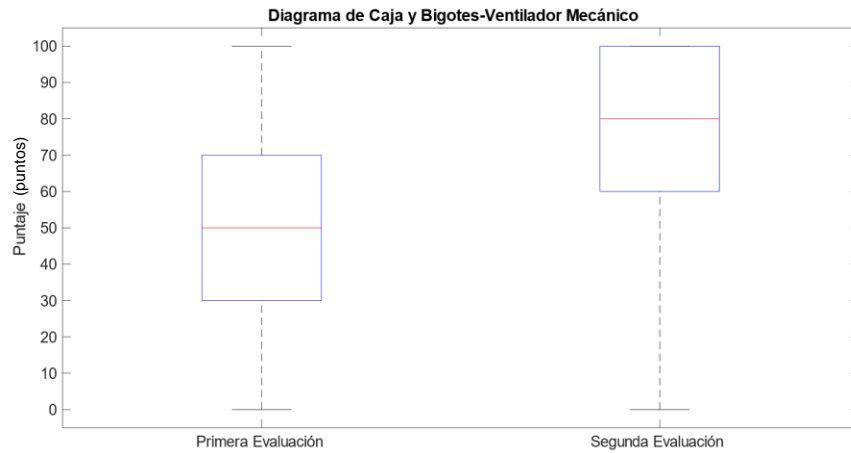


Figura 11. Diagrama de caja y bigotes de los resultados de la primera y segunda evaluación del ventilador mecánico.

En la Figura 12, se encuentra el diagrama de caja y bigotes correspondiente a los resultados generales que se obtuvieron en la primera y en la segunda evaluación. Se puede observar que la mediana de los resultados generales aumentó en la segunda evaluación, la cual corresponde a la prueba que se realizó para medir la adquisición de conocimientos después de realizar el proceso de capacitación al personal asistencial, el hecho de que la mediana haya aumentado, significa que la mayoría de los datos tuvieron un aumento. Los datos del rango intercuartil en la segunda evaluación se encuentran por encima de un puntaje de 72,5 a diferencia de los datos del rango intercuartil de la primera evaluación que se encuentran por debajo de este valor. Por tanto se tiene que hubo una mejora en los promedios de calificación y que el proceso de capacitación sí influyó con los resultados generales.

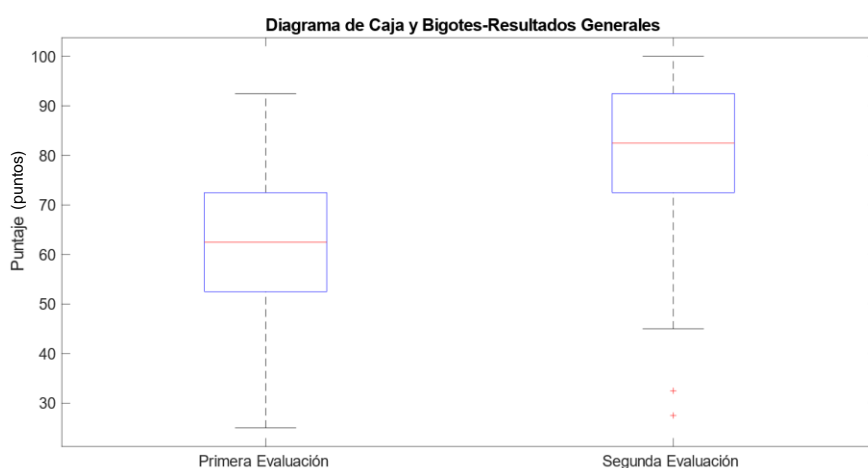


Figura 12. Diagrama de caja y bigotes de los resultados generales de la primera y segunda evaluación.

4.6. Prueba de normalidad

Para la comparación de la primera y segunda evaluación inicialmente se realizó una prueba de normalidad sobre los resultados generales con una muestra de 75 personas, correspondientes a los participantes que cumplieron con la participación en las tres fases del proyecto, para ello se implementó el programa estadístico SPSS y debido a que el tamaño de la muestra era superior a 30, se decidió realizar la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov. Para poder determinar si los datos presentaban o no una distribución normal, se plantearon las siguientes hipótesis:

- ✓ H_0 (hipótesis nula): Los datos provienen de una distribución normal.
- ✓ H_1 (hipótesis alternativa): Los datos NO provienen de una distribución normal.

Una vez se plantearon las hipótesis, se definió un valor de alfa de 0,05 equivalente a un 5% y se definió un intervalo de confianza del 95%.

En la Tabla X se encuentran los resultados de la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov arrojados por el programa SPSS, algunos de los datos que se observan en la tabla son la media de los puntajes para cada evaluación, donde la media de la segunda evaluación fue mayor que la de la primera evaluación, lo cual indica que sí hubo un aumento en cuanto a los valores del puntaje general, también se tiene la desviación, la cual es similar para ambos casos y finalmente se encuentra el p-valor para cada una de las evaluaciones, el p-valor para la primera evaluación fue de $0,2 > 0,05$ y por consiguiente se aceptó la hipótesis nula, es decir que los datos sí provienen de una distribución normal, el p-valor para la segunda evaluación fue de $0,004 < 0,05$ es decir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa la cual indicó que los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla X
PRUEBA DE NORMALIDAD KOLMOGOROV-SMIRNOV

		Resultados Primera evaluación	Resultados Segunda evaluación
N		76	76
Parámetros normales	Media	60,921	79,638
	Desviación	14,7978	15,7147
Estadístico de prueba		,074	,127
Sig. asintótica(bilateral)		,200	,004

Debido a que los datos de la segunda evaluación no provienen de una distribución normal, y a partir de los criterios de selección para la prueba estadística de la Tabla IV, se decidió realizar la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para comparar si existen diferencias significativas en los puntajes generales de las dos muestras relacionadas.

4.7. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

En la Tabla XI se encuentran los resultados que se obtuvieron en la prueba de rangos en SPSS, estos permiten observar el comportamiento general de los datos en cuanto a todos los posibles casos que se presentaron al momento la comparación de los puntajes generales de la primera y segunda evaluación. Los rangos negativos indican la cantidad de resultados que fueron menores en la segunda evaluación respecto a la primera, en este caso fueron 7, estos son datos que inicialmente no se esperaban obtener ya que la finalidad de la fase de capacitación era que los puntajes aumentaran y no que disminuyeran. Los rangos positivos hacen referencia a cantidad de datos que fueron mayores en la segunda evaluación, en este caso se obtuvo un total de 65 rangos positivos, esta es una cifra positiva para el modelo de capacitación que se implementó, debido a que de las 76 personas que participaron el 85,5% de ellas mejoraron su puntaje general en cuanto a la evaluación de conocimientos sobre el correcto uso y manejo de los equipos biomédicos.

Finalmente, los empates son la cantidad de puntajes que mantuvieron el mismo valor en la primera y en la segunda evaluación que en este caso fueron 4.

Tabla XI
PRUEBA DE RANGOS

		N
Resultados Primera y Segunda Evaluación	Rangos negativos	7
	Rangos positivos	65
	Empates	4
	Total	76

La prueba de rangos con signo de Wilcoxon se realizó con el fin de comparar las medianas de los resultados generales de las dos evaluaciones y así determinar si existía una diferencia significativa entre ambas muestras. Para ello se plantearon las siguientes hipótesis:

- Hipótesis de investigación: Existen diferencias significativas entre las medidas de las medianas de los resultados generales antes y después de realizar la capacitación al personal asistencial.
- ✓ H_0 (hipótesis nula): No existen diferencias significativas entre las medidas de las medianas de los resultados generales de la primera y segunda evaluación.
- ✓ H_1 (hipótesis alternativa): Existen diferencias significativas entre las medidas de las medianas de los resultados generales de la primera y segunda evaluación.

Una vez se plantearon las hipótesis, se definió un valor de alfa de 0,05 equivalente a un 5% y se definió un intervalo de confianza del 95%.

En la Tabla XII se observa el p-valor que se obtuvo luego de realizar la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para la comparación de medianas entre los datos de la primera y la segunda evaluación, el p-valor fue $0 < 0,05$ y por lo tanto se decidió rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, es decir, que sí existen diferencias significativas entre las medidas de las medianas de los resultados generales de la primera y segunda evaluación, al rechazar la hipótesis nula, se pudo determinar que la diferencia entre las muestras no se debe al azar ya que las diferencias son estadísticamente significativas.

Tabla XII
PRUEBA DE RANGOS CON SIGNO DE WILCOXON

		Resultados Primera y Segunda Evaluación
Z		-6,729
Sig. asintótica(bilateral)		,000

4.8. Comparar la cantidad de llamados al área de ingeniería biomédica antes y después de capacitar

La comparación de la cantidad de llamados al departamento de ingeniería biomédica se realizó mediante el registro de estos durante los meses de septiembre y octubre, en el mes de septiembre se registraron 34 llamados, principalmente por problemas de configuración y de accesorios. La capacitación se realizó en la última semana de septiembre con el fin de contrarrestar este valor con los llamados que se realizaron en octubre, durante este mes se registraron 13 (ver Figura 13), los cuales estaban relacionados con algunos problemas en cuanto al manejo de los equipos y sus accesorios.

De este modo, los llamados al área de ingeniería biomédica tuvieron una reducción del 61,8%. Este porcentaje de mitigación es favorable en cuanto al objetivo de este proyecto, ya que hubo una reducción de más del 50% de los llamados, demostrando que el modelo de capacitación implementado sirvió como herramienta de mejora en los procesos internos de la institución.

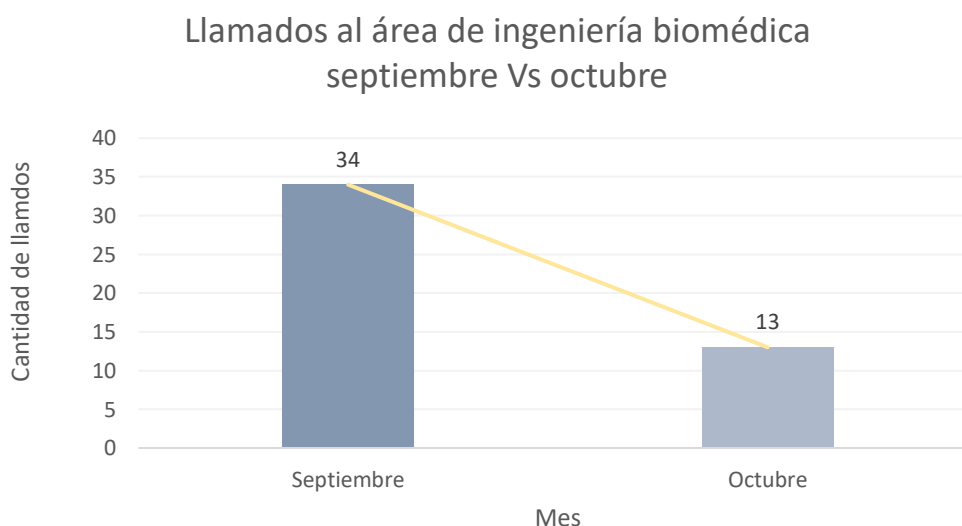


Figura 13. Gráfico de columnas de la cantidad de llamados al área de ingeniería biomédica.

4.9. Digitalización de las capacitaciones

Con el fin de crear un material de apoyo para el proceso de las capacitaciones sobre el correcto uso y manejo de los equipos biomédicos del hospital, se decidió llevar a cabo el proceso de digitalización de las capacitaciones. Para ello se creó una página en YouTube y se realizó un video por tecnología, en cada uno de los videos se abarcaron los temas teóricos, de manejo, accesorios, limpieza y desinfección.

En el Anexo 6, se encuentran los enlaces de acceso para cada uno de los videos. Estos fueron compartidos con cada uno de los coordinadores de los servicios, quienes se

encargaron de compartir los links con el personal asistencial. El acceso de visualización se dejó público debido a que lo ideal es que este material sirva como apoyo de resolución de dudas y permita una transferencia de conocimiento siempre que se requiera. La información de fue plasmada de manera breve y clara, resumiendo el contenido general implementado en el modelo de capacitación.

5. DISCUSIÓN

Dando cumplimiento con el decreto número 4715 de 2005 del ministerio de la protección social y como apoyo con el propósito de la institución para generar estándares de calidad y seguridad, se realizó el proceso de evaluación y capacitación al personal asistencial del hospital. A partir de la prueba estadística aplicada en la comparación de resultados, se rechazó la hipótesis nula, y se aceptó la hipótesis alternativa, afirmando que existen diferencias significativas, con un p-valor de $0,0 < a 0,05$, entre la primera y segunda evaluación, esto significa que el proceso de capacitación es esencial para mejorar los conocimientos y el aprendizaje sobre el correcto uso y manejo de los equipos biomédicos.

De acuerdo con los resultados de la primera evaluación, se evidenció que la tecnología con el menor puntaje fue el ventilador mecánico y que el desfibrilador fue el equipo con el puntaje más alto; de igual manera se evidenció que la categoría más baja fue la de manejo y accesorios y la más alta fue la de la teoría relacionada con los equipos. Estos resultados se usaron como herramienta al momento de realizar la capacitación, debido a que se dio un mayor nivel de importancia a aquellos aspectos que se encontraban con los puntajes más bajos.

En la segunda evaluación, la cual fue realizada después de la capacitación, se obtuvo que los equipos con el menor y el mayor puntaje seguían siendo el ventilador mecánico y el desfibrilador, respectivamente; los puntajes obtenidos por categorías sí tuvieron una variación, en este caso la categoría más alta fue la de limpieza y desinfección y la categoría de manejo y accesorios fue la que tuvo el menor puntaje.

A pesar de que el ventilador mecánico fue el equipo con los puntajes más bajos para la primera y segunda evaluación, también fue el equipo que tuvo el mayor aumento en su calificación promedio después de la capacitación. En general hubo una alta mejora en todos los conocimientos adquiridos después del proceso de capacitación demostrando que esta herramienta es fundamental para garantizar una atención con altos estándares de calidad y seguridad para el paciente.

En el artículo "*Diseño de herramientas que contribuyan al proceso de capacitación en el uso seguro de equipos biomédicos de la clínica nuestra señora de los remedios*", se eligieron los mismos equipos evaluados en este proyecto, debido a que se evidenciaron problemas durante su uso y se desarrolló una evaluación para verificar la efectividad de las herramientas diseñadas, tales como guías de manejo y capacitaciones. En el artículo, las capacitaciones se realizaron de manera presencial y el puntaje de calificación estuvo por encima de 70. En comparación con los resultados obtenidos en el presente proyecto, donde el promedio de calificación de la segunda evaluación fue de 79,9, se puede decir que los resultados obtenidos entre estos dos trabajos son similares. Finalmente, para obtener valores de calificación más altos (entre 90 y 100 puntos), sería necesario capacitar al personal asistencial al menos dos veces al año, puesto que, la mayoría de las instituciones lo programa anualmente [15].

En referencia a lo anteriormente mencionado, el sistema de digitalización de las capacitaciones sirve como herramienta de apoyo para reforzar conocimientos y resolver dudas para permitir que el personal asistencial recurra a los videos del correcto uso y manejo de los equipos cada vez que lo requiera.

Este proyecto no solo redujo la cantidad de llamados al área de ingeniería biomédica, sino que también, generó una gran aceptación por parte de los trabajadores asistenciales que participaron en el proceso de evaluación y capacitación, quienes sintieron que fue una experiencia muy enriquecedora a nivel personal y profesional. Por parte de los coordinadores de cada área y del cuerpo administrativo, hubo un gran nivel de satisfacción con el proceso que se llevo a cabo, tanto, que se tomó la desición de dar un reconocimiento a las personas que obtuvieron una calificación general de 100 puntos, tras responder la segunda evaluación (Ver Anexo 7).

6. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Este sistema de evaluación y capacitación se puede sumar al proceso de inducción que se realiza para el personal nuevo de la institución. Asegurando, que ingresen a trabajar con un alto nivel en cuanto a conocimientos sobre el correcto uso y manejo de los equipos biomédicos y que, en efecto, se logren optimizar los procesos de atención y se logre garantizar que todo el personal asistencial esté altamente calificado.

La disponibilidad del personal asistencial, en cuanto al horario en que se desarrollan estas actividades se encuentra muy limitado. Es por esta razón que para hacer que la participación de la población sea de un 100%, se debería implementar un modelo de capacitación que combine la modalidad virtual con la presencial y de esta manera brindar más flexibilidad con la disposición del tiempo; en ese orden de ideas, se podrían realizar varias jornadas teóricas de acceso remoto y realizar la parte práctica directamente en los servicios.

Este proyecto podría ampliarse en cuanto a la investigación sobre el impacto que generaría el hecho de capacitar al personal asistencial y asociarlo con la comparación de la cantidad de mantenimientos correctivos que se realizan anualmente en la institución.

Durante el proceso de revisión literaria, no se encontró ninguna investigación que estuviera directamente relacionada con la cantidad de incidentes y eventos adversos asociados a equipos biomédicos dentro de una institución prestadora de servicios de salud en Colombia. Es por esto mismo que se propone realizar un proyecto que evalúe la efectividad de implementar un modelo de capacitación y el impacto que puede llegar a tener en cuanto a la ocurrencia de estos incidentes y eventos adversos.

7. CONCLUSIONES

El desarrollo e implementación de un sistema de evaluación y capacitación de conocimientos sobre el correcto uso y manejo de equipos biomédicos demostró ser una herramienta de gran importancia en cuanto al mejoramiento de los procesos de atención en cada servicio, debido a que hubo un aumento significativo en cuanto a los niveles de conocimiento sobre el correcto uso y manejo de estas tecnologías y al mismo tiempo hubo una disminución en la cantidad de llamados al área de ingeniería biomédica, lo cual sirve como indicador de que se generó una mejora en cuanto a los procesos de manipulación de los equipos en cada servicio.

Antes de aplicar el modelo de evaluación y capacitación fue de gran importancia identificar la población hacia la que dicho modelo iba dirigido, debido a que esto afectaba directamente los temas y equipos que se iban a abarcar.

Gracias a la realización de una primera evaluación, se pudo obtener una idea general sobre la percepción de conocimientos que se tenía sobre el correcto uso y manejo de los equipos biomédicos y de esa manera identificar los diferentes temas a enfatizar en el modelo de capacitación que se implementó.

Por medio de la segunda evaluación, se logró medir la adherencia de la transferencia de conocimientos, y a partir de esto se logró realizar una comparación entre el nivel que se tenía antes de la capacitación y el que se logró después de esta.

Se logró identificar que al realizar la implementación de un sistema de evaluación y capacitación hubo una disminución en la cantidad de llamados al área de ingeniería biomédica, debido a que se adquirieron conocimientos sobre el correcto uso y manejo de los equipos evitando los inconvenientes generados por configuración, manejo y limpieza.

La implementación de un sistema de capacitación virtual generó un impacto positivo respecto a la resolución de dudas sobre el correcto uso y manejo de los equipos biomédicos, debido a que se digitalizó el contenido de las capacitaciones con la opción de libre acceso para el personal asistencial de la institución.

REFERENCIAS

- [1] *Decreto número 4725 de 2005*, 2005.
- [2] V. E. I. Palacios, *Manual de Fortalecimiento de la Red Hospitalaria*, Ciudad de Guatemala, 2018.
- [3] M. Gaitan González y M. Ortiz Posadas, «Difusión de la ingeniería clínica en eventos académicos,» *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, vol. 28, nº 1, pp. 7-12, 2007.
- [4] A. García Martínez, «Control de las funciones operativas de un Departamento de Ingeniería Biomédica,» *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, vol. XXVIII, nº 1, pp. 13-20, 2007.
- [5] Secretaría de Salud, *Guía Tecnológica No. 13: Monitor de Signos Vitales*, Ciudad de México, 2005.
- [6] Fundación Española del Corazón, «Fundación Española del Corazón,» [En línea]. Available: <https://fundaciondelcorazon.com/informacion-para-pacientes/tratamientos/desfibrilador.html>. [Último acceso: 2020 Noviembre 8].
- [7] Material Médico, «MaterialMédico.org,» [En línea]. Available: <https://materialmedico.org/electrocardiografo/>. [Último acceso: 7 Noviembre 2020].
- [8] America Thoracic Society, *Ventilación Mecánica*, New York, 2005.
- [9] C. Arcila, V. Montes y J. Barrenche, «Application of a Vital Signs Monitor Usage Training Model,» *Revista Ingeniería Biomédica*, vol. XI, nº 22, pp. 45-51, 2017.
- [10] L. Echeverry, J. Garcia y J. Barrenche, «Diseño de modelo de capacitación en procesos asistenciales relacionados con dispositivos médicos,» *Revista Ingeniería Biomédica*, vol. X, nº 20, pp. 27-34, 2016.
- [11] G. Franco, D. Jaramillo y J. Barrenche, «Modelo de capacitación de tecnología biomédica para clínicas y hospitales de tercer nivel, enfocado en personal asistencial,» *Revista Ingeniería Biomédica*, vol. IX, nº 18, pp. 139-144, 2015.
- [12] B. A. Guerrero Pazmiño y M. L. Llanos Rodriguez, *Desarrollo de un programa de capacitación virtual en el uso seguro de equipos biomédicos de alto impacto para el personal de salud de la fundación valle del lill.*, Cali, 2019.
- [13] E. E. P. Horna, *Nivel de capacitación del personal y calidad de atención al usuario en el Servicio de Cirugía*, Chimbote, 2017.
- [14] J. A. Aquino, *Percepción sobre la herramienta tecnológica Chamilo para la capacitación en el Hospital Cayetano Heredia*, Lima, 2018.
- [15] J. Garcia Gutierrez y M. C. Mavesoy Pastrana, *Diseño de herramientas que contribuyan al proceso de capacitación en el uso seguro de equipos biomédicos de la clínica nuestra señora de los remedios*, Cali, 2018.
- [16] L. Z. Huacac, *Capacitación profesional y desempeño laboral de los tecnólogos médicos de radiología de la Clínica Internacional*, Lima, 2019.
- [17] P. J. Porte, J. M. D.M., L. M. Verweij, M. C. de Bruijne, C. P. Van de Vleuten y C. Wagner, «Hospitals need more guidance on implementing guide lines for the safe use of medical devices,» *Health Policy and Technology*, vol. 7, nº 10, pp. 166-172, 2018.
- [18] N. Martinez Castellanos y A. K. Mendez Garay, *Implementación de un protocolo de capacitación virtual de tecnología biomédica para el personal asistencial del servicio de urgencias del hospital universitario mayor - méderi*, Bogota: Publicaciones Universidad del Rosario, 2020.
- [19] E. Flores, M. Miranda, Novales y M. Villasís, «El protocolo de investigación vi: cómo elegir la prueba estadística adecuada. estadística inferencial», *Revista Alergia México*. 2017;64(3):364-370.

ANEXOS

Anexo 1: Evaluación monitor multiparámetros.



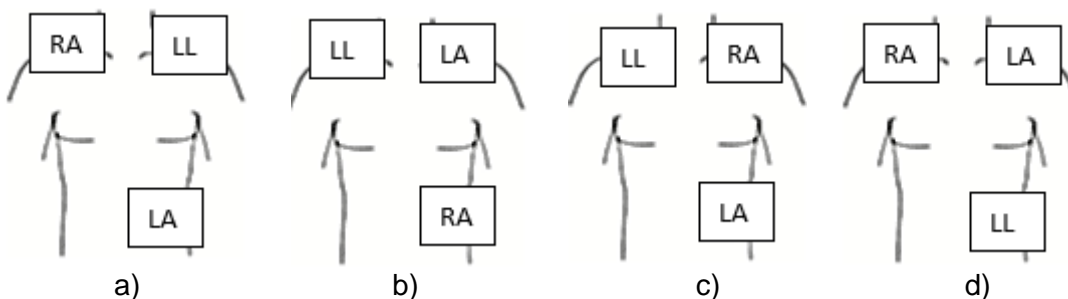
Evaluación sobre el correcto uso y manejo del monitor multiparámetros



Nombre: _____ Fecha: _____
Cargo: _____ Servicio: _____

A continuación, encontrará 10 preguntas de selección múltiple relacionadas con el correcto uso y manejo del monitor multiparámetros divididas de la siguiente manera: 4 hacen referencia a la teoría del equipo, 5 al manejo y sus accesorios y 1 a la limpieza y desinfección del equipo, cada una de ellas tiene un valor de 10 puntos.

- 1. ¿Cuál es la fuente de alimentación interna del equipo?**
 - a) La fuente de alimentación AC
 - b) La batería de soporte
 - c) El cable de ECG
 - d) Ninguna de las anteriores
- 2. ¿Qué significa NIBP?**
 - a) Presión barométrica pulmonar
 - b) Presión invasiva
 - c) Nivel interno de presión
 - d) Presión no invasiva
- 3. ¿Qué se mide en el parámetro de capnografía?**
 - a) La presión parcial de dióxido de carbono
 - b) La saturación de oxígeno
 - c) La temperatura
 - d) La frecuencia respiratoria
- 4. Seleccione la manera correcta de posicionar los electrodos del cable de ECG de 3 derivaciones en el paciente.**



5. Uno de los siguientes accesorios NO hace parte de un monitor de signos vitales.

- a) Sensor de SpO₂
- b) Manguera y brazalete de NIBP
- c) Electrodo para extremidades (clamps) x4
- d) Sensor de temperatura

6. ¿Cuál de los siguientes parámetros NO se observa en la pantalla del monitor multiparámetros?

- a) ECG
- b) FiO₂
- c) SpO₂
- d) Temperatura

7. ¿Para qué tipo de paciente está diseñado el equipo?

- a) Adulto
- b) Pediátrico
- c) Neonatal
- d) Todas las anteriores

8. ¿Cuál de los siguientes símbolos se observa iluminado en el equipo cuando este se encuentra conectado a la red eléctrica?



a)



b)

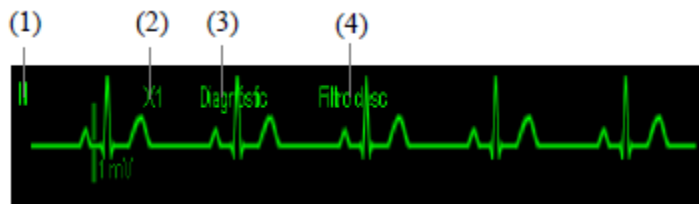


c)



d)

9. A continuación, se observa la descripción de la pantalla de ECG. Seleccione el número que hace referencia a la etiqueta de la derivación de la onda mostrada.



10. De las siguientes acciones indique cuál NO se debe realizar al momento de limpiar y desinfectar el equipo:

- a) Desconectar el equipo de la red eléctrica
- b) Frotar uniformemente con un paño humedecido con líquido desinfectante
- c) Agregar líquido directamente sobre el equipo y frotar con un paño seco
- d) Realizar limpieza de accesorios por separado

Anexo 2: Evaluación ventilador mecánico.



Evaluación sobre el correcto uso y manejo del ventilador mecánico



Nombre: _____ Fecha: _____
Cargo: _____ Servicio: _____

A continuación, encontrará 10 preguntas de selección múltiple relacionadas con el correcto uso y manejo del ventilador mecánico divididas de la siguiente manera: 4 hacen referencia a la teoría del equipo, 5 al manejo y sus accesorios y 1 a la limpieza y desinfección del equipo, cada una de ellas tiene un valor de 10 puntos.

1. **¿Cuál es la función principal de la ventilación mecánica?**
 - a) Reemplazar la actividad fisiológica de los riñones
 - b) Detectar los latidos del corazón
 - c) Inyectar fluidos, medicamentos o nutrientes en el sistema circulatorio del paciente
 - d) Ayudar al paciente a respirar hasta en un 100%

2. **¿Cómo se obtiene el volumen tidal o volumen corriente?**
 - a) Multiplicando el volumen minuto por la cantidad de respiraciones por minuto
 - b) Sumando el peso ideal con la presión inspiratoria pico
 - c) Multiplicando el peso ideal del paciente por una constante entre 6 y 8
 - d) Restándole la estatura del paciente a la fracción inspirada de oxígeno

3. **¿Qué significa SIMV?**
 - a) Sistema Intravenoso manual ventilatorio
 - b) ventilación mandatoria intermitente sincronizada
 - c) Ventilación asistida controlada
 - d) Ninguna de las anteriores

4. **¿Cuáles son las variables ventilatorias?**
 - a) Volumen, presión, flujo y tiempo
 - b) Temperatura, volumen, presión y flujo
 - c) Presión, velocidad, tiempo y volumen
 - d) Todas las anteriores

5. **¿Cuál es la presión mínima de operación del ventilador?**
 - a) 120 Psi
 - b) 10 Psi
 - c) 50 Psi
 - d) 80 Psi

6. **¿Cuál es el color de la manguera de aire medicinal?**

- a) Negro
- b) Blanco
- c) Verde
- d) Amarillo

7. ¿Cuál es la fuente de alimentación eléctrica externa de los ventiladores?

- a) fuente de alimentación AC (cable AC o cable de poder)
- b) Fuente de alimentación DC (batería de soporte)
- c) Bala de oxígeno
- d) Bala de aire medicinal

8. ¿Cuál de los siguientes NO es un parámetro de un ventilador mecánico?

- a) PEEP (presión positiva al final de la expiración)
- b) I:E (relación inspiración-expiración)
- c) VT (volumen tidal o corriente)
- d) SpO₂ (saturación de oxígeno)

9. ¿Cuál es el modo ventilatorio que se usa para el destete del paciente?

- a) PCV
- b) SIMV
- c) AC
- d) CPAP

10. Seleccione cuál es la válvula que se desmonta para esterilizar

- a) válvula espiratoria
- b) Válvula inspiratoria
- c) Válvula de seguridad
- d) Sensor de flujo

Anexo 3: Evaluación electrocardiógrafo.



Evaluación sobre el correcto uso y manejo del electrocardiógrafo

Nombre: _____ Fecha: _____
Cargo: _____ Servicio: _____

A continuación, encontrará 10 preguntas de selección múltiple relacionadas con el correcto uso y manejo del electrocardiógrafo, divididas de la siguiente manera: 4 hacen referencia a la teoría del equipo, 5 al manejo y sus accesorios y 1 a la limpieza y desinfección del equipo, cada una de ellas tiene un valor de 10 puntos.

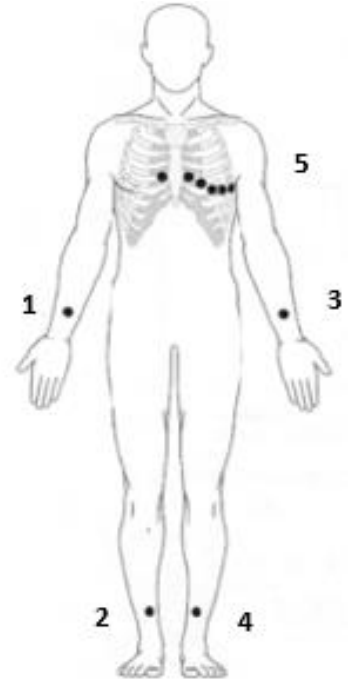
1. ¿Qué se registra en un electrocardiograma?

- a) La actividad eléctrica de los músculos

- b) La actividad eléctrica cerebral
- c) La actividad eléctrica del corazón
- d) Ninguna de las anteriores

2. A partir del orden numérico, seleccione la manera correcta de posicionar los 10 electrodos para tomar un electrocardiograma.

- a) V1-V6, RA, LA, RL, LL
- b) RA, LA, RL, LL, V1-V6
- c) LA, LL, RA, RL, V1-V6
- d) RA, RL, LA, LL, V1-V6



3. A partir del orden numérico, seleccione la manera correcta de etiquetar cada una de las ondas del ECG.



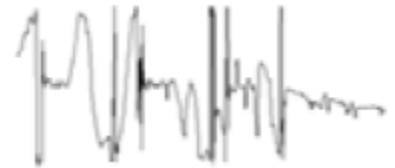
- a) S, T, Q P, R
- b) P, Q, R, S, T
- c) Q, S, P, T, R
- d) T, S, R, Q, P

4. ¿En qué unidades se da la velocidad del papel de la impresora del ECG?

- b) En segundos
- c) En horas
- d) En milisegundos
- e) En milímetros sobre segundos

5. Cuando se observa una señal de este tipo se debe a:

- e) Que el paciente tiene un marcapasos
- f) Que los electrodos son nuevos
- g) Que es una señal normal de ECG
- h) Que los electrodos están sueltos o secos



6. Uno de los siguientes accesorios NO hace parte de un electrocardiógrafo:

- a) Cable AC
- b) Papel térmico
- c) Cartucho de tinta negra para la impresión
- d) Batería de litio

7. ¿Cuántas derivaciones se imprimen en modo automático?

- a) 5
- b) 3

- c) 12
- d) 10

8. **La batería de soporte del electrocardiógrafo sirve para:**
- a) Ayudar al equipo a que trabaje más rápido
 - b) Mejorar los parámetros que arroja el equipo
 - c) Ayudar a que el equipo funcione sin estar conectado a la red eléctrica
 - d) Cargar el equipo

9. **¿Cuántos modos de impresión tienen los electrocardiógrafos de la institución?**

- a) 1
- b) 5
- c) 3
- d) 2

10. **Seleccione la manera correcta de realizar la limpieza de los electrodos de tórax:**

- a. Se deben esterilizar en una autoclave.
- b. Se pueden limpiar con un paño humedecido retirando el electrodo de metal de la válvula de succión.
- c. Se deben limpiar con un paño humedecido sin retirar el electrodo de metal de la válvula de succión.
- d. Estos electrodos no se limpian debido a que siempre se reemplazan por unos nuevos por cada paciente.

Anexo 4: Evaluación desfibrilador.



Evaluación sobre el correcto uso y manejo del desfibrilador

Nombre: _____ Fecha: _____
Cargo: _____ Servicio: _____

A continuación, encontrará 10 preguntas de selección múltiple relacionadas con el correcto uso y manejo del desfibrilador divididas de la siguiente manera: 4 hacen referencia a la teoría del equipo, 5 al manejo y sus accesorios y 1 a la limpieza y desinfección del equipo, cada una de ellas tiene un valor de 10 puntos.

1. **¿Cuál es la función principal de un desfibrilador?**

- a) Monitorizar al paciente
- b) Ventilar al paciente
- c) Reestablecer el ritmo cardíaco normal del paciente
- d) Ninguna de las anteriores

2. **¿Qué significa DEA?**

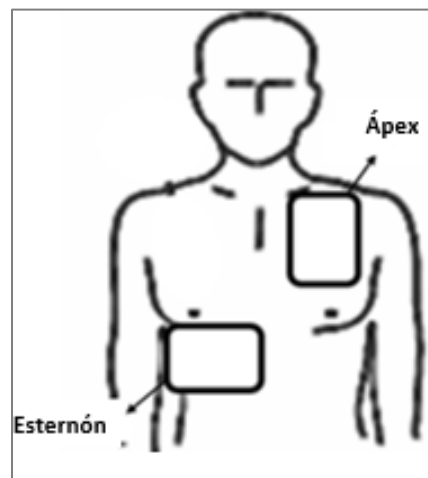
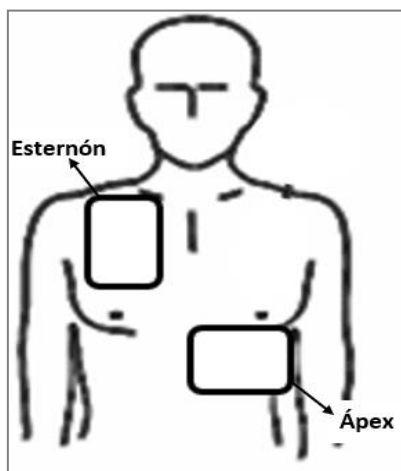
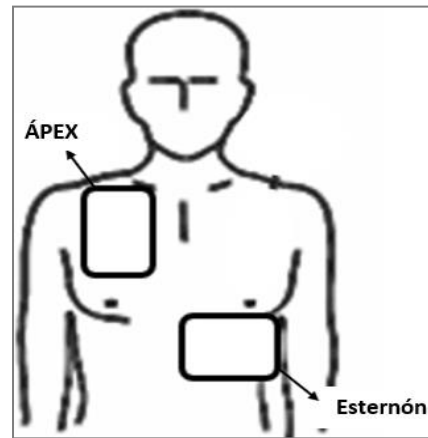
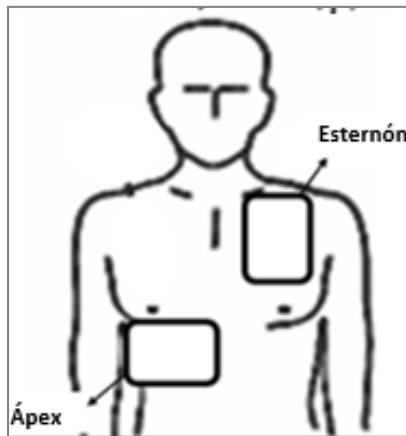
- a) Desfibrilación en adultos

- b) Desfibrilación externa automática
- c) Desfibrilación en aumento
- d) Detección externa amplificada

3. En la cardioversión se realiza la descarga eléctrica de forma sincronizada con la onda:

- a) P
- b) Q
- c) R
- d) S

4. Marque con una X la imagen que representa la manera correcta de posicionar las palas del desfibrilador sobre el paciente para hacer una descarga eléctrica.



5. Uno de los siguientes accesorios NO hace parte de un desfibrilador.

- a) Impresora térmica
- b) Electrodo precordiales o de tórax
- c) Kit de Palas adulto/pediátrico

- d) Cable de electrodos para DEA
- 6. El valor máximo de energía que se le puede programar a un desfibrilador es:**
- a. 500 J
 - b. 200 J
 - c. 630 J
 - d. 360 J
- 7. ¿A qué tipo de paciente se le pueden realizar descargas con el desfibrilador?**
- a. Adulto, pediátrico y neonatal
 - b. Adulto únicamente
 - c. Adulto y pediátrico
 - d. Pediátrico y neonatal
- 8. De los siguientes parámetros diga cual NO hace parte de un desfibrilador:**
- a. Resp
 - b. ECG
 - c. Energía de descarga
 - d. PEEP
- 9. ¿Por medio de qué accesorios puedo monitorizar al paciente?**
- a) Palas y cable AC
 - b) Cable de ECG e impresora térmica
 - c) Palas y cable de ECG
 - d) Cable AC e impresora térmica
- 10. Cuando se realiza la limpieza y desinfección de los equipos se debe:**
- a) Limpiar tanto el equipo como sus accesorios
 - b) Limpiar solo el equipo
 - c) Limpiar solo los accesorios
 - d) No se debe limpiar ni desinfectar el equipo

Anexo 5: Capacitación presencial.





Anexo 6: Videos de las capacitaciones.

- Monitor Multiparámetros Mindray uMEC12:
<https://www.youtube.com/playlist?list=PLO2LGCckwojou6RBtiWYYBmhUp9gSh4RE>
- Desfibrilador Mindray BeneHeart D3:
<https://youtu.be/PMErRMM4apc>
- Electrocardiógrafo EDAN SE-3:
<https://youtu.be/gC5F4q2Xs3c>
- Ventilador AEONMED VG70:
<https://www.youtube.com/playlist?list=PLO2LGCckwojpgREZUqABrsQrSf3PRdHfl>

Anexo 7: Reconocimiento por el excelente desempeño durante el proceso de evaluación y capacitación.

