

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOCOLO DE CAPACITACIÓN VIRTUAL DE  
TECNOLOGÍA BIOMÉDICA PARA EL PERSONAL ASISTENCIAL DEL SERVICIO DE  
URGENCIAS DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO MAYOR - MEDERI**

**Natalia Martínez Castellanos  
Andrea Katherine Méndez Garay**

**Práctica Profesional**

**Tutor  
Ing. Pedro Antonio Aya Parra  
Ing. Alexandra Ibeth Beltran Velandia**



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

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo de grado es un esfuerzo conjunto en el que, directa e indirectamente, participaron distintas personas, opinando, corrigiendo, o apoyando; por lo cual en primer lugar queremos agradecer a nuestras familias especialmente a nuestros padres por su apoyo y sacrificio, por permitirnos estar en universidades tan prestigiosas como lo son la Escuela Colombia de Ingeniería Julio Garavito y la Universidad del Rosario, instituciones de las que estamos agradecidas por el conocimiento aportado y por formarnos como las personas que somos.

En segundo lugar, queremos agradecer a nuestro tutor Pedro Antonio Aya Parra por su apoyo, aportes, sugerencias, correcciones y por darnos la oportunidad de la realización y la creación de este proyecto.

Finalmente nos gustaría reconocer la colaboración del equipo de mantenimiento del Hospital Universitario Mayor Méderi, los cuales nos aportaron su conocimiento y disposición no solo para la elaboración del proyecto sino para el buen desarrollo de nuestras prácticas profesionales, donde queremos hacer una mención especial a la Ingeniera Alexandra Beltran por su colaboración, disposición y seguimiento de este proyecto.

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	7
2. OBJETIVOS .....	10
2.1. General .....	10
2.2. Específicos.....	10
3. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Justificación .....	11
3.2. Fases del proyecto.....	12
3.2.1. Evaluación diagnóstica.....	12
3.2.2. Análisis del área de estudio.....	12
3.2.3. Recisión de literatura.....	13
3.2.4. Pre-test.....	17
3.2.5. Selección temas de capacitación.....	18
3.2.6. Planteamiento de estrategias.....	18
3.2.7. Desarrollo del material.....	19
3.2.8. Ejecución de las capacitaciones.....	20
3.2.9. Post-test.....	20
3.2.10. Análisis de resultados.....	21
4. RESULTADOS .....	22
4.1. Selección de modelo de capacitación.....	22
4.2. Tamaño de la muestra de la población de estudio.....	23
4.3. Pre-test.....	23
4.4. Post-test.....	24
4.5. Resultados evaluaciones monitores de signos vitales.....	25
4.6. Resultados evaluaciones desfibriladores.....	26
4.6. Resultados evaluaciones bombas de infusión.....	27
4.8. Promedio de calificaciones finales para cada equipo.....	28
5. DISCUSIÓN .....	30
6. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS .....	32
7. CONCLUSIONES.....	33
REFERENCIAS .....	34
ANEXOS.....	35

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Recopilación revisión literaria.....	14
Tabla 2. Puntaje y valoración de las calificaciones.....	17
Tabla 3. Lista de equipos seleccionados para la capacitación.....	18
Tabla 4. Características e información modelos de capacitación.....	22
Tabla 5. Promedios de calificaciones de los pre-test para cada equipo.....	24
Tabla 6. Promedios de calificaciones de los post-test para cada equipo.....	25
Tabla 7. Promedios de calificaciones de monitores de signos vitales por categoría.....	25
Tabla 8. Promedios de calificaciones de desfibriladores por categoría.....	26
Tabla 9. Promedios de calificaciones de bombas de infusión por categoría.....	27
Tabla 10. Promedios de calificaciones para cada equipo.....	28

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Gantt de la Metodología.....	11
Figura 2. Secuencia evaluación diagnóstica.....	12
Figura 3. Diagrama de la revisión literaria.....	13
Figura 4. Modelo de capacitación dirigido al personal asistencial del servicio de urgencias.....	20
Figura 5. Plan de capacitación de tecnología médica dirigido al personal asistencial del servicio de urgencias.....	21
Figura 6. Comparación de calificaciones promedio pre-test y post-test por categoría para monitores de signos vitales.....	26
Figura 7. Comparación de calificaciones promedio pre-test y post-test por categoría de desfibriladores.....	27
Figura 8. Comparación de calificaciones promedio pre-test y post-test por categoría de bombas de infusión.....	28
Figura 9. Comparación de calificaciones promedio pre-test y post-test para cada equipo.....	29

## LISTA DE ANEXOS.

Anexo 1. Evaluación Bombas de Infusión.....	35
Anexo 2. Evaluación Monitor de Signos Vitales.....	36
Anexo 3. Evaluación Desfibriladores.....	37
Anexo 4. Plantilla usada en la institución para la evaluación de las capacitaciones.....	37
Anexo 5. Links de acceso a las encuestas virtuales de los equipos.....	38
Anexo 6. Ejemplo Guía Rápida Desfibrilador General Electric Modelo Cardioserv.....	38
Anexo 7. Ejemplo Guía Rápida Desfibrilador Nihon Kohden Modelo TEC5531.....	39
Anexo 8. Ejemplo Guía Rápida Bomba de Infusión Fresenius Modelo Volumat MC Agilia	39
Anexo 9. Ejemplo Guía Rápida Bomba de Infusión Hospira Modelo XL.....	40
Anexo 10. Ejemplo Guía Rápida Monitor Multiparámetros Nihon Kohden BSM 3000.....	40
Anexo 11. Ejemplo Guía Rápida Monitor de Signos Vitales Básico General Electric Modelo Carescape V100.....	41
Anexo 12. Ejemplo Guía Rápida Monitor Multiparámetros Dräger Infinity Vista XL.....	41

## 1. INTRODUCCIÓN

Para las entidades prestadoras de salud la adquisición de tecnología biomédica es un proceso complejo, el cual se encuentra enfocado en el mejoramiento de la calidad y la eficiencia en la prestación de los servicios; a través de la adquisición de tecnología se ha permitido mejoras en la atención, diagnóstico temprano y acertado, como a su vez, tratamiento eficaz de patologías complejas. Dentro de dichos procesos se destacan la evaluación técnica y clínica, los mantenimientos y las capacitaciones, con el fin de mantener una calidad costo efectiva donde se considere el universo tecnológico que le rodea y las complicaciones operativas propias del ambiente clínico, garantizar el correcto estado y funcionamiento de los equipos, además de la apropiación y amplio conocimiento de la tecnología.

Con el fin de crear una identidad institucional, nació la marca Méderi a partir de la unión de tres instituciones, la Caja de Compensación Familiar Compensar, el Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario y la Orden Hospitalaria de San Juan de Dios, donde el primero de mayo de 2008, se dio inicio a la operación en el Hospital Universitario Mayor y del Hospital Universitario de Barrios Unidos. Hoy en día funcionan en red y se complementan en la prestación de sus servicios, ya que se encuentran unidas por la identidad de sus principios y valores, manteniendo como propósito común un modelo de atención y de gestión en salud, centrado en el paciente y su familia.

La seguridad del paciente es considerada lo más importante a la hora de diseñar un programa de educación en el uso seguro de equipos médicos, donde se debe considerar tanto la complejidad de los procesos, como los equipos y el personal a cargo de ellos. Por tal razón, se debe tener en cuenta la normativa correspondiente, como lo es el decreto 4725 de 2005, el cual ampliamente trata acerca de la reglamentación, permiso de comercialización y vigilancia sanitaria de los dispositivos médicos, donde el artículo 24 establece como requisito de permiso y comercialización programas y mecanismos para la capacitación de los operadores y los ingenieros o técnicos de mantenimiento, y el artículo 38 hace responsable al fabricante o su representante en Colombia para el caso de los equipos importados, de ofrecer los servicios de calibración, mantenimiento, aprovisionamiento de los insumos y repuestos del equipo como también de proporcionar la capacitación requerida para el buen uso de la tecnología biomédica durante el proceso de adquisición, de igual manera el propietario tiene como responsabilidad, velar por el correcto funcionamiento del dispositivo biomédico, asegurándose de que el uso, funcionamiento, calibración y mantenimiento, estén de acuerdo a lo establecido en los manuales [1]. Además el propietario tendrá la obligación de reportar todos los incidentes o eventos adversos, teniendo en cuenta el artículo 60 del mismo decreto y lo consignado en la Resolución 4816 de 2008, que afirma la obligatoriedad de notificar al Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (Invima), todos los incidentes adversos, uso incorrecto, falencias en el mantenimiento y cualquier otro requerimientos necesarios para el óptimo funcionamiento y la seguridad relacionados con los dispositivos médicos y equipos biomédicos que deberán ser detectados por el personal asistencial. El mencionado Decreto determina que el propietario de la tecnología debe crear medidas para disminuir este tipo de eventualidades, las cuales serían abordadas apropiadamente por medio de las capacitaciones [1][2].

Las capacitaciones se definen como el conjunto de actividades, orientadas a ampliar los conocimientos, habilidades y aptitudes del personal [3]. Esto les permite a los trabajadores poder tener un mejor desempeño en sus actuales y futuros cargos, adaptándose a las exigencias de su entorno de trabajo. Considerando entonces esas necesidades, se tienen en cuenta las estrategias más adecuadas para impactar de manera positiva al personal de salud de la institución, generando en ellos una apropiación y amplio conocimiento de la tecnología. Buscando crear conciencia en el personal de salud, sobre la importancia de tener actos seguros en el manejo de la tecnología biomédica y su relación con el resultado óptimo del tratamiento ofrecido al paciente.

El presente proyecto pretende exponer el diseño y evaluación que tiene un proceso de capacitación virtual para el personal del servicio de urgencias. El cual estará centrado en los equipos con mayor demanda como lo son el monitor de signos vitales, el desfibrilador y las bombas de infusión.

Un monitor de signos vitales es un instrumento complejo que se encarga de la adquisición, amplificación, procesamiento, visualización y registro de las señales biológicas. Dichas señales, tienen importancia clínica, para evaluar a cada instante la evolución del paciente monitorizado y poder notificar a los médicos cualquier cambio en las variables fisiológicas del paciente [4]. Existen diferentes clasificaciones de monitores de signos vitales los cuales varían según la cantidad de parámetros que mida cada uno. Las variables que normalmente mide un monitor de signos vitales básico son: presión arterial no invasiva, saturación de oxígeno y/o temperatura, por otro lado, un monitor multiparámetros sirve para una monitorización continua por lo tanto mide los mismos parámetros que un monitor básico pero a su vez también puede medir variables como presión arterial invasiva, electrocardiograma, respiración, presión intracraneal, saturación venosa de oxígeno, entre otros. La instrumentación empleada es convencional en términos generales, pero está automatizada en mayor grado y suele tener una cierta capacidad de proceso de datos para pre diagnóstico. Debe poseer un aislamiento eléctrico alto, su fiabilidad debe ser muy elevada y el mantenimiento y reparación deben ser fáciles.

Por otro lado, la desfibrilación es el tratamiento eléctrico de la fibrilación ventricular (FV) y de la taquicardia ventricular sin pulso (TVSP). Consiste en transmitir una cantidad de energía que contiene unidad de corriente de suficiente magnitud a través del músculo cardíaco, en situación eléctrica y mecánica caótica, con el objetivo de despolarizar simultáneamente una masa crítica del mismo y conseguir, que el nodo sinusal reasuma el control del ritmo cardíaco; es decir, con actividad eléctrica organizada y presencia de pulso, para esto se usa el desfibrilador el cual es el equipo que se encarga de realizar el tratamiento anterior descrito [5]. Básicamente consta de: una fuente de energía como alimentación (corriente directa o baterías), un condensador que puede cargarse de un nivel de energía determinado y palas o electrodos que se colocan sobre el tórax para suministrar la descarga.

Además, frecuentemente los pacientes requieren que el suministro de soluciones o fármacos se realice en cantidades muy precisas y a velocidades o tasas de infusión específicas (horas, días, o volúmenes definidos). La continuidad y precisión requerida para este proceso se hace a partir de los sistemas de infusión, los cuales controlan electrónicamente o mecánicamente la tasa de infusión de las soluciones o fármacos. Un dispositivo de infusión y sus líneas o "sets" desechables, se usan para suministrar fluidos o fármacos en



solución al paciente, sea por vía intravenosa, subcutánea, epidural, parenteral o enteral [6]. Los sistemas de infusión constan al menos de dos componentes: un mecanismo que entrega el fármaco o solución y un medio de control de la tasa de infusión.

A partir del conocimiento previo de los equipos descritos anteriormente se pretende mediante capacitaciones virtuales y guías rápidas dar una mayor cobertura al personal que de alguna u otra manera tengan contacto con alguno de los equipos y se encuentre en el servicio de urgencias, para así garantizar que el total de los empleados estén capacitados en el uso de la tecnología biomédica con el fin prevenir accidentes o eventos adversos. Para esto, se tienen en cuenta los horarios, espacios adecuados y entornos virtuales con acceso en toda la institución, generando un ambiente ideal para el desarrollo del objetivo principal de la capacitación. La evaluación del protocolo de capacitación para personal en estudio mide de forma cuantitativa el impacto que dicha capacitación tiene en el desempeño del personal, con respecto a las labores que se deben realizar en cada uno de los equipos biomédicos, según los protocolos establecidos por los manuales respectivos de cada equipo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. General**

1. 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.

### **2.2. Específicos**

1. Evaluar y analizar los conocimientos del personal asistencial que manipula los equipos biomédicos en el servicio de urgencias.
2. Revisar y adaptar las guías y manuales de manejo de equipos biomédicos para orientar el personal de salud en el uso seguro de la tecnología biomédica.
3. Construir el material de capacitación para el conjunto de equipos contemplados en el estudio para ser aplicado al personal de servicio de urgencias.
4. Evaluar la percepción de conocimiento del personal asistencial del servicio de urgencias luego de la capacitación virtual.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Justificación

Entre los años 2018 y 2019 en el servicio de urgencias del Hospital Universitario Mayor Méderi se presentaron un total de 277 mantenimientos correctivos, en el servicio de urgencias para los equipos biomédicos principales tales como el monitor de signos vitales básico, el monitor multiparámetros, los desfibriladores y las bombas de infusión, donde una de las causas frecuentes de daño está asociada al mal uso de la tecnología biomédica, es decir, fueron producto del desconocimiento del uso adecuado por parte del personal clínico asistencial.

Este desconocimiento es generado por diferentes factores como lo es la complejidad de la tecnología en cuanto al avance de esta, la gran cantidad de recurso humano que desempeña actividades asistenciales y que rotan continuamente entre las diferentes áreas, las largas jornadas laborales y el alto nivel de estrés al que están expuestos.

El mal uso de los equipos biomédicos por parte del personal clínico puede producir diferentes efectos negativos, el más crítico y preocupante para la institución es el daño que pueda generarse en el paciente, los accidentes al personal que opera los diferentes equipos biomédicos y la generación de sobrecostos en los mantenimientos correctivos asociados a los equipos biomédicos, que incluso pueden llegar a ser tan críticos que generen daño total del equipo.

En busca del mejoramiento continuo y la calidad del servicio prestado al paciente, se requiere la disminución de los mantenimientos por mal uso de los equipos biomédicos y los costos asociados a los mismos, con el fin de garantizar la seguridad del paciente y el personal, se plantea la necesidad de crear un protocolo de capacitación virtual y guías rápidas de los equipos en cuestión para minimizar la situación actual presente.

Tras determinar que un protocolo de capacitación es vital para el buen funcionamiento de cualquier entidad hospitalaria, se deben establecer las pautas y requisitos de calidad para las mismas, con base esto se planteó una metodología de 10 etapas para el desarrollo del protocolo final como se puede observar en el diagrama de Gantt de la figura 1.

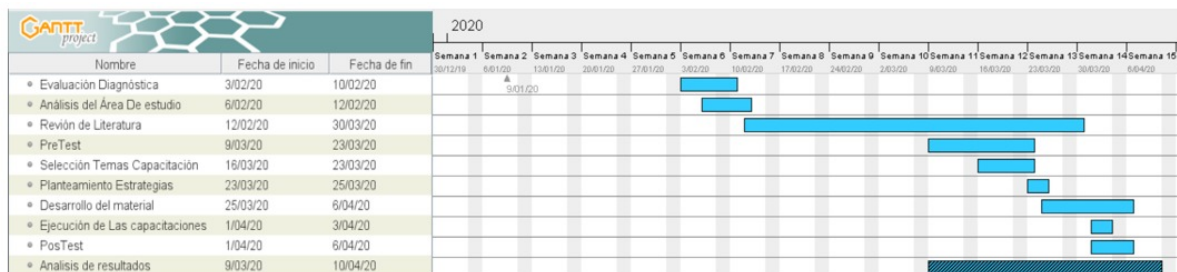
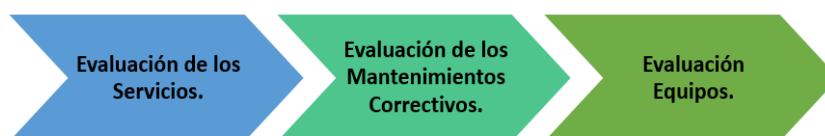


Figura 1. Diagrama de Gantt de la metodología.

## 3.2. Fases del proyecto

### 3.2.1. Evaluación diagnóstica

La iniciativa del proyecto surgió a partir del interés del departamento de mantenimiento del Hospital Universitario Mayor Méderi, en busca de la excelencia operativa de la tecnología biomédica, permitiendo fortalecer las diferentes actividades del área y oportunidades de mejora. Para esto se debe identificar las principales problemáticas durante los procesos diarios que manejan los diferentes integrantes del departamento biomédico. Para realizar la evaluación diagnóstica que permite identificar la problemática que se necesita fortalecer, se deben seguir diferentes pasos los cuales se pueden observar en la figura 2.



*Figura 2. Secuencia evaluación diagnóstica.*

Como primera medida se evalúan los diferentes servicios que presta el hospital, donde se encuentran las unidades de cuidados intensivos, las salas de cirugías y partos, urgencias, hospitalización, imágenes diagnósticas entre otros; de estos diferentes servicios se escogió urgencias. Como segunda medida se revisan todos los equipos con los que cuenta el servicio y se escogen aquellos que tenían mayor número de mantenimientos correctivos, posterior a esto se revisaron los reportes con el objetivo de evaluar, por qué, se realizaron dichos mantenimientos y establecer el origen de las posibles fallas. De esta evaluación surge como resultado que los equipos con los reportes más comunes de fallas por el uso inadecuado por parte del personal clínico eran, los monitores de signos vitales, monitores multiparámetros, desfibriladores y bombas de infusión, estando estos últimos equipos en la institución en modalidad de comodato, es decir un contrato por préstamo de uso donde para el caso de las capacitaciones los proveedores realizaran estas de forma presenciales en el periodo de adquisición y renovación de la tecnología.

### 3.2.2. Análisis del área de estudio

Como se determinó anteriormente en la evaluación diagnóstica, se escogió como área de estudio el servicio de urgencias, puesto que dicho servicio presenta dos características importantes, donde encontramos la importancia del servicio al ser la atención médica inicial para el paciente que presenta quebrantos de salud, poniendo en riesgo la función orgánica, psicológica o la vida y que por tal motivo,

requiere atención médica inmediata; el segundo parámetro es el resultado de la alta afluencia de usuarios que hay en el servicio, que en consecuencia requiere de un número importante de personal asistencial (enfermeras, auxiliares de enfermería y médicos), el cual se va a mantener rotando dentro de las diferentes jornadas laborales que están destinadas dentro del servicio, y lo cual genera una dificultad para recibir una capacitación efectiva.

Durante esta etapa se realizaron diversas visitas al servicio de urgencias con el fin de poder observar los diferentes roles del personal y como estaban haciendo uso de los equipos biomédicos a estudiar. También se realizó un análisis de modos de fallas analizando el riesgo asociado con el uso de cada equipo estudiado.

### 3.2.3. Revisión de literatura

En la revisión de la literatura se realizaron diferentes búsquedas bibliográficas sobre los temas relacionados al problema planteado, la cual se dividió en dos partes para establecer los principios y las directrices que permitieran adoptar de manera efectiva un enfoque basado en procesos para la gestión de las capacitaciones.

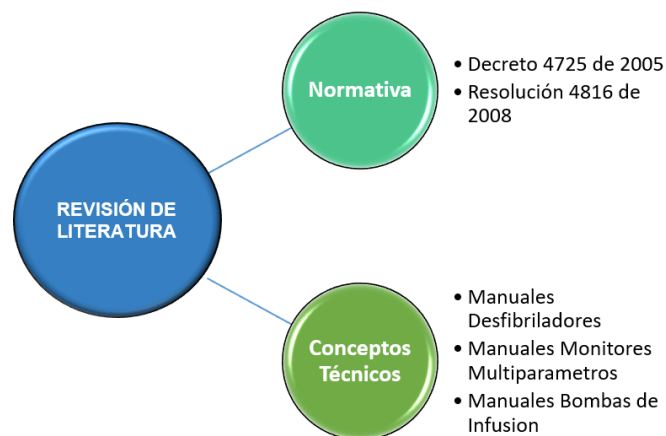


Figura 3. Diagrama de la revisión literaria.

La primera parte recoge los conceptos básicos de capacitación al personal asistencial, enfatizados principalmente en la norma colombiana del Decreto 4725 de 2005 y la Resolución 4816 de 2008, Además, se efectuó una búsqueda de los modelos de capacitación aplicados a clínicas y hospitales a nivel mundial con el objetivo de tenerlos como marco de referencia y de esta manera, adoptar alguno de sus procesos.

Para la segunda parte se hizo una recopilación sobre la información técnica de los tres equipos de estudio, en los que se encuentra que dentro del servicio de urgencias para cada equipo se tenían modelos diferentes de distintas marcas, para esto se pudo acceder a los manuales y hojas de vida que se estudiaron a detalle gracias a que se encontraban dentro de los documentos de cada equipo, los cuales

hace entrega el proveedor a la institución en el momento de la adquisición e instalación de cada uno.

Para finalizar la revisión literaria, se realizó una búsqueda en diferentes bases de datos de producción científica relacionada con estudios en salud e ingeniería biomédica, enfocados en los procesos clínicos, algunas de estas bases de datos fueron: Pubmed, Scopus, Science direct, Embase, Medline-Ebsco. Para la recopilación de la información se implementó como estrategia en las bases de datos ecuaciones de búsqueda o búsquedas avanzadas teniendo en cuenta palabras claves y estrictamente relacionadas con el enfoque del proyecto, las cadenas o ecuaciones de búsqueda utilizadas fueron:

*Primera cadena de búsqueda:*

(Protocol OR System OR Plan) AND (Coaching OR Training OR Instruction) AND (“medical device” OR “medical equipment”)

*Segunda cadena de búsqueda:*

(System OR Manual OR plan) AND (Coaching OR Training OR Instruction OR Preparation) AND (compliance OR assessment OR indicator) AND (“biomedical device” OR “medical equipment”)

*Tercera cadena de búsqueda:*

(Protocol OR System OR Plan) AND (Coaching OR Training OR Instruction) AND (virtual OR “virtual training” OR “professional training”) AND (“medical device” OR “medical equipment”)

Los resultados de la información encontrada y los artículos o trabajos principalmente relacionados con los temas de búsqueda se encuentran organizados en la tabla 1, que se expone a continuación:

*Tabla 1*  
**RECOPIACIÓN REVISIÓN LITERARIA**

<b>REFERENCIA</b>	<b>OBJETIVO PRINCIPAL</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>LIMITACIONES</b>
S.Oshabaheebwa, «Enhancing skills to promote the utilization of medical laboratory equipment in low resource settings.» <i>Política y tecnología de salud</i> , vol. 9, nº 1, pp. 94-101, 2020.	Demostrar la eficacia de un modelo de intervención que implica la mejora continua de las habilidades de los usuarios, ingenieros y técnicos biomédicos para mejorar la utilización de equipos de laboratorio médico en entornos de bajos recursos.	-La capacitación profesional puede mantener el 90% del equipo médico en buenas condiciones de trabajo. -El porcentaje de equipos en buenas condiciones de trabajo y en uso en el grupo de intervención mejoró del 60% al 74%, mientras que la mejora registrada en el segundo grupo fue de (48% a 55%). -Asesorías y capacitaciones en el uso y mantenimiento	-Enfoque principal en países de ingresos bajos y medianos. -Recursos o material para capacitación limitado a el personal y a los equipos. -Falta de herramienta virtuales.

		<p>preventivo para todo tipo de equipos.</p> <p>-Evaluación y seguimiento de dos grupos, un primer grupo que participó en el programa y un segundo grupo que no, para estudiar las diferencias.</p> <p>-Entrevistas al personal para obtener información sobre sus experiencias y el impacto de las capacitaciones.</p>	
<p>U. Baizak, K. Kudabayev, «Competency-based Approach to the Assessment of Professional Training for a Medical Student to Work with Medical Equipment» <i>iJET</i>, Vol. 12, No. 6, 2017</p>	<p>Desarrollar métodos y algoritmos para calcular el nivel de formación de las competencias para un graduado médico para el curso de capacitación 'Anestesiología, reanimación y cuidados intensivos' para trabajar con equipos médicos, también realizar un cálculo de todos los coeficientes de importancia requeridos de las asignaturas, sus módulos y otras actividades de aprendizaje, involucrado en la formación de competencias.</p>	<p>-Talleres que incluyen aprendizaje observacional y aprendizaje experimental con capacitación práctica.</p> <p>-Modelo para la evaluación del nivel de formación de competencias, donde se indican sus parámetros de entrada y salida.</p>	<p>-Tamaño de muestra (participantes del programa) bajo, entre 14 y 16 participantes.</p> <p>- Aplicado a estudiantes médicos graduados.</p>
<p>C. Arcila, J. Montes, G. Barreneche, «application of a vital signs monitor usage training model,» <i>Ingeniería Biomédica</i>, vol. 11, nº 22, 2017.</p>	<p>Analizar las modificaciones anteriores sobre los modelos de capacitación e implementar algunas variaciones en las prácticas metodológicas para desarrollar un modelo de capacitación basado en los resultados de la formación en un grupo de estudiantes de bioingeniería.</p>	<p>-Artículo guiado y enfocado en normatividad colombiana como decreto 4725 de 2005 y resolución 2003 de 2014.</p> <p>- Modelo de capacitación a implementar claro y por etapas: Modelo Kirkpatrick.</p> <p>-Resultados del modelo implementado cuantificados y con gráficos.</p> <p>-Evaluación de sesiones prácticas y teóricas.</p>	<p>-Tamaño de muestra bajo, de 16 participantes en el programa de capacitación.</p> <p>-Evaluación de un solo equipo (Monitor de signos vitales)</p> <p>-Aplicado a estudiantes de bioingeniería.</p>
<p>W. O. Murillo, «Characterization of the maintenance management of biomedical equipment in emergency services in clinics and hospitals in medellin,» <i>Ciencia Salud</i>, vol. 11, nº 1, pp. 35-44.</p>	<p>caracterizar la gestión de mantenimiento en servicios de urgencia de clínicas y hospitales del área metropolitana de Medellín en el período 2008-2009.</p>	<p>- se encontró que la causa de falla más común en los equipos del servicio de urgencia es el mal manejo de los equipos (75%) por parte de los operarios.</p> <p>- Entidades de salud de tercer nivel.</p> <p>-Muestra grande de 11 entidades entre hospitales y clínicas de Medellín.</p> <p>-Descripción del entorno o área (Servicio de urgencias).</p>	<p>-El enfoque principal del artículo es la gestión y mantenimiento.</p>
<p>Joly, B. M., Coronado, F., Bickford, B. C., Leider, J. P.,</p>	<p>Este estudio identificó los tipos de preguntas de</p>	<p>-Brinda recomendaciones para desarrollar un proceso</p>	<p>- Enfocado al sector de la salud de Estados Unidos.</p>

<p>Alford, A., McKeever, J., &amp; Harper, E. . «A Review of Public Health Training Needs Assessment Approaches» <i>Journal of Public Health Management and Practice</i>, 1, 2018</p>	<p>capacitación que se hacen a los profesionales de la salud pública en las diversas encuestas de evaluación implementadas por los Los Centros Regionales de Capacitación en Salud Pública (RPHTC) y las organizaciones nacionales de membresía.</p>	<p>uniforme para evaluar y medir las necesidades de capacitación de la fuerza laboral en todas las organizaciones. - Respaldar la comparabilidad de los datos a lo largo del tiempo, la eficiencia y la eficacia del desarrollo y la entrega de capacitación, y disminuirá las encuestas competitivas y redundantes.</p>	<p>- La revisión no incluyó evaluaciones específicas de agencias o estados o una revisión de esfuerzos cualitativos. - No incluye un análisis a nivel de ítem o dominio para determinar las tasas de respuesta</p>
<p>S.Díaz,C.Selma «Competency-based management model applied to a training process in a Chilean public health institution,» <i>Boletín Científico Sapiens Research</i>, vol. 2, nº 1, pp. 23-30, 2012.</p>	<p>El objetivo general del trabajo es diseñar un plan anual de capacitación, válido, confiable y oportuno, constituida por el equipo directivo de un hospital público de alta complejidad</p>	<p>-Basada en la gestión por competencias. -Promoción de Test como evaluación de conocimientos. -Promoción de autoevaluación.</p>	<p>-Enfocado al sector de salud en Chile. -Análisis únicamente cualitativo.</p>
<p>Chauvin, S. W., Anderson, A. C., &amp; Bowdish. «Assessing the Professional Development Needs of Public Health Professionals.» <i>Journal of Public Health Management and Practice</i>, 7(4), 23–37, 2001.</p>	<p>Este artículo describe las principales actividades asociadas con el diseño e implementación de una evaluación integral de las necesidades de desarrollo profesional de los profesionales de la salud pública en cuatro estados de la región centro sur de los Estados Unidos (Alabama, Arkansas, Louisiana, Mississippi).</p>	<p>-Facilita esfuerzos similares de investigadores y desarrolladores de programas interesados para evaluar las necesidades de capacitación de la fuerza laboral de profesionales de la salud pública. - Promoción de planes de estudio y actividades de desarrollo profesional para fortalecer los servicios de la salud pública. - Hacen uso de cuestionarios.</p>	<p>- Enfocado al sector de la salud de los 4 estados de Estados Unidos mencionados, por lo que no se puede generalizar. - Los resultados reflejan estadísticas descriptivas. -Respuestas de los cuestionarios influenciadas por características contextuales o situacionales únicas.</p>
<p>T. Velasquez , J. Valencia, C.Calle «Medical equipment management and support online course. Design, development and implementation,» <i>Rev CES Med</i>, vol. 23, nº 2, pp. 73-80, 2009.</p>	<p>El principal objetivo de este artículo es brindar al estudiante un método de aprendizaje virtual que le otorgue la capacidad de resolver problemas básicos comunes de la tecnología biomédica, logrando contribuir por medio de la capacitación a mejorar la seguridad del paciente y la relación costo-efectividad de la tecnología en las instituciones de salud</p>	<p>-Promoción de programas educativos a distancia a través de internet o e-learning (aprendizaje virtual). -Metodología compuesta por recursos didácticos, llamativos y tecnologías educativas. -Evaluación de los estudiantes y del programa de e-learning.</p>	<p>-Personal de estudio: Estudiantes de Ingeniería biomédica. -Baja relación con las capacitaciones de equipos y dispositivos médicos.</p>
<p>J.McKeever«Regional Training Needs Assessment: A First Look at High-Priority Training Needs Across the United States by Region» <i>Public Health Workforce Interests and Needs Survey 2017</i></p>	<p>El propósito de este artículo es describir las necesidades de capacitación del personal de salud pública a nivel nacional, en las 10 Regiones del Departamento de Salud y</p>	<p>- Metodología compuesta por encuestas virtuales. - Se generan estadísticas descriptivas que muestran brechas en las necesidades de capacitación.</p>	<p>- Enfocado al sector de la salud de Estados Unidos y las necesidades de capacitación varían según las regiones y el entorno laboral. - Se utilizaron pesos de replicación repetidos equilibrados para abordar</p>



	Servicios Humanos de Estados Unidos.		la falta de respuesta y el muestreo.
--	--------------------------------------	--	--------------------------------------

La búsqueda arrojó poca información directamente relacionada con las capacitaciones al personal asistencial, no se encontraron protocolos o estándares establecidos relacionados con el área de ingeniería biomédica. Y de los artículos descritos en la tabla 1 muchos no tienen relación directa con el objetivo del proyecto por lo cual se optó por recopilar las ventajas o focos de interés que se pudieran implementar al proyecto.

### 3.2.4. Pre-test

Es importante conocer la percepción y los conocimientos que tiene el personal asistencial frente al uso de las diferentes tecnologías biomédicas, por lo cual es de gran ayuda conocer el estado de sus conocimientos previos a través de encuestas o evaluaciones, las cuales para este proyecto llamaremos pre-test, y así determinar específicamente las necesidades del área y plantear los temas de capacitación. En consecuencia, se abre la posibilidad de comparar los resultados de estas evaluaciones (pre-test) con los resultados de las evaluaciones posteriores a las capacitaciones, las cuales llamaremos post-test, con el fin de conocer la eficacia del protocolo implementado.

Se realizaron tres diferentes pre-test (uno para cada equipo) por medio de formularios de Google (Anexo 1-3). Vale la pena resaltar que esta herramienta proporciona una facilidad tanto para el personal clínico asistencial que la diligencia como para el análisis de la información final. Se realizaron entre 8 y 10 preguntas que abarcan los temas asociados al conocimiento de cada equipo y de sus respectivos accesorios, sus funciones, modo de uso, y los conocimientos acerca de su limpieza y desinfección, que en conjunto revelan el buen uso del equipo.

La calificación se lleva a cabo por medio de la plantilla usada en la institución para la evaluación de las capacitaciones (Anexo 4), la cual se categoriza en 4, el funcionamiento, los accesorios, la teoría relacionada y la limpieza y desinfección del equipo. Respecto a cada equipo se encuentra un número diferente de preguntas por categoría, enfocado a las falencias encontradas en cada uno. Se da un valor nominal de 0 a 5 por pregunta, se hace un promedio por categoría y la calificación total será el promedio de las 4 categorías. Dicho promedio final se ubica en unos rangos de puntaje, como se observa en la tabla 2, a los cuales se le asigna una valoración con el fin de informar el significado del puntaje adquirido.

*Tabla II*  
PUNTAJE Y VALORACIÓN DE LAS CALIFICACIONES

PUNTAJE	VALORACIÓN
0,0 - 1,6	MALO
1,6 - 2,8	REGULAR
2,8 - 3,8	ACEPTABLE
3,8 - 5,0	BUENO

### 3.2.5. Selección temas de capacitación

En esta etapa, se determinó según el equipo (bombas de infusión, desfibriladores y monitores de signos vitales) cuáles son las pautas y los temas necesarios para la realización de una capacitación efectiva, tomando como referencia los resultados de los diversos pre-test, donde se observan las falencias que tiene el personal. De igual forma se destacaron como parámetros principales el funcionamiento, la desinfección y limpieza, la teoría relacionada y los accesorios de los diferentes equipos categorizándolos por marca y modelo como se muestra en la tabla 3.

*TABLA III  
LISTA DE EQUIPOS SELECCIONADOS PARA LA CAPACITACIÓN*

<b>EQUIPO</b>	<b>MARCA</b>	<b>MODELO</b>
Monitor multiparámetros	Nihon Kohden	LifeScope VS
Monitor multiparámetros	Dräger	Vista XL
Monitor de signos vitales básico	General Electric	V100
Desfibrilador	General Electric	Cardioserv
Desfibrilador	Nihon Kohden	Tec-5531
Bomba de infusión	Hospira	XL
Bomba de infusión	Fresenius	Volumat MC Agilia

### 3.2.6. Planteamiento de estrategias

En esta fase, según el área de implementación seleccionada (el servicio de urgencias) se determinaron las diferentes estrategias necesarias para el desarrollo de este proceso. Teniendo en cuenta, la rutina de trabajo, las posibles limitaciones del personal asistencial, las observaciones de los coordinadores del área y lo reportado al departamento de ingeniería biomédica.

De acuerdo con los parámetros obtenidos en el pre-test, se plantea un modelo que permita mejorar y acompañar los modelos ya existentes de capacitación de tecnología médica utilizados en el Hospital Universitario Mayor Méderi, con el fin de complementar el proceso de capacitación del equipo de mantenimiento y algunos de los proveedores.

Un modelo de capacitación efectiva debe tener en cuenta ciertos factores tales como [7]:

- La detección de las necesidades de capacitación.
- La cantidad del personal que va a asistir la capacitación.
- Los turnos del personal a capacitar.
- Verificar que se tengan todas las herramientas necesarias para la capacitación, es decir, el material, los accesorios y las instalaciones adecuadas.
- La persona encargada de ofrecer la capacitación.
- El método de difusión de la capacitación, es decir, el lugar, la fecha, la hora en caso de ser presencial.
- Crear guías rápidas de los equipos.
- Se debe de elaborar una estrategia con diversas herramientas para que el personal sea capacitado en su mayoría.
- Ejecutar el plan de capacitación y verificar por medio de evaluaciones el conocimiento adquirido en la capacitación.
- Documentar los resultados y el personal que asistió a la capacitación.

Durante esta etapa se analizó y recopiló la información sobre la dificultad que presenta el personal asistencial para recibir una capacitación efectiva, ya que en una capacitación presencial algunos de los ítems anteriormente planteados no se tienen en cuenta como lo son los turnos y la rotación del personal, por lo cual la estrategia propuesta para que la mayoría del personal sea capacitado son herramientas virtuales como guías rápidas y videos, que junto con las capacitaciones presenciales, y la interacción con los equipos reunirían una capacitación combinada completa y bien lograda para todo el personal del servicio.

### **3.2.7. Desarrollo del material**

Se desarrollaron dos tipos de material para la estrategia de capacitaciones virtuales, en las cuales se integró el manejo del equipo con los posibles eventos o incidentes causados en el continuo uso de la tecnología, y su importancia en los procesos médicos, es decir, la aplicación o contacto que tiene el equipo con el paciente y en el que interviene el personal clínico. Inicialmente se desarrollaron guías rápidas de usuario para el manejo de los diferentes equipos, dividiéndolos en marcas y modelos (Anexo 6), en las cuales se estableció de manera práctica y gráfica, un tipo de manual corto para el personal asistencial.

Junto con las guías rápidas de usuario se desarrollaron videos de capacitaciones virtuales (Anexo 5) en donde se reunían los diferentes temas recolectados a partir de la evaluación del pre-test, los cuales de manera general eran: presentación del equipo (marca y modelo), presentación de sus funciones y modos de uso, demostración de los accesorios principales del equipo, y finalmente,

los cuidados y precauciones generales que se deben tener en cuenta para disminuir los mantenimientos correctivos y eventos adversos que puedan surgir.

### 3.2.8. Ejecución de capacitaciones

Luego de elaborar el modelo de capacitación dirigido al personal asistencial donde se muestran los pasos a seguir y los aspectos más importantes tal como se presenta en la figura 4, se debe programar la ejecución de las capacitaciones a partir del cronograma ya establecido por el área de ingeniería biomédica y lo establecido por los coordinadores y el personal del servicio de urgencias. Esta programación debe estipular las fechas en las que se realizarán las capacitaciones, el nombre del equipo, el modelo y la marca.

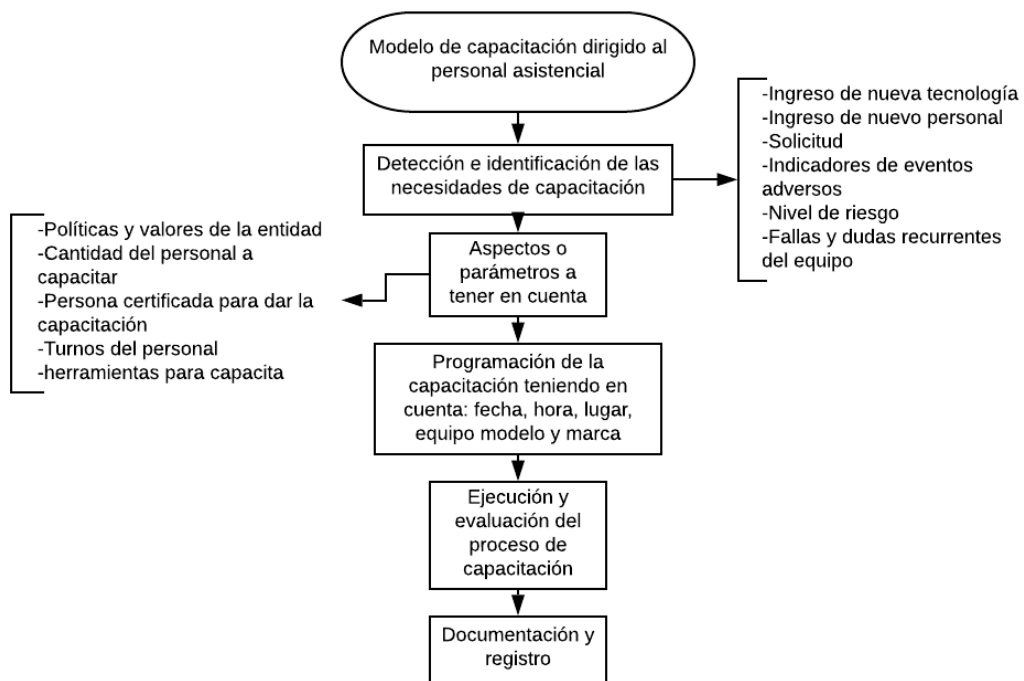


Figura 4. Modelo de capacitación dirigido al personal asistencial del servicio de urgencias.

Finalmente, se debe ejecutar el protocolo de capacitación virtual, que en este caso se lleva a cabo de dos formas; la primera es por medio de la herramienta YouTube y la segunda por medio de la página web propia de la institución.

### 3.2.9. Post-test

El proceso de evaluación final o post-test fue desarrollado de la misma manera que la evaluación diagnóstica, es decir, contó con las mismas preguntas del pre-test, esto con el fin, de garantizar que los datos fueran comparables entre sí y medir los conocimientos adquiridos por el personal capacitado.

Se decidió determinar la efectividad del proceso de capacitación mediante una estadística descriptiva al comparar las calificaciones promedio antes (pre-test) y después de la capacitación (post-test) teniendo en cuenta las variables poblacionales y de calificaciones.

### 3.2.10. Análisis de resultados

El paso para seguir posterior a la capacitación y su respectiva evaluación final (post-test), es el análisis de los resultados para detectar las falencias y mejoras necesarias del plan actual de capacitación, ya que este plan se realizará de manera continua y permanente con el personal asistencial. Por lo tanto, todo el proceso deberá ser documentado y registrado, para lo cual se plantea un diagrama del proceso de capacitación que estará en constante evaluación verificando el cumplimiento del objetivo tal como se presenta en la figura 5.

Los datos recolectados durante la evaluación final fueron suministrados al área de mantenimiento biomédico para que a su vez evaluarán y determinarán si el protocolo de capacitación resultante cumple con el objetivo, y adicionalmente lo que se hará con el personal que no certifique poseer los conocimientos y habilidades para el uso seguro del equipo.

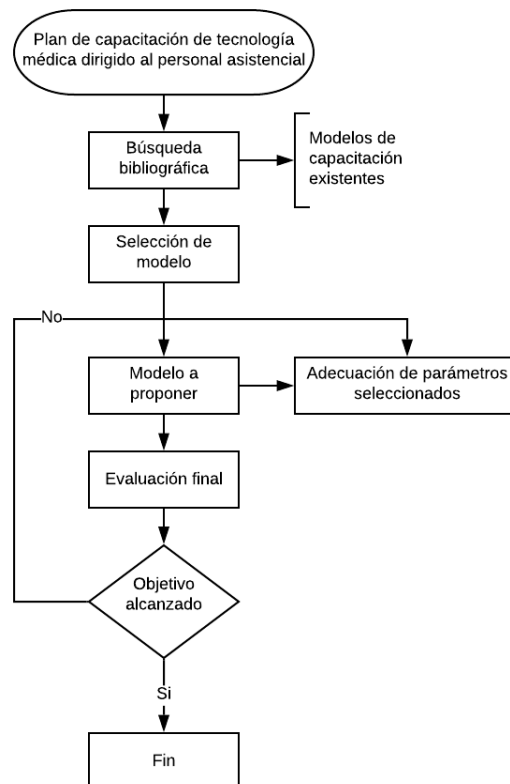


Figura 5. Plan de capacitación de tecnología médica dirigido al personal asistencial del servicio de urgencias.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Selección de modelo de capacitación

Luego de realizar la revisión literaria se establece como referencia para elaborar el protocolo de capacitación virtual, destinado al personal asistencial del servicio de urgencias, al Newcastle Hospitals por ser una entidad acreditada por la Join Comission International (JCI), ente que trabaja para mejorar la seguridad y la calidad de los pacientes al ofrecer educación, publicaciones, servicios de asesoramiento, acreditación y certificación internacional [8]. Y a su vez, como referente nacional se tomó la Fundación Clínica Valle del Lili y el Hospital Universitario Mayor Méderi de las cuales se logró obtener la información requerida para el estudio.

De acuerdo con los datos y la información recopilada de las instituciones prestadoras de servicios en salud, se realizó la toma de las cualidades más relevantes de estas, las cuales quedan registradas en la tabla 4.

*Tabla IV*  
**TABLA CARACTERÍSTICAS E INFORMACIÓN MODELOS DE CAPACITACIÓN**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>HOSPITALES</b>
Revisión y actualización de inventario	Entrada y salida de equipos anualmente
Identificación de necesidades	Jefes y coordinadores de áreas
Detección mal uso del equipo	Reporte e inhabilitación
Solicitud de capacitación	Jefes de área y personal asistencial
Herramientas de solicitud	Teléfono y plataforma en línea
No se validan competencias	Se exige reentrenamiento
Ingreso de nueva tecnología	Se realiza capacitación
No asistencia a la capacitación	Se realiza llamado de atención
Nivel de capacitación	Nivel de riesgo del equipo
Frecuencia de capacitación	Depende del nivel de riesgo, generalmente entre 2 y 3 al año
Evaluación de competencias	Presencial/Virtual
Obligación de capacitación	Habilitación nacional y políticas de la entidad

#### 4.2. Tamaño de la muestra de la población de estudio

El Hospital Universitario Méderi se divide en varias áreas asistenciales. Estas áreas son: El servicio de urgencias, hospitalización, consulta externa, imágenes diagnósticas, cuidados intensivos, partos y cirugía. El servicio de Urgencias ofrece la atención médica de urgencias y emergencias a pacientes para lo cual, cuenta con un personal de salud entre enfermeras-jefes y auxiliares de 216 personas. Durante el día, se dividen en turnos de 8 horas, entre auxiliares y enfermeras, para la atención en diferentes modalidades como urgencias adulto, corta estancia y prioritarias. Durante esta atención el personal de salud debe realizar tareas como: valoración clínica del paciente que ingresa, alimentar la historia clínica con esta información, notificar al médico la situación del paciente, realizar procedimientos indicados según la prescripción médica, entre los cuales esta administración de medicamentos o toma de exámenes de diagnóstico, además debe tramitar la preparación del paciente, el desplazamiento de ellos o de las muestras tomadas; diligenciar el documento de enfermería y al estabilizar el paciente, según la indicación médica, realizar el alta o la entrega del paciente a otros servicios como hospitalización, cirugía y cuidados intensivos.

Teniendo en cuenta una población de 216 personas entre auxiliares y enfermeras, se utilizó la fórmula 1, para calcular el tamaño de la muestra, o número determinado de sujetos que compondrán la muestra extraída de la población estudio, necesarios para que los datos obtenidos sean representativos de la población.

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N-1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q} \quad (1)$$

Donde:

N: es el tamaño de la población o el número total de posibles encuestados.

$Z_{\alpha}$ : es la constante del nivel de confianza, la cual indica la probabilidad de que los resultados de la investigación sean válidos.

e: es el error muestral deseado.

p: proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio.

q: proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es 1-p.

n: tamaño de la muestra o número de encuestas que van a realizar.

$$n = \frac{1,96^2 \cdot (216) \cdot (0,5) \cdot (0,5)}{(0,08)^2 \cdot (216-1) + (1,96)^2 \cdot (0,5) \cdot (0,5)} \quad (2)$$

$$n \simeq 88$$

#### 4.3. Pre-test

A continuación, se presentan los resultados de los exámenes Pre Test, registrados en la tabla 5. Donde en la primera columna se encuentran los tres equipos que se les evaluó

al personal, las siguientes cuatro columnas corresponden a las categorías en las cuales se dividió la prueba y la última columna corresponde al promedio o calificación total por equipo.

*Tabla V*  
**TABLA DE PROMEDIOS DE CALIFICACIONES DE LOS PRE-TEST PARA CADA EQUIPO**

<b>PRE-TEST</b>					
	<b>TEORÍA RELACIONADA</b>	<b>FUNCIONAMIENTO</b>	<b>ACCESORIOS</b>	<b>LIMPIEZA</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>BOMBAS DE INFUSIÓN</b>	3,7	3,9	NA	3,8	3,8
<b>DEFIBRILADOR</b>	3,9	2,7	3,9	4,1	3,7
<b>MONITOR DE SIGNOS VITALES</b>	2,6	3,7	4,3	3,2	3,5

Durante las observaciones del servicio de urgencias, las capacitaciones durante el turno se hacen imposibles, puesto que la ocupación del personal asistencial es demasiada, teniendo un proceso constante en la atención de los pacientes, por tal motivo se han implementado las capacitaciones virtuales sobre el manejo básico y los cuidados necesarios en la manipulación de los equipos seleccionados (bombas de infusión, desfibriladores y monitores de signos vitales), también las alertas a tener en cuenta y la manera adecuada de dejar los equipos luego de su utilización. En el anexo 3 se encuentran los videos desarrollados.

Además, se implementaron guías de manejo rápidas más amigables para el personal asistencial, donde se tuvo en cuenta el lenguaje cotidiano durante su jornada laboral para reconocer las partes de los equipos médicos dispuestos. Estas guías se crearon según las especificaciones del fabricante descritas en el manual de operación del equipo médico, las cuales se dispusieron en un entorno virtual. En el Anexo 2 se encuentran las guías iniciales desarrolladas.

Durante el periodo del proyecto dichos videos y guías rápidas fueron mostradas en los grupos primarios realizados por los jefes y coordinadores del servicio de urgencias.

#### **4.4. Post-test**

Los resultados de los Post-Test, que se realizaron posterior a la capacitación se encuentran registrados en la tabla 6. Donde en la primera columna se encuentran los tres equipos que se les evaluó al personal, las siguientes cuatro columnas corresponden a las categorías en las cuales se dividió la prueba y la última columna corresponde al promedio o calificación total por equipo.



*Tabla VI*  
**TABLA DE PROMEDIOS DE CALIFICACIONES DE LOS POST-TEST PARA CADA EQUIPO**

<b>POST-TEST</b>					
	<b>TEORÍA RELACIONADA</b>	<b>FUNCIONAMIENTO</b>	<b>ACCESORIOS</b>	<b>LIMPIEZA</b>	<b>PROMEDIO</b>
<b>BOMBAS DE INFUSIÓN</b>	4,6	4,7	NA	4,6	4,6
<b>DEFIBRILADOR</b>	4,5	4,2	4,6	4,8	4,5
<b>MONITOR DE SIGNOS VITALES</b>	4,0	4,4	4,8	4,5	4,4

#### **4.5. Resultados evaluaciones monitores de signos vitales**

En la tabla 7 y Figura 6, se pueden observar la comparación de los resultados de Pre-test y Post-test para el monitor de signos vitales.

*Tabla VII*  
**TABLA DE PROMEDIOS DE CALIFICACIONES DE MONITORES DE SIGNOS VITALES POR CATEGORÍA**

<b>MONITOR DE SIGNOS VITALES</b>				
	<b>TEORÍA RELACIONADA</b>	<b>FUNCIONAMIENTO</b>	<b>ACCESORIOS</b>	<b>LIMPIEZA</b>
PRE-TEST	2,6	3,7	4,3	3,2
POST-TEST	4,0	4,4	4,8	4,5

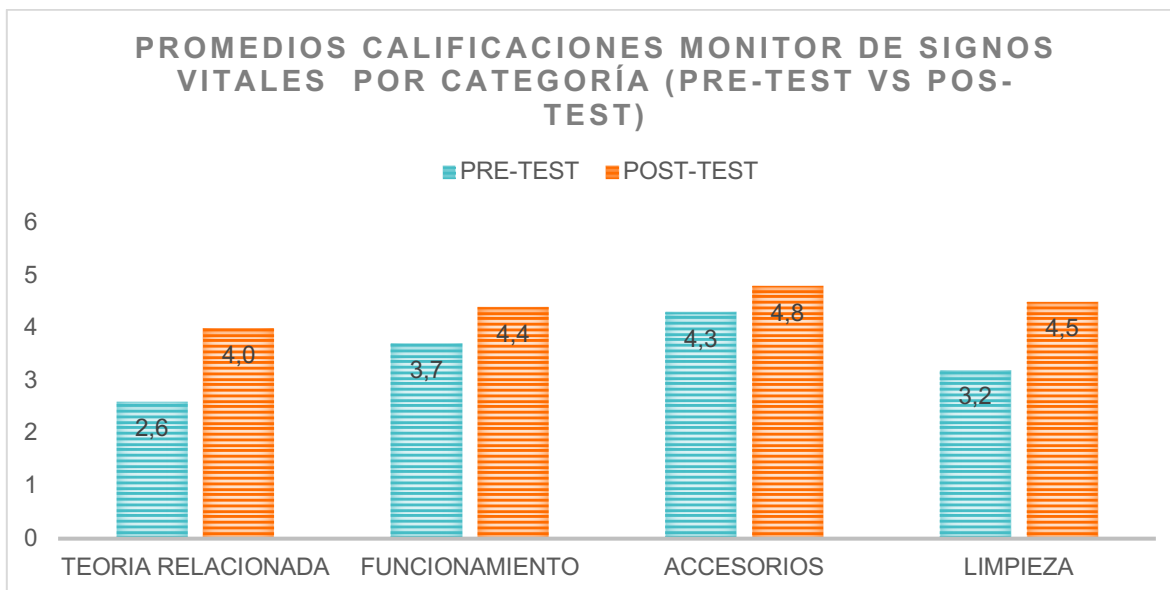


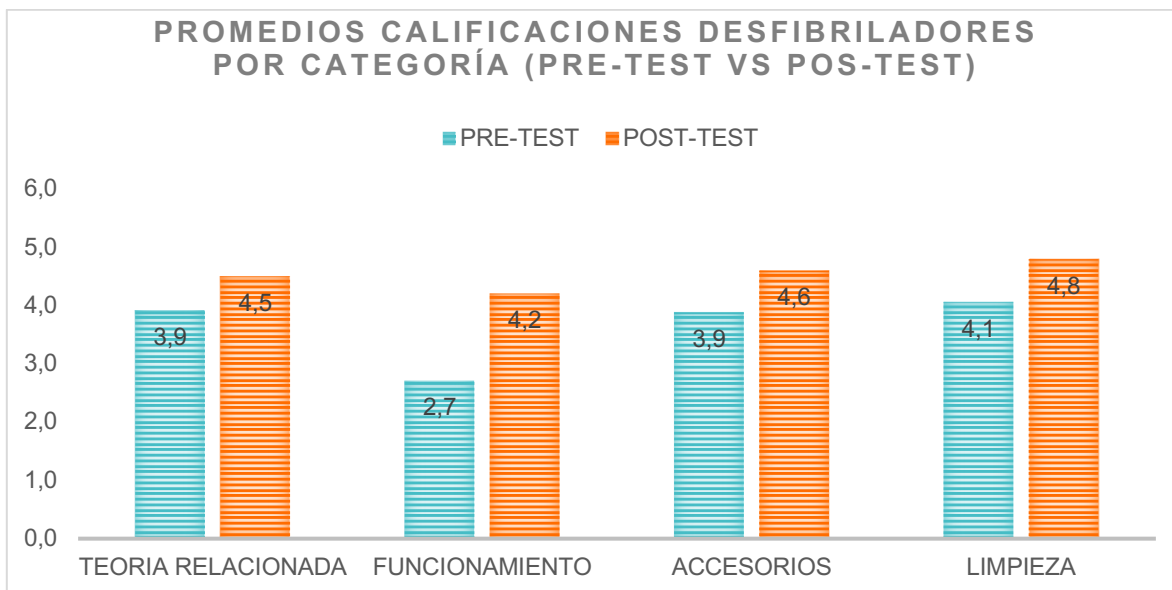
Figura 6. Comparación de calificaciones promedio pre-test y post-test por categoría para monitores de signos vitales.

#### 4.6. Resultados evaluaciones desfibriladores

En la tabla 8 y Figura 7, se pueden observar la comparación de los resultados de Pre-test y Post-test para el Desfibrilador.

Tabla VIII  
TABLA DE PROMEDIOS DE CALIFICACIONES DE DESFIBRILADORES POR CATEGORÍA

DEFIBRILADOR				
	TEORÍA RELACIONADA	FUNCIONAMIENTO	ACCESORIOS	LIMPIEZA
PRE-TEST	3,9	2,7	3,9	4,1
POST-TEST	4,5	4,2	4,6	4,8



*Figura 7. Comparación de calificaciones promedio pre-test y post-test por categoría para desfibriladores.*

#### **4.7. Resultados evaluaciones bombas de infusión**

En la tabla 9 y figura 8, se pueden observar la comparación de los resultados de Pre-test y Post-test para las bombas de infusión.

*Tabla IX*  
**TABLA DE PROMEDIOS DE CALIFICACIONES DE BOMBAS DE INFUSIÓN POR CATEGORÍA**

<b>BOMBAS DE INFUSIÓN</b>				
	<b>TEORÍA RELACIONADA</b>	<b>FUNCIONAMIENTO</b>	<b>ACCESORIOS</b>	<b>LIMPIEZA</b>
<b>PRE-TEST</b>	3,7	3,9	NA	3,8
<b>POST-TEST</b>	4,6	4,7	NA	4,6

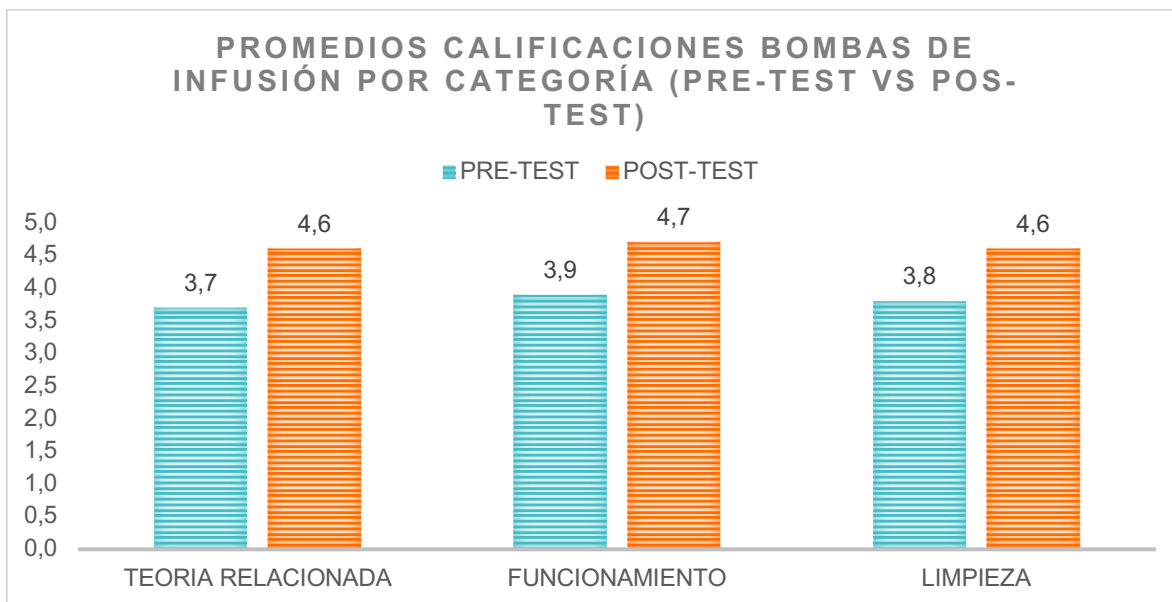


Figura 8. Comparación de calificaciones promedio pre-test y post-test por categoría para bombas de infusión.

#### 4.8. Promedio de calificaciones finales para cada equipo

En la tabla 10 se encuentran los resultados del promedio total de las categorías o calificación final por equipo, tanto de Pre-test como del Post-test. Y en la figura 9, se muestra la comparación gráfica entre las pruebas de esas calificaciones por equipo.

Tabla X  
TABLA DE PROMEDIOS DE CALIFICACIONES PARA CADA EQUIPO

EQUIPO	TOTAL PRE-TEST	TOTAL POST-TEST
DEFIBRILADOR	3,6	4,7
MONITOR	3,5	4,4
BOMBAS	3,8	4,6

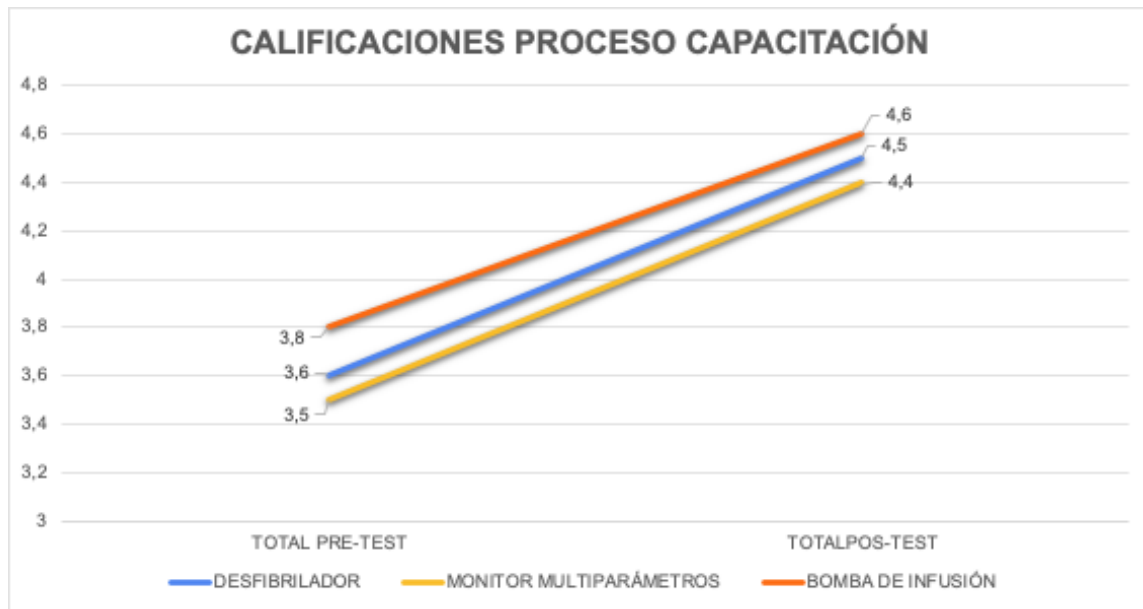


Figura 9. Comparación de calificaciones promedio pre-test y post-test para cada equipo.

## 5. DISCUSIÓN

Para la seguridad del paciente y el usuario, la capacitación adecuada es crítica tanto para el personal asistencial como el personal técnico. El personal técnico y el departamento de ingeniería biomédica tienen el doble de responsabilidad, debido a que deben informar, capacitar, programar y concientizar acerca de la importancia de tener un plan de capacitación. La capacitación no es una actividad elaborada en una sola ocasión, sino que es un proceso que debe realizarse de forma continua [9]. A su vez, el personal debe tener presente que el aprendizaje es importante para mejorar la fiabilidad y el éxito en el futuro de la solución a problemas, además de brindar al paciente seguridad en el momento de ingresar a la entidad prestadora de servicios de salud.

La necesidad de capacitar se va ampliando más, si se toma en cuenta que un elevado porcentaje de los accidentes y daños en los equipos médicos tienen su origen en errores cometidos por los operadores. Es decir, que una capacitación adecuada al personal asistencial reduce a la larga la incidencia a la falla de los equipos médicos [10]. Para detectar la necesidad de capacitación se deben emplear diversas estrategias, dentro de las cuales están las solicitudes enviadas por el personal, y por medio de la cantidad de incidente se verifica que el fallo o el evento fue debido a un mal uso del equipo.

Otro de los aspectos críticos para realizar la capacitación, es la disponibilidad horaria del personal asistencial, debido a que el personal tiene una larga jornada laboral, además es difícil tener a todo el personal reunido para realizar la capacitación, por lo cual la mejor estrategia es complementar las capacitaciones presenciales con capacitaciones virtuales otorgando al personal asistencial herramientas de fácil acceso y cargadas con la información necesaria para utilizar los diferentes equipos. Con el desarrollo de las capacitaciones, se ha expuesto la importancia del buen manejo de los equipos biomédicos en la atención del paciente, dando la premisa que, al tener un buen conocimiento en los posibles riesgos asociados al uso de los dispositivos médicos, se puede minimizar la probabilidad de generarse un evento adverso en el paciente o al operador del equipo.

En cuanto a los resultados de la tabla 5, correspondientes a las calificaciones promedio del pre-test por categorías y calificaciones promedio total por cada equipo, se puede analizar que la calificación final más baja por equipo es la correspondiente al monitor de signos vitales, seguida del desfibrilador y por último las bombas de infusión. Las categorías más bajas son teoría relacionada y funcionamiento, las cuales obtuvieron notas inferiores a 2.8, los cuales según el criterio de calificación indicaría conocimientos bajos o regulares para esas categorías. Por lo cual se debe reforzar y enfatizar esos temas en las capacitaciones. El restante de las calificaciones de los Pre-test en su mayoría se encontraron en el rango de 2.8-3.8 lo cual lo sitúa en el rango aceptable que indica que poseen conocimientos básicos pero que deben ser reforzados y estudiados regularmente.

Por otra parte, la puntuación obtenida por el personal asistencial, en la evaluación realizada después de la visualización de las capacitaciones (post-test) y guías rápidas, se obtuvo 4.5 en promedio de todos los equipos, dichas calificaciones se pueden observar en la tabla 6. Esta puntuación según el criterio de calificación indicaría buenos conocimientos, lo que nos permite afirmar que la información y la forma de presentarla fueron claras y precisas, lo cual resulta satisfactorio en relación con el método aplicado para este proceso.

De la tabla 7 a la tabla 9 y de la figura 6 a la figura 8 se pueden observar las comparaciones de calificaciones promedio entre los pre-test (barra azul) y los post-test (barra naranja) por categoría, para los monitores de signos vitales, desfibriladores y las bombas de infusión respectivamente, para todos los casos se observa que se obtuvo una mayor calificación en las evaluaciones realizadas después de la capacitación, es decir en el post-test; además se puede evidenciar que las categorías que tuvieron un mayor ascenso en la nota final es la categoría de funcionamiento y la de teoría relacionada, las cuales fueron reforzadas al ver los resultados del pre-test, aunque en la categoría de accesorios se sigue siendo un mayor conocimiento.

Los resultados comparativos del promedio de calificaciones finales de Pre-test y Post-test para los equipos, presentados en la tabla 10 y figura 9, evidencian que se generó un aumento de aproximadamente una unidad en los puntajes finales, luego de la aplicación de las diferentes herramientas de capacitación (Videos y Guías rápidas). Esto podría sugerir que el aumento de los puntajes muestra un patrón de asimilación y entendimiento de la información, ya que los criterios de evaluación y calificación fue la misma tanto en la evaluación diagnóstica (Pre-Test) como en la final (Post-Test).

Con base en los resultados 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, lo que representa un aporte significativo a los procesos internos.

## 6. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Este trabajo se puede implementar en conjunto con el sistema de capacitación presencial ya establecido en el Hospital Universitario Mayor Méderi de forma continua y constante, con el fin de reforzar y reafirmar los conceptos necesarios para el buen manejo de los diferentes equipos médicos. Siendo útil para el personal actual y para el personal nuevo que ingrese a la institución. Es recomendable que este protocolo virtual vaya en conjunto con capacitaciones presenciales con el fin de que el personal pueda interactuar con el equipo de forma asistida por el ingeniero a cargo de la capacitación.

Uno de los parámetros más críticos para programar y realizar la capacitación es la plataforma utilizada para tal fin, ya que por medio de esta plataforma se busca tener herramientas necesarias para un aprendizaje completo y que sea de fácil acceso. Por lo cual se sugiere implementar una plataforma de acceso a todo el personal que contenga herramientas tales como videos, formatos, imágenes, manuales, guías rápidas y evaluaciones acerca de los dispositivos médicos que se encuentran en el área de interés, de esta manera el personal se encuentra en constante interacción con los dispositivos médicos que utilizan.

En conjunto con lo anterior, se recomienda abrir un foro en el cual el personal pueda dejar dudas, preguntas y recomendaciones que puedan surgir luego de recibir el material virtual, ya que es común que aparezcan dudas, que normalmente se podrían solucionar en una capacitación presencial, pero al ser de modo virtual esto se dificulta y se pueden ver reflejadas en las evaluaciones post-test.

Es importante tener en cuenta que al implementar las capacitaciones virtuales se debe abarcar cada una de las áreas y servicios del hospital y así mismo todos los equipos que en ellas se encuentren, por lo cual se propone realizar todo el estudio y el material en las otras áreas y en el restante de los equipos.

Para que se visualice la importancia de aprender adecuadamente el manejo de los equipos y para lograr minimizar la probabilidad de ocurrencia de incidentes o eventos adversos, se propone que sigan evaluando los conocimientos adquiridos después de la capacitación, y así mismo realimentar los resultados de las diferentes pruebas.



## 7. CONCLUSIONES


- El proyecto de diseñar y evaluar un protocolo de capacitación virtual de tecnología biomédica enfocado al personal asistencial del servicio de urgencias del Hospital Universitario Mayor Méderi, demuestra la importancia y utilidad de integrar un programa de capacitación virtual para la actualización y fortalecimiento de las competencias y habilidades del personal, el cual permite identificar los vacíos de conocimiento, y ratificar el impacto del buen uso de la tecnología biomédica otorgando una herramienta efectiva para garantizar el conocimiento de la tecnología, el correcto estado y funcionamiento de los equipos.
- A partir de lo visto en el servicio de urgencias se evidencia que algunos factores que influyen en la necesidad de una estructuración de protocolo de capacitación virtual es la constante rotación de personal, el ingreso de nuevas tecnologías o la mala formación del personal asistencial en el uso de los dispositivos médicos que tienen a disposición para realizar su labor.
- El desarrollo de los diferentes Pre-Test fue vital a la hora de diagnosticar el estado del personal y analizar sus conocimientos, porque gracias a la evaluación de dichas pruebas se logró enfocar las capacitaciones y la información de las guías rápidas a los vacíos que presentaba el personal en las categorías a evaluar.
- Gracias a la evaluación de los Post-Test donde se valoraron las competencias necesarias, para la manipulación de los equipos biomédicos. se pudo observar un aumento significativo de los conocimientos del personal demostrando la eficiencia del método de capacitación virtual propuesto.
- A partir del material realizado para cada uno de los equipos contemplados en el estudio, se garantiza que el personal está en todas las cualidades y cumple con todos los requisitos para brindar una atención con el mínimo riesgo hacia el paciente y asegurando el uso correcto de la tecnología biomédica; siendo primordial la concientización de cada uno de los integrantes de la planta del personal acerca del riesgo que implica no tener conocimiento del uso de los diferentes dispositivos médicos, demostrando ser una capacitación efectiva.
- La generación de videos educativos facilita el aprendizaje, debido que el personal de salud tiende a ser más visual en cada una de sus actividades, esto logra que adquieran las competencias necesarias, pero se necesita generar una periodicidad en el desarrollo de las actividades.
- Se evidencia la necesidad de generar un tipo de supervisión en el desarrollo de capacitación virtual, puesto que se evidencian dudas o preguntas que no pueden ser resueltas como se realizaría en una capacitación presencial, también, en algunos casos falta de compromiso y tiempos cortos para finalizar las evaluaciones.

## REFERENCIAS

- [1] Ministerio de la protección social Cuerpo legislativo. (2005, diciembre 26). Decreto 4725, Habilitación.  
Disponible:  
[https://www.who.int/medical\\_devices/survey\\_resources/health\\_technology\\_national\\_policy\\_colombia.pdf](https://www.who.int/medical_devices/survey_resources/health_technology_national_policy_colombia.pdf)
- [2] Ministerio de la protección social. (2005, Diciembre 26). Decreto 4725. Programa Nacional de Tecnovigilancia.  
Disponible en:  
<https://paginaweb.invima.gov.co/images/pdf/Prensa/publicaciones/Resolucion-4816.pdf>
- [3] Reza Trocino, Jesús Carlos, Gestión efectiva de recursos humanos en las organizaciones, un enfoque sistémico, editorial Panorama, México, D. F., 2010.
- [4] Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. Guía Tecnológica No. 13: Monitor de signos vitales. CENETEC, SALUD, México; Enero 2005. Disponible en:  
[http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/biomedica/guias\\_tecnologicas/13qt\\_monitore\\_s.pdf](http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/biomedica/guias_tecnologicas/13qt_monitore_s.pdf)
- [5] Rodríguez de Viguri N, López Mesa J y Ruano Campos M. Manual de soporte vital avanzado. 4ª edición. Madrid: SEMICYUC; 2007.
- [6] Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. Guía Tecnológica No. 1: Sistemas de Infusión. CENETEC, SALUD, México; Agosto 2004. Disponible en:  
[http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/biomedica/guias\\_tecnologicas/1qt\\_bombas.pdf](http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/biomedica/guias_tecnologicas/1qt_bombas.pdf)
- [7] Medicines & Healthcare Products Regulatory Agency. Managing Medical Devices. Guidance for healthcare and social services organizations, Abril 2015.
- [8] Join Commission International. En línea: <https://jci.cc/es/what-we-do> . 24-04-2020
- [9] World Health Organization. Medical equipment maintenance programme overview: WHO Medical device technical series.
- [10] López M., Ayala R. Guía de Procedimientos para un Centro Estatal de Ingeniería Biomédica (CEDIB). Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. 1 Ed. México, 2013.

## ANEXOS

### Anexo 1. Evaluación Bombas de Infusión



#### EVALUACIÓN Tema: Bombas de infusión

A continuación se presentaran una serie de preguntas relacionadas con la teoría del equipo (bombas de infusión) y su correcto uso. Con el fin de evaluar los conocimientos del servicio y plantear recursos de aprendizaje.

**\*Obligatorio**

Nombre y apellido \*

Tu respuesta

Servicio \*

Tu respuesta

Fecha \*

Fecha  
dd/mm/aaa

1. Defina qué es una bomba de infusión \*

Tu respuesta

2. Cual de las siguientes propiedades y características NO posee una bomba de infusión \*

- Precisión
- Suministro constante
- Seguridad y confiabilidad
- Monitorización de signos vitales
- Sistemas de control

3. Nombre 2 de las aplicaciones típicas donde se utilizan los sistemas de infusión \*

Tu respuesta

4. Escriba los parámetros a controlar en una bomba de infusión \*

Tu respuesta

3. Nombre 2 de las aplicaciones típicas donde se utilizan los sistemas de infusión \*

Tu respuesta

4. Escriba los parámetros a controlar en una bomba de infusión \*

Tu respuesta

5. Nombre 3 alarmas que el equipo presente \*

Tu respuesta

6. Describa como y con que se le debe realizar la desinfección y limpieza a las bombas de infusión \*

Tu respuesta

7. Mencione las diferencias de una bomba de infusión de jeringa y una bomba de infusión peristáltica \*

Tu respuesta

8. ¿Qué cuidados se debe tener para garantizar el correcto funcionamiento del equipo? \*

Tu respuesta

9. ¿Qué se requiere para poner en funcionamiento las bombas de infusión? \*

Tu respuesta

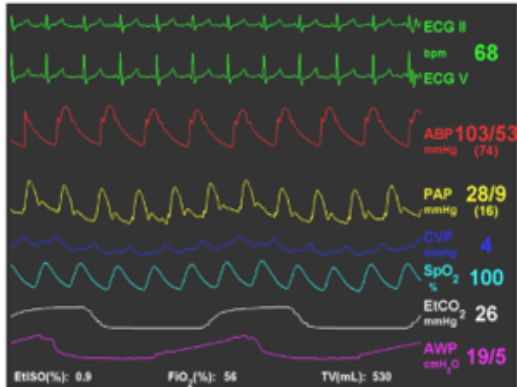
**Enviar**

## Anexo 2. Evaluación Monitor de Signos Vitales.

### EVALUACIÓN Tema: Monitor de signos vitales

\*Obligatorio

A continuación se presentaran una serie de preguntas relacionadas con la teoría del equipo (monitor de signos vitales) y su correcto uso. Con el fin de evaluar los conocimientos del servicio y plantear recursos de aprendizaje.



Nombre y apellido \*

Tu respuesta

Servicio \*

Tu respuesta

Fecha \*

Fecha  
dd/mm/aaa

1. ¿Cuáles son las funciones principales de un monitor de signos vitales? \*

Tu respuesta

2. ¿Qué características o parámetros se pueden medir en un monitor de signos vitales? \*

Tu respuesta

3. De los siguientes elementos, ¿cuáles son los accesorios de un monitor de signos vitales? \*

- Sensor de saturación de oxígeno
- Válvula exhalatoria
- Sensor de temperatura
- Brazaletes
- Sensor de flujo
- Cables de ECG

4. ¿Cuál es la posición de los electrodos correcta en el paciente para la monitorización del ECG con 3 y 5 leads? \*

Tu respuesta

5. ¿Cuándo se deben programar las alarmas y bajo qué rangos? \*

Tu respuesta

6. ¿Qué cuidados se debe tener para garantizar el correcto funcionamiento del equipo? \*

Tu respuesta

7. ¿Cómo debe ser la desinfección y limpieza del monitor de signos vitales y con qué soluciones se debe hacer? \*

Tu respuesta


Enviar

### Anexo 3. Evaluación Desfibriladores.

#### EVALUACIÓN Tema: Desfibriladores

**\*Obligatorio**

A continuación se presentaran una serie de preguntas relacionadas con la teoría del equipo (desfibrilador) y su correcto uso. Con el fin de evaluar los conocimientos del servicio y plantear recursos de aprendizaje.



Nombre y apellido \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

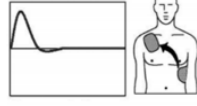
Servicio: \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

Fecha: \*


Fecha  
dd/mm/aaa

1. Nombre y describe el tipo de onda de desfibrilación \*



Tu respuesta \_\_\_\_\_

2. Nombre y describe el tipo de onda de desfibrilación \*



Tu respuesta \_\_\_\_\_

3. ¿Cuáles son las funciones principales o modos de operación del desfibrilador? \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

4. ¿ En dónde se deben colocar las palas y/o los parches a la hora de desfibrilar al paciente? \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

5. Escribe los pasos detallados a la hora de realizar la cardioversión \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

5. Escribe los pasos detallados a la hora de realizar la cardioversión \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

6. Describe los pasos a la hora de utilizar la función de marcapasos \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

7. ¿ Cuáles son los diferentes modos de operación para el marcapasos? \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

8. ¿ Que se debe verificar previo al uso del equipo? \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

9. Nombre los accesorios que debe tener el desfibrilador \*


Tu respuesta \_\_\_\_\_

10. ¿Por qué es importante realizar la limpieza de las palas? \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

**Enviar**

### Anexo 4. Plantilla usada en la institución para la evaluación de las capacitaciones

	<b>FORMATO</b>								<b>NIVEL DE PROCESO</b>						
									<b>APOYO ASISTENCIAL</b>						
	<b>CALIFICACIÓN (PRE-TEST Y POST-TEST) DE EQUIPOS BIOMÉDICOS PARA PROGRAMA DE CAPACITACIÓN VIRTUAL</b>								<b>PROCESO</b>						
									<b>MANTENIMIENTO</b>						
								<b>CÓDIGO:</b>		<b>VERSIÓN:</b>					
								<b>F-ENF-68</b>		<b>1</b>					
<b>FECHA :</b> día / mes / año			<b>NOMBRE COMPLETO:</b>												
<b>IDENTIFICACIÓN:</b>			<b>EQUIPO A EDUCAR:</b> BI DF MM						<b>SERVICIO:</b>			<b>CARGO:</b>			
<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN: CONOCIMIENTO PREVIO DE LA PATOLOGÍA EN LA QUE SERÁ EDUCADO</b>			<b>1. MALO</b>		<b>2. REGULAR</b>			<b>3. ACEPTABLE</b>		<b>4. BUENO</b>			<b>CRITERIOS</b>		
			BI	DF	MM	BI	DF	MM	BI	DF	MM				
El personal asistencial reconoce el funcionamiento del equipo biomédico el cual se educará.												1: Tiene desconocimiento completo del equipo. 2: Manifiesta el nombre del equipo y lo relaciona con complicaciones. 3: Manifiesta la mayoría de conceptos relacionados con el equipo. 4: Conoce el equipo y utiliza terminología completa.			
El personal asistencial define y menciona los accesorios del equipo biomédico que se educará															
El personal asistencial conoce la teoría relacionada del equipo biomédico el cual se educará															
El personal asistencial conoce cuidados y precauciones que se deben tener con el equipo biomédico que se educará															
<b>Calificación final</b>			1	FASE:		CALIFICACIÓN: /5			<b>PROMEDIO:</b>			<b>OBSERVACIONES:</b>			
			2	FASE:		CALIFICACIÓN: /5									
			3	FASE:		CALIFICACIÓN: /5									
			4	FASE:		CALIFICACIÓN: /5									
<b>NOMBRE Y FIRMA DEL PROFESIONAL DE INGENIERIA RESPONSABLE DE LA EVALUACIÓN DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN VIRTUAL</b>															
<b>Resultados:</b> *0-16 ptos= Fase 1    *16-28 ptos= Fase 2    *28-38 ptos= Fase 3    *38-50 ptos= Fase 4. <b>Equipos biomédicos:</b> *1. BI: Bombas de Infusión    *2. DF: Desfibrilador    *3. MM: Monitor Multiparámetros															









