



**Diseño e implementación de curriculum para el desarrollo del manual del laboratorio de Ingeniería Biomédica de la Corporación Universitaria Reformada.**

**Autor:**

**Jesús David Gómez Pájaro**

**Trabajo de grado como prerrequisito para la obtención del título de:**

**Tecnólogo en electromedicina**

**Director:**

**MA. Orlando Miranda**

**Asesor Metodológico:**

**MA. Pedro Pacheco**

**Facultad de Ingenierías  
Programa de Ingeniería Biomédica**

**Barranquilla**

**2020**



**Diseño e implementación de curriculum para el desarrollo del manual del laboratorio de Ingeniería Biomédica de la Corporación Universitaria Reformada.**

**Jesús David Gómez Pájaro**

**Director:**

**MA. Orlando Miranda**

**Asesor Metodológico:**

**MA. Pedro Pacheco**

**Facultad de Ingenierías**

**Programa de Ingeniería Biomédica**

**Barranquilla**

**2020**

## ÍNDICE

<b>Dedicatoria .....</b>	<b>5</b>
<b>Agradecimientos .....</b>	<b>6</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>7</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>8</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>8</b>
<b>Objetivos De La Investigación .....</b>	<b>10</b>
Objetivo General .....	10
Objetivos Específicos .....	10
<b>Justificación .....</b>	<b>10</b>
<b>Marco De Referencia.....</b>	<b>11</b>
<b>Planteamiento Del Problema .....</b>	<b>23</b>
<b>Metodología .....</b>	<b>24</b>
Tipo De Investigacion .....	24
Enfoque De Investigación.....	24
Fuentes De Recolección De Datos .....	25
<b>Fuentes Primarias</b> .....	25
<b>Fuentes Secundarias.</b> .....	25
<b>Técnicas E Instrumentos</b> .....	25
Población Y Muestra .....	25
Fases Del Proyecto .....	26
Productos O Resultados Esperados .....	26
Impactos Esperados .....	26
<b>Resultados.....</b>	<b>27</b>
1) Hojas De Vida .....	27
2) Normas De Seguridad Y Prevención De Accidentes.....	47
3) Instrucciones Generales Para El Trabajo En El Laboratorio.....	48
4) Instrucciones Para El Pre-Informe.....	50
5) Informes Del Laboratorio.....	51
6) Prácticas De Laboratorios .....	53
<b>Costos.....</b>	<b>70</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>70</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>71</b>
Anexo 1 .....	71
<b>Lista De Referencias.....</b>	<b>72</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1 (Creación Propia, 2020) .....</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 2 (Creación Propia, 2020).....</b>	<b>70</b>
<b>Tabla 3 (Creación Propia, 2020) .....</b>	<b>71</b>

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1(Creación Propia, 2020)</b> .....	24
<b>Figura 2 (Creación Propia, 2020)</b> .....	50

## **DEDICATORIA**

Dedico a Dios la culminación de este proyecto de investigación, que me permitirá la obtención del título de Tecnólogo en Electromedicina, su amor incondicional se convirtió en mi brújula.

A los docentes que me apoyaron con cada uno de sus valiosos aportes en la realización de este proyecto investigativo.

A mis Padres, hermano y Abuelo, quienes son mi inspiración de vida.

A los estudiantes que emprenden con empeño el maravilloso reto de formarse como Ingenieros de la Corporación Universitaria Reformada.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por ser mi fuente de sabiduría.

Mi sincero agradecimiento a la comunidad educativa de las facultades de Ingeniería Biomédica e Industrial, que me honraron al permitirme la socialización de este trabajo, y de quienes obtuve pertinentes y oportunos aportes, logrando de esta manera la consolidación de este proyecto.

A la Corporación Universitaria Reformada, por habernos permitido desarrollar esta propuesta con capacidad crítica, autónoma y competente lo cual nos permite contribuir al desarrollo de una mejor educación para las futuras generaciones.

A la empresa Tecnobiomedical S.A. quien traslado uno de sus laboratorios a las instalaciones de nuestra Universidad como parte del convenio que busca el desarrollo, la educación e investigación de nuestros futuros profesionales.

## RESUMEN

Actualmente en Colombia ocurren un sin número de accidentes al interior de laboratorios, en su gran mayoría laboratorios de química de las diferentes escuelas del País. Los accidentes ocurren por no respetar las normas de seguridad o por falta de capacitación del docente a cargo. Es de nuestro conocimiento que los laboratorios como espacios físicos, se convierten en una herramienta que permite desarrollar en el estudiante pensamiento crítico y dar solución a los problemas, en donde puede materializar sus ideas, las cuales nacen de las necesidades o la curiosidad presente en su entorno, a su vez mejora su aprendizaje al momento de llevar todos los conceptos adquiridos en el aula, a la práctica. Por esta razón, es de suma importancia que un laboratorio cuente con un manual en el cual el estudiante pueda conocer todas las normas e instrucciones que deberá seguir desde el mismo momento en que ingresa al laboratorio para garantizar su seguridad, la de sus compañeros y la del maestro líder.

Este proyecto busca la creación ,diseño e implementación de curriculum para el desarrollo del manual del laboratorio de Ingeniería Biomédica de la Corporación Universitaria Reformada, el cual contará con Hoja de Vida para cada equipo presente en el laboratorio, Normas de Seguridad y Prevención de accidentes dentro del laboratorio, Instrucciones generales para el trabajo en el laboratorio, Instrucciones para el pre-informe e informes del laboratorio y Prácticas adecuadas para el desarrollo del aprendizaje de los estudiantes.

**PALABRAS CLAVE:** Biomédica, Laboratorio, Curriculum.

## **ABSTRACT**

Currently, there are endless accidents in Colombia within laboratories, mostly chemistry laboratories in schools. Accidents occur due to not respecting safety regulations or lack of training of the teacher in charge. We know that laboratories are a tool where the student can materialize their ideas, which are born from the needs or curiosity present in their environment, in turn improves their learning when taking all the concepts acquired in the classroom, to the practice. For this reason, it is important that a laboratory has a manual in which the student can know all the rules and instructions that must be followed from the moment they enter the laboratory to ensure their safety and the safety of the lead teacher.

This project seeks the creation, design and implementation of a curriculum for the development of the Biomedical Engineering laboratory manual of the Reformed University Corporation, which will have a CV for each team present in the laboratory, Safety Standards and Accident Prevention within of the laboratory, General instructions for the work in the laboratory, Instructions for the pre-report and reports of the laboratory and appropriate Practices for the development of student learning.

**KEY WORDS:** Biomedical, Laboratory, Curriculum.

## **INTRODUCCIÓN**

El objetivo principal por el cual se emprendió la tarea de elaborar un Manual de Laboratorio es el de proporcionar al estudiante cursante de cualquier asignatura relacionada con la Ingeniería Biomédica un conocimiento básico que le permita realizar las labores esenciales de un ingeniero biomédico y a su vez iniciar en el estudio de la

Metrología, la cual es fundamental para tener un buen desempeño dentro del campo biomédico.

El manual está concebido para llevar las prácticas de Laboratorio que se hagan en las áreas relacionadas con la metrología y biomédica, que corresponde al ciclo del desarrollo de los estudiantes en el campo científico y metodológico de los planes de estudio de Ingeniería Biomédica.

Las prácticas de Laboratorio están diseñadas para que el estudiante pueda familiarizarse con los equipos y materiales de uso común en los laboratorios y desarrolle habilidades y destrezas en el manejo de estos, asumiendo su labor con un criterio analítico y no solo con la curiosidad de comprobar fenómenos.

A su vez el Manual contara con todas las normas de seguridad y prevención de accidentes para minimizar cualquier tipo de incidente o evento adverso y maximizar el nivel de aprendizaje dentro del laboratorio de Ingeniería Biomédica de la Corporación Universitaria Reformada.

El manual de prácticas de laboratorio se encontrará disponible de manera impresa y/o virtual y presenta la siguiente estructura:

- Información general sobre la estructura del manual.
- Instrucciones generales para el trabajo en el laboratorio.
- Instrucciones para el pre-informe y el informe del laboratorio.
- Manejo de las prácticas de Laboratorio establecidas.
- Anexos.
- Bibliografía.

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Diseñar e implementar un curriculum para la elaboración del Manual del Laboratorio de Ingeniería Biomédica, que permita el adecuado uso y manejo del mismo por parte de los estudiantes de la facultad de Ingeniería Biomédica de la Corporación Universitaria Reformada.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar hojas de vida para cada equipo presente en el laboratorio.
- Establecer las normas de seguridad y prevención de accidentes dentro del laboratorio.
- Definir las instrucciones generales para el trabajo en el laboratorio, instrucciones para el pre-informe e informes del laboratorio.
- Determinar en conjunto con los docentes cuáles son las prácticas adecuadas para el desarrollo del aprendizaje de los estudiantes.

### **JUSTIFICACIÓN**

El presente proyecto proporciona un manual de normativas, instrucciones y prácticas para el laboratorio de Ingeniería Biomédica, con el fin de mejorar el comportamiento de estudiantes y docentes, como también brindar un soporte a los estudiantes al momento de realizar sus prácticas de laboratorio.

Actualmente sabemos que los laboratorios son una herramienta donde el estudiante puede materializar sus ideas, las cuales nacen por las necesidades o la curiosidad presente

en su entorno, a su vez mejora su aprendizaje al momento de llevar todos los conceptos adquiridos en el aula, a la práctica. Por esta razón es importante que un laboratorio cuente con un manual en el cual el estudiante pueda conocer todas las normas e instrucciones que deberá cumplir desde el momento que entra al laboratorio para garantizar su seguridad y la seguridad del maestro líder. Además, el manual le brindará al estudiante todas las instrucciones que debe seguir al momento de trabajar, desarrollar prácticas y presentar informes en el laboratorio.

### **MARCO DE REFERENCIA**

Se dice que la Ingeniería biomédica se origina al encontrar en Egipto en una tumba con más de 3000 años de antigüedad, una prótesis de un dedo gordo del pie de un individuo. Otros estudios mencionan que la Ingeniería biomédica da lugar entre los años 1890 y 1910 cuando el desarrollo de la instrumentación eléctrica y electrónica produjo una explosión de resultados como: los diseños para el registro de señales electrofisiológicas, el desarrollo de un galvanómetro de cuerda y su aplicación en un registro de señales electroencefalográficas, entre otras. (Alfaomega Grupo Editor, 2015)

En la antigüedad (antes de Cristo) las enfermedades se llamaban “visitas”, la medicina era practicada por un curandero, medico brujo o doctores yerberos, arreglando huesos, se usaba principalmente la medicina primitiva, los griegos identificaban a Imhotep como el dios de la medicina y las curaciones. En Grecia, Hipócrates contribuyó con un ingrediente esencial en la medicina: el espíritu científico. En Roma Galeno (después de Cristo) fue considerado como el padre de la medicina deportiva. Después de la caída del imperio romano la Iglesia se convirtió en el repositorio del conocimiento médico.

Constantino mando que todos los monasterios fueran utilizados como hospitales. En esta época de Constantino (335 D.C) nace el concepto de hospital y la medicina toma un carácter humanitario, distinta a la época Antes de Cristo. En 1592, Galileo inicia varios estudios de fenómenos biológicos con fundamentos científicos, solo que este desarrollo solo se limitó a universidades. En el siglo XVIII los hospitales tuvieron su mayor crecimiento. Hasta el siglo XIX los hospitales su imagen de lugares indeseables a lugares de sanidad. En 1900, se tuvo gran avance en las ciencias: química, fisiología, farmacología, entre otros. Un invento muy significativo fue el Rx con el cual en 1930 era posible ver la mayoría de los órganos del cuerpo humano por medio de sustancias radio-opacas. Para 1940 se usa la penicilina evitando la mortalidad por infecciones. Después de la segunda guerra mundial (1945-1973) científicos de Estados Unidos se destacaron por sus avances tecnológicos e investigaciones en el área de la medicina, la tecnología ya juega un rol importante para este avance. (Alfaomega Grupo Editor, 2015)

Para el siglo XX, la innovación tecnológica creció a pasos agigantados, esto permitió estar presente en cada fase de la vida de una persona. En el siglo XXI, se espera que sea el siglo de Oro de la Ingeniería Biomédica, debido a la creciente evolución tecnológica e investigativa que se presenta día a día; esta evolución de innovación tecnológica, se nota principalmente en el campo de la medicina y en la prestación de los servicios para el cuidado de la salud, ahora los profesionales de la Ingeniería han llegado a estar presentes en muchos desafíos médicos, como resultado de ello, la Ingeniería Biomédica ha surgido como un medio integrados de dos profesiones dinámicas, la medicina y la ingeniería. (Alfaomega Grupo Editor, 2015)

En Colombia en el año de 1958, el Ingeniero Jorge Reynolds Pombo fue pionero en el mundo con el diseño y la construcción del primer marcapasos, en Bogotá, basado en el modelo de John Hopps de 1950. En 1964, el Neurólogo colombiano Salomón Hakim, inventó la válvula de Hakim que drena líquido céfalo raquídeo para controlar la hidrocefalia. En 1964, una de las figuras más conocidas por su trabajo en el campo de las neurociencias, el Neurofisiólogo Rodolfo Llinas (quien trabaja de la mano con la NASA, investigando sobre las incidencias del estado de cero gravedades sobre sistemas nerviosos) presentó sus estudios sobre los desarrollos con redes neuronales en los sistemas de conocimiento deductivo; los cuales enriquecieron notablemente la ingeniería biomédica. (López, 2009)

Actualmente la Ingeniería biomédica combina los principios y técnicas de la ingeniería con las necesidades médicas para obtener beneficios en el cuidado de la salud y el mejoramiento de la calidad de vida, esto cada vez se hace más sencillo con el uso de la tecnología, la cual ha impactado fuertemente el área, ahora se encuentran desarrollando proyectos con Genoma Humano, Nanotecnología, Ingeniería de los tejidos, utilización de órganos artificiales, cibernética y robótica médica. Esto refleja el gran campo que la ingeniería biomédica puede ofrecer a los seres humanos.

Desde sus primeras manifestaciones, normalmente incluida dentro de la antropología general, pasando por la arquitectura y la agricultura, hasta las transacciones comerciales, la propiedad de la tierra y el derecho a percibir rentas, donde rápidamente se encuentra el rastro de alguna operación de medida, la metrología, al igual que hoy, ha formado parte de la vida diaria de los pueblos. (Jiménez, Calderón y Echeverri, 2008)

Antes del Sistema Métrico Decimal, los seres humanos no tenían más opción que hacer uso de lo que llevaban encima, su propio cuerpo, para contabilizar e intercambiar productos. Es así como empleaban el pie, casi siempre apoyado sobre la tierra, como unidad de medida útil para medir pequeñas parcelas, del orden de la cantidad de suelo que se necesita, por ejemplo, para hacerse una choza. Más adelante se hace uso del codo, para medir piezas de tela u otros objetos que se pueden colocar a la altura del brazo, en un mostrador o similar. Posteriormente se emplea el paso, útil para medir terrenos más grandes, caminando por las lindes. Para medidas más pequeñas, de objetos delicados, se emplea la palma y, para longitudes aún más pequeñas, el dedo. (Pachón y Manzano 2002)

Al requerirse una correspondencia entre unas unidades y otras, aparecen las primeras equivalencias: una palma tiene cuatro dedos; un pie tiene cuatro palmas; un codo ordinario tiene un pie y medio, esto es, 6 palmas; y si a este codo se le añade un pie más, tenemos el grado o medio paso que es igual, por tanto, a un codo más un pie, o dos pies y medio, o diez palmas; y por fin el paso que es la distancia entre dos apoyos del mismo pie al caminar. Así que una vez estipulado cuanto mide un pie, o un codo, todas las demás medidas se obtienen a partir de él, con lo cual puede hacerse un primer esbozo de un sistema antropométrico coherente. (Pachón y Manzano, 2002)

Hasta el Renacimiento, la mayor parte de la información existente sobre metrología se refiere a su aplicación en las transacciones comerciales y en las exacciones de impuestos. Solo a partir del Renacimiento se hace visible la distinción entre metrología científica y otras actividades metrológicas, que podríamos denominar “de aplicación”. (Forteza, 2001)

A lo largo de la historia se observa una regla general, cuanto más económico es un género, más rápido se hace su medición y una con menor precisión. En la actualidad podemos decir que tanto la técnica de medición como el instrumento deben adaptarse a la tolerancia de medida que deseamos comprobar y que, en efecto, mayores tolerancias permiten una medición más rápida y menos cuidada. (Fortea, 2001)

Los autores (Guardado, Mitani, Castorena, 2013) afirman “la metrología es de primera importancia en la industria para incrementar su eficiencia y competitividad. La implementación de sistemas de medición en la industria requiere del análisis de elementos metrológicos y metodologías sencillas, entre éstos la trazabilidad es un factor clave para lograr la confiabilidad en las mediciones para el control de procesos productivos y asegurar la calidad y la conformidad de los productos. Para que la metrología funcione eficazmente en un país se requiere de una organización en la que aportan y obtienen beneficios todos los sectores”.

En la industria se hace evidente la metrología al grado de no ser posible concebir un proceso de fabricación que no lleve implícita alguna medición.

A continuación, definiremos algunos términos de manera que sean entendibles y de fácil apropiación para los lectores.

- **Ingeniería Biomédica:** Existe un amplio número de definiciones alrededor del término de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería. Por ejemplo, la Fundación Whitaker, Institución norteamericana que se dedica a la investigación y al desarrollo de la especialidad en los Estados Unidos, define a la Ingeniería Biomédica como “...una disciplina que utiliza los conocimientos avanzados en

ingeniería, biología y medicina para mejorar la salud humana a través de disciplinas que integran las ciencias de la ingeniería con las ciencias biomédicas y la práctica clínica...” Esto incluye: 1). La adquisición de nuevo conocimiento para la comprensión de los sistemas vivos a través de la aplicación de técnicas experimentales y analíticas. 2). El desarrollo de nuevos dispositivos, algoritmos, procesos y sistemas para mejorar la práctica médica y los servicios de salud...” (The Whitaker Foundation, 2009)

La Sociedad Colombiana de Ingenieros, (ACOFI – ICFES, 2000) en consonancia con lo planteado por la ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology), institución que se dedica a la acreditación de programas de ingeniería y tecnología de los Estados Unidos, reconoce a la Ingeniería Biomédica como “la profesión en la cual los conocimientos de la ciencias naturales y matemáticas adquiridas mediante el estudio, la experiencia y la práctica, se aplican con buen criterio para desarrollar los medios para aprovechar económicamente los materiales, los recursos y las fuerzas de la naturaleza”. Por otra parte, se ha utilizado el término Bioingeniería, entendido como la interrelación de la medicina y la ingeniería (Linsenmeier, 2003). En 1997, el Comité de Bioingeniería del Consorcio Nacional del Instituto de Salud de los Estados Unidos, conocido por sus siglas en inglés (NIH), ofreció la siguiente definición de esta especialidad:

La Bioingeniería integra la física, la química, la matemática y las ciencias de la computación y los principios de la ingeniería para estudiar la biología, la

medicina, el comportamiento y la salud humana, ésta descubre y emplea conceptos fundamentales, crea nuevo conocimiento desde el nivel molecular hasta los sistemas de órganos y desarrolla materiales biológicos, implantes, dispositivos y procesos para la prevención, el diagnóstico y tratamiento de pacientes en rehabilitación para el mejoramiento de la salud humana.

- **Metrología:** Metrología se define como la ciencia de las mediciones, los métodos y los medios de medición (instrumentos), que garantizan la uniformidad y exactitud requeridas de las mediciones. (Castro, 2016)
- **Sistema Métrico Decimal:** El Sistema Métrico Decimal es un sistema de unidades en el cual los múltiplos y submúltiplos de cada unidad de medida están relacionadas entre sí por múltiplos o submúltiplos de 10. La versión actual del Sistema Métrico Decimal se denomina Sistema Internacional (SI) de medidas, que tiene 7 magnitudes fundamentales (Longitud, masa, tiempo, temperatura termodinámica, intensidad eléctrica, intensidad de la luz, cantidad de sustancia); todas las demás se consideran derivadas. (Guerrero, 1888)
- **Manual:** Se define como una recopilación en forma de texto, que reúne en una forma detallada todas las instrucciones que se deben de seguir para llevar a cabo una determinada actividad, de una forma sencilla, para que sea fácil de entender, y permita a su lector desarrollar correctamente la actividad propuesta, sin cometer errores. De manera global se puede definir manual como la recopilación de procesos. (Agudelo, Castañeda, Rojas, 2009)

- **Proceso:** Es la secuencia de pasos necesarios para realizar una actividad. Si al hablar de manual, decíamos que recopilaba las instrucciones para realizar una actividad, podemos definir de manera global que el manual es una recopilación de procesos. (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, 2011)
- **Procedimiento:** Son módulos homogéneos que especifican y detallan un proceso, los cuales conforman un conjunto ordenado de operaciones o actividades determinadas secuencialmente en relación con los responsables de la ejecución lo cuales deben de cumplir con políticas y normas establecidas, señalando la duración y el flujo de documentos. (Gobernación del Magdalena, 2011)
- **Incertidumbre:** Se define como el “parámetro, asociado con el resultado de una medición, que caracteriza a la dispersión de los valores que en forma razonable se le podrían atribuir a la magnitud por medir”. (Norma Técnica Colombiana [NTC]. 2194, 1997).
- **Patrón:** Medida materializada, instrumento de medición, material de referencia o sistema de medición destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o uno o más valores de una magnitud para que sirvan de referencia. (Pau American Health Organization y Red Parf Pandrh, 2002).
- **Calibración:** Se define como el “conjunto de operaciones que establecen, en unas condiciones especificadas, la relación que existe entre los valores indicados por un instrumento o sistema de medida, o los valores representados por una medida materializada y los correspondientes valores conocidos de una magnitud de medida”. (BIPM, 1993)

- **Currículum:** Zais. (1976) señala que el término “currículum” es usado normalmente por los especialistas de dos maneras: 1) para indicar un “plan” para la educación de los alumnos/as; y 2) para identificar un campo de estudios; y agrega:  

“El currículum como un plan para la educación es calificado como un Currículum o el Currículum... Pero como campo de estudio, al igual que muchos campos especializados, es definido tanto por el aspecto concreto del que versa (su estructura semántica), como por los procedimientos de investigación y práctica que utiliza (estructura sintáctica)” (Zais, 1976, pp. 3-4)
- **Equipos Médicos:** “Dispositivo médico operacional y funcional que reúne sistemas y subsistemas eléctricos, electrónicos o hidráulicos, incluidos los programas informáticos que intervengan en su buen funcionamiento, destinado por el fabricante a ser usado en seres humanos con fines de prevención, diagnóstico, tratamiento o rehabilitación. No constituyen equipo biomédico, aquellos dispositivos médicos implantados en el ser humano o aquellos destinados para un sólo uso”. (Augusto, Estupiñan, y Chaparro, 2017)
- **Bomba De Infusión:** La bomba de perfusión es un dispositivo diseñado para liberar e inyectar cantidades establecidas de una solución, en un periodo de tiempo determinado y/o una velocidad de flujo fija y precisa. (Manag, 2008)
- **Monitor De Signos Vitales:** Son equipos biomédicos que permiten obtener las mediciones de los parámetros fisiológicos del paciente, detectando situaciones adversas o fuera de los límites deseados; Además sirven como indicadores

visuales y audibles para el personal que los manipula. Actualmente, algunos monitores son capaces de recoger información de diferentes parámetros fisiológicos, almacenando tendencias y eventos. (Soluciones Electromédicas de la Laguna, 2018)

- **Desfibrilador:** Es un equipo médico encargo de restablecer el ritmo cardíaco mediante descargas eléctricas, en caso de aparición de arritmias cardíacas peligrosas. Existen 2 tipos, los desfibriladores externos y los desfibriladores implantables. (Fundación Española del Corazón, 2018)
- **Generador de Señales:** Es un equipo capaz de producir una señal dependiente del tiempo con unas características determinadas de frecuencia, amplitud y forma. (Beltrán, 2018)
- **Multímetro Digital:** Es un “instrumento que utiliza una pantalla digital para indicar el valor de una señal medida. Los multímetros digitales se caracterizan por una mayor durabilidad, resolución y precisión que los multímetros analógicos.” (Fluke Corporation, 2006)
- **Pinza Voltiamperica:** “Una pinza voltiamperica es una herramienta de medición eléctrica que combina un multímetro digital básico con un sensor de corriente”. Su función es medir la corriente. (Fluke Corporation, 2019)
- **Analizador De Bomba De Infusión:** Son equipos de prueba que sirven para determinar el buen funcionamiento de las bombas de Infusión. Estos equipos realizan pruebas de flujo y también, en algunos casos, pruebas de volumen y presión de oclusión. (ENCRI, 1998, pp. 1-24.)

- **Simulador De Pulsioximetría:** Equipo que permite realizar mantenimiento preventivo y verificación de oxímetros de pulso, monitores de signos vitales y monitores multiparamétricos. Simula la spo2, pulso cardiaco y algunos incorporan una simulación eléctrica para la prueba del sensor encargado de realizar las mediciones. (Celyon técnica, 2019)
- **Manómetro Digital:** Los manómetros digitales se utilizan para “determinar la presión absoluta (sobrepresión y vacío) o la presión relativa (diferencial) para aire, gases y / o líquidos”. (PCE Ibérica, 2004)
- **Analizador De Presión Arterial No Invasiva:** Es un instrumento electromédico capaz de realizar simulaciones en formas de onda de presión arterial repetibles y exactas en forma de señales eléctricas, las cuales son aplicadas a los equipos electromédicos de presión arterial no invasiva tanto automáticos como semiautomáticos para verificar su estado de operación. Set & Gad Ltda. (2016)
- **Analizador De Seguridad Eléctrica:** Es un instrumento electromédico que permite verificar condiciones de seguridad de los equipos relacionados a riesgos eléctricos y garantiza el cumplimiento de los estrictos estándares internacionales para pruebas de seguridad eléctrica en dispositivos médicos. (Set & Gad Ltda, 2019)
- **Analizador De Desfibrilación:** “Son instrumentos de prueba de precisión portátiles y resistentes que garantizan un funcionamiento adecuado y el máximo rendimiento de equipos fundamentales de reanimación cardíaca y soporte vital”. (Fluke Corporation, 2019)

- **Analizador De Electrocirugía:** Es instrumento electromédico diseñado para medir las formas de onda de RF complejos producidos por los generadores electroquirúrgicos. El analizador utiliza una red de resistencias de carga de prueba interna de precisión. Estos instrumentos están destinados a ser utilizados de manera rutinaria para medir los diferentes parámetros relativos a la validación de la prueba y el rendimiento de generadores electroquirúrgicos. (Xingmedical, 2019)
- **Juego De Pesas:** También conocidas como pesas de calibración, son utilizadas para la verificación y calibración de balanzas. (Tribuladores SLU, 2011)

Las leyes donde se fundamenta mi investigación son las siguientes:

Normativa / Estándar	Objeto	Ámbito
DECRETO 2269 DE 1993. (noviembre 16) Modificado por el Decreto Nacional 1471 de 2014.	Por el cual se organiza el Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología.	Legal – Nacional
DIRECTIVA MINISTERIAL No. 67	Orientaciones para la construcción o ajuste en los establecimientos educativos del Manual de Normas de Seguridad en los Laboratorios De Química Y De Física.	Legal – Nacional
DECRETO 1595 DE 2015	Por el cual se dictan normas relativas al Subsistema Nacional de la Calidad y se modifica el capítulo 7 y la sección 1 del capítulo 8 del título 1 de la parte 2 del libro 2 del Decreto Único Reglamentario del Sector Comercio, Industria y	Legal – Nacional

	Turismo, Decreto 1074 de 2015, y se dictan otras disposiciones.	
--	---	--

*Tabla 1. (Creación Propia, 2020)*

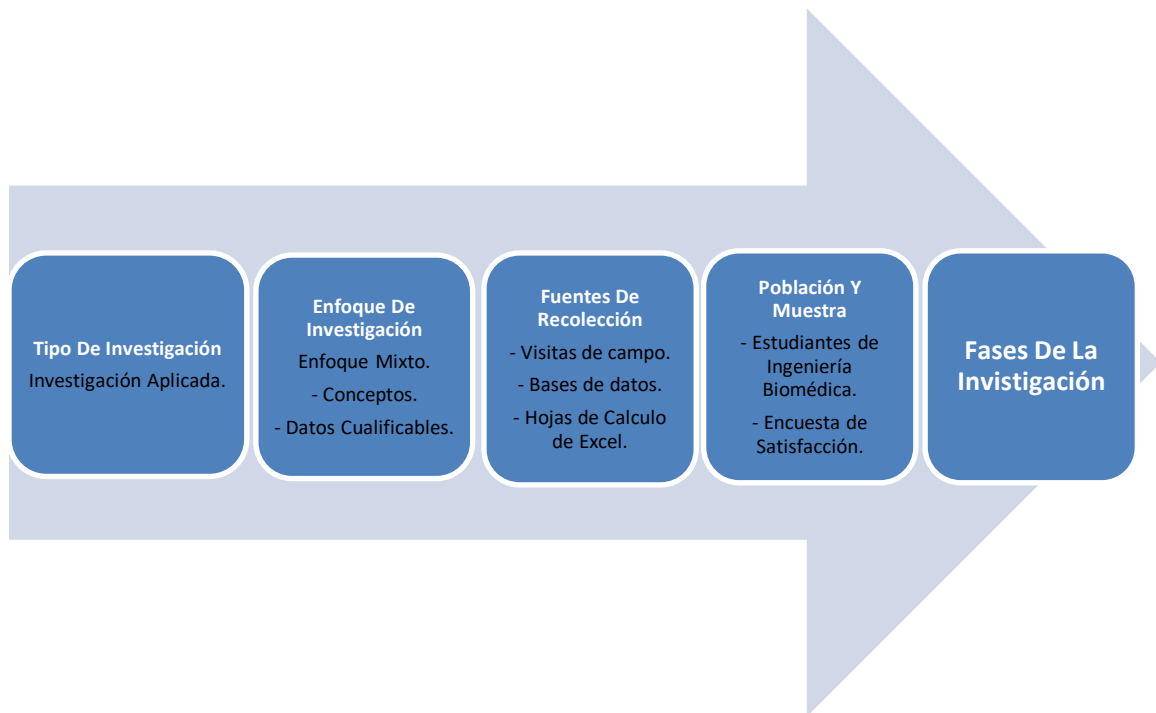
### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Actualmente en Colombia ocurren un sin número de accidentes dentro de los laboratorios, en su gran mayoría en laboratorios de química de las escuelas. Los accidentes ocurren por no respetar las normas de seguridad o por falta de capacitación del docente a cargo. Sabemos que los laboratorios son una herramienta en donde el estudiante puede materializar sus ideas, las cuales nacen de las necesidades o la curiosidad presente en su entorno, a su vez mejora su aprendizaje al momento de llevar todos los conceptos adquiridos en el aula, a la práctica. Por esta razón se requiere que todos los laboratorios cuenten con unas normas de seguridad y unas guías de desarrollo para cada práctica que se lleve a cabo dentro del laboratorio.

Teniendo en cuenta lo anterior surge la siguiente pregunta:

¿Cuáles son los aspectos fundamentales que debe contener un Manual de Laboratorio de Biomédica para garantizar la seguridad y el aprendizaje de los estudiantes de la Corporación Universitaria Reformada?

## METODOLOGÍA



*Figura 1. (Creación Propia, 2020)*

### TIPO DE INVESTIGACION

Este proyecto responde al tipo de investigación aplicada ya que se busca crear un diseño e implementación de un currículum para la elaboración del Manual del Laboratorio de Ingeniería Biomédica de la Corporación Universitaria Reformada.

### ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

Para llevar a cabo la investigación trabajamos con un enfoque mixto porque se tendrán en cuenta conceptos y datos cuantificables para realizar un currículum para la elaboración del Manual del Laboratorio de Ingeniería Biomédica de la Corporación Universitaria Reformada.

## **FUENTES DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Obtendremos la información tanto fuentes primarias (visitas de campo, desarrollo de pruebas y experimentos), como de fuentes secundarias (bases de datos).

**Fuentes Primarias:** Integradas por la observación directa, las visitas de campo al laboratorio de Ingeniería Biomédica y el desarrollo de pruebas y experimentos, las cuales nos darán una visión real del contexto a estudiar.

**Fuentes Secundarias:** Se utilizó material bibliográfico de soporte, tales como artículos científicos, capítulos de libros y proyectos de investigación realizados recientemente, los cuales brindaron un amplio conocimiento, el cual facilitó el desarrollo del presente proyecto.

**Técnicas e Instrumentos:** Se emplearon para el desarrollo de este proyecto investigativo, herramientas informáticas, hoja de cálculo de Excel, reuniones de estudiantes y profesores, experimentos y pruebas.

## **POBLACIÓN Y MUESTRA**

Para el desarrollo de esta investigación, se tuvo como población objetivo a la totalidad de estudiantes matriculados en el programa de Ingeniería de la Corporación Universitaria Reformada.

Para determinar la muestra se realizará una encuesta de satisfacción al culminar cada semestre a los estudiantes con mayor participación en el Laboratorio de Ingeniería Biomédica. El formato de la encuesta está contenido en el anexo 1.

## **FASES DEL PROYECTO**

**Fase 1:** Elaboración de inventario, diseño de hojas de vida para cada equipo presente en el laboratorio.

**Fase 2:** Búsqueda de ideas para mejorar la problemática planteada.

**Fase 3:** Determinación de normas de seguridad y prevención de accidentes dentro del laboratorio.

**Fase 4:** Proporcionar al estudiante las instrucciones generales para el trabajo en el laboratorio, instrucciones para el pre-informe e informes del laboratorio.

**Fase 5:** Determinar cuáles son las practicas adecuadas para el desarrollo del aprendizaje de los estudiantes.

**Fase 6:** Diseño e implementación de curriculum para el desarrollo del manual del laboratorio de Ingeniería Biomédica de la corporación universitaria reformada.

**Fase 7:** Documentación del proyecto, entrega de productos y socialización de resultados.

## **PRODUCTOS O RESULTADOS ESPERADOS**

El proyecto presenta dos productos:

- Apropiación del conocimiento porque se sentarán las bases para desarrollar un adecuado uso del laboratorio de Ingeniería Biomédica de la Corporación Universitaria Reformada.
- Generación del Manual de Laboratorio de la Corporación Universitaria Reformada.

## **IMPACTOS ESPERADOS**


El proyecto presenta dos impactos:

- Mejoramiento del nivel de aprendizaje de todos los estudiantes de Ingeniería Biomédica.
- Aumento de la seguridad al momento de desarrollar las practicas dentro del Laboratorio.

## RESULTADOS


### 1) HOJAS DE VIDA


#### 1. MONITOR MULTIPARAMETRO

											
HOJA DE VIDA DE EQUIPOS MEDICOS											
DATOS DE IDENTIFICACIÓN											
EQUIPO		MONITOR MULTIPARAMETRO				VIDA UTIL		10 AÑOS			
FUNCION		EQUIPO QUE PERMITE DETECTAR, PROCESAR Y DESPLEGAR EN FORMA CONTINUA LOS PARÁMETROS FISIOLÓGICOS DEL PACIENTE.									
UBICACIÓN DEL EQUIPO		CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REFORMADA				Frecuencia mantenimiento		N.A.			
EQUIPO PROPIO <input type="radio"/>			EQUIPO EN LEASING <input type="radio"/>			EQUIPO ARRENDADO <input checked="" type="radio"/>					
MARCA		MODELO		SERIAL		FABRICANTE					
DATASCOPE		PASPORT 2		CM01425-B0		MINDRAY(DATASCOPE)					
REGISTRO TECNICO											
VOLTAJE		100V – 240V	CORRIENTE		0.6A – 0.3A	PRESION		N.A.	CAPACIDAD	N.A.	
FRECUENCIA		50HZ – 60HZ	POTENCIA		N.A.	TEMPERATURA		N.A.	RPM	N.A.	
FUENTES DE ALIMENTACION											
ELECTRICIDAD		X	AGUA		N.A.	AIRE		N.A.	BATERIAS	N.A.	
OTRO		N.A.									
CLASIFICACION POR USO											
MEDICO		X	BASICO		N.A.		APOYO		N.A.	TRANSPORTE	X
CLASIFICACION POR RIESGO											
CLASE I		N.A.	CLASE IIA		X		CLASE IIB		N.A.	CLASE III	N.A.
CLASIFICACION POR TECNOLOGIA											
MECANICA		N.A.	ELECTRICA		X	ELECTRONICA		X	HIDARULICA		N.A.
NEUMATICA		N.A.									
CLASIFICACION BIOMEDICA											


DIAGNOSTICO	X	SOPORTE VIDA	N.A.	APOYO/LAB. CLIN	N.A.	REHABILITACION	N.A.	PREVENCION	X
<b>MANUALES</b>									
USUARIO	N.R.		OPERACIÓN	N.R.		MANTENIMIENTO	N.R.		
OBSERVACIONES/ACCESORIOS						INDICACIONES DEL FABRICANTE			
CABLE AC, MANGUERA NIBP, CABLE ECG, CABLE SPO2									
REQUIERE CALIBRACIÓN: SI ___ NO <u>X</u>						FRECUENCIA DE CALIBRACIÓN: N.A.			
<b>IMAGEN DEL EQUIPO</b>									
									


## 2. BOMBA DE INFUSIÓN

									
<b>HOJA DE VIDA DE EQUIPOS MEDICOS</b>									
<b>DATOS DE IDENTIFICACIÓN</b>									
EQUIPO	BOMBA DE INFUSIÓN			VIDA UTIL	5 AÑOS				
FUNCION	ES UN DISPOSITIVO ELECTRÓNICO CAPAZ DE SUMINISTRAR, MEDIANTE SU PROGRAMACIÓN Y DE MANERA CONTROLADA, UNA DETERMINADA SUSTANCIA POR VÍA INTRAVENOSA (INFUSIONES PARAENTERALES) U ORAL (INFUSIONES ENTERALES) A PACIENTES QUE POR SU CONDICIÓN ASÍ LO REQUIERAN.								
UBICACIÓN DEL EQUIPO	CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REFORMADA			Frecuencia mantenimiento	N.A.				
EQUIPO PROPIO	<input type="radio"/>		EQUIPO EN LEASING	<input type="radio"/>		EQUIPO ARRENDADO	<input checked="" type="radio"/>		
MARCA	MODELO	SERIAL	FABRICANTE						
MINDRAY	BENEFUSION VP5	41001301	MINDRAY MEDICAL						
<b>REGISTRO TECNICO</b>									
VOLTAJE	100V – 240V	CORRIENTE	0.53A – 0.28A	PRESION	N.A.	CAPACIDAD	N.A.		
FRECUENCIA	50HZ – 60HZ	POTENCIA	N.A.	TEMPERATURA	N.A.	RPM	N.A.		
<b>FUENTES DE ALIMENTACION</b>									
ELECTRICIDAD	X	AGUA	N.A.	AIRE	N.A.	BATERIAS	N.A.	OTRO	N.A.

CLASIFICACION POR USO									
MEDICO	X	BASICO	N.A.	APOYO	N.A.	TRANSPORTE	X		
CLASIFICACION POR RIESGO									
CLASE I	N.A.	CLASE IIA	N.A.	CLASE IIB	X	CLASE III	N.A.		
CLASIFICACION POR TECNOLOGIA									
MECANICA	X	ELECTRICA	N.A.	ELECTRONICA	X	HIDARULICA	N.A.	NEUMATICA	N.A.
CLASIFICACION BIOMEDICA									
DIAGNOSTICO	N.A.	SOPORTE VIDA	X	APOYO/LAB. CLIN	N.A.	REHABILITACION	N.A.	PREVENCION	N.A.
MANUALES									
USUARIO	N.R.	OPERACIÓN	N.R.	MANTENIMIENTO	N.R.				
OBSERVACIONES/ACCESORIOS					INDICACIONES DEL FABRICANTE				
CABLE AC-CIRCUITO.									
REQUIERE CALIBRACIÓN: SI ___ NO __X__					FRECUENCIA DE CALIBRACIÓN: N.A				
IMAGEN DEL EQUIPO									
									


### 3. DESFIBRILADOR

			
HOJA DE VIDA DE EQUIPOS MEDICOS			
DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
EQUIPO	DESFIBRILADOR	VIDA UTIL	7 AÑOS
FUNCION	EQUIPO PERMITE REALIZAR EL TRATAMIENTO ELÉCTRICO DE LA FIBRILACIÓN VENTRICULAR (FV) Y TAQUICARDIA VENTRICULAR SIN PULSO (TVSP)		
UBICACIÓN DEL EQUIPO	CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REFORMADA	Frecuencia mantenimiento	N.A.
EQUIPO PROPIO	<input type="radio"/>	EQUIPO EN LEASING	<input type="radio"/>
		EQUIPO ARRENDADO	<input checked="" type="radio"/>
MARCA	MODELO	SERIAL	FABRICANTE
ZOLL	PD 1200	B00B13567	ZOLL


REGISTRO TECNICO									
VOLTAJE	120V	CORRIENTE	N.A.	PRESION	N.A.	CAPACIDAD	N.A.		
FRECUENCIA	50HZ – 60HZ	POTENCIA	N.A.	TEMPERATURA	N.A.	RPM	N.A.		
FUENTES DE ALIMENTACION									
ELECTRICIDAD	X	AGUA	N.A.	AIRE	N.A.	BATERIAS	N.A.	OTRO	N.A.
CLASIFICACION POR USO									
MEDICO	X	BASICO	N.A.	APOYO	N.A.	TRANSPORTE	N.A.		
CLASIFICACION POR RIESGO									
CLASE I	N.A.	CLASE IIA	N.A.	CLASE IIB	X	CLASE III	N.A.		
CLASIFICACION POR TECNOLOGIA									
MECANICA	N.A.	ELECTRICA	X	ELECTRONICA	N.A.	HIDARULICA	N.A.	NEUMATICA	N.A.
CLASIFICACION BIOMEDICA									
DIAGNOSTICO	X	SOPORTE VIDA	N.A.	APOYO/LAB. CLIN	N.A.	REHABILITACION	N.A.	PREVENCION	N.A.
MANUALES									
USUARIO	N.R.	OPERACIÓN	N.R.	MANTENIMIENTO	N.R.				
OBSERVACIONES/ACCESORIOS					INDICACIONES DEL FABRICANTE				
CABLE AC									
REQUIERE CALIBRACIÓN: SI ___ NO __X__					FRECUENCIA DE CALIBRACIÓN: N.A				
IMAGEN DEL EQUIPO									
									

#### 4. ANALIZADOR DE ELECTROCIRUGÍA

			
<b>HOJA DE VIDA DE EQUIPOS MEDICOS</b>			
<b>DATOS DE IDENTIFICACIÓN</b>			
EQUIPO	ANALIZADOR DE ELECTROCIRUGÍA	VIDA UTIL	10 AÑOS

<b>FUNCION</b>		EQUIPO QUE PERMITE REALIZAR MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y VERIFICACIÓN DE SEGURIDAD EN UNIDADES DE ELECTROCIRUGÍA,							
<b>UBICACIÓN DEL EQUIPO</b>		CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REFORMADA			<b>Frecuencia mantenimiento</b>		ANUAL		
<b>EQUIPO PROPIO</b> ○		<b>EQUIPO EN LEASING</b> ○			<b>EQUIPO ARRENDADO</b> ●				
<b>MARCA</b>		<b>MODELO</b>		<b>SERIAL</b>		<b>FABRICANTE</b>			
DYNTECH		454		0673		DYNATECH NEVADA INC.			
<b>REGISTRO TECNICO</b>									
<b>VOLTAJE</b>	100V – 250V	<b>CORRIENTE</b>	N.A.	<b>PRESION</b>	N.A.	<b>CAPACIDAD</b>	N.A.		
<b>FRECUENCIA</b>	50HZ – 60HZ	<b>POTENCIA</b>	N.A.	<b>TEMPERATURA</b>	N.A.	<b>RPM</b>	N.A.		
<b>FUENTES DE ALIMENTACION</b>									
<b>ELECTRICIDAD</b>	X	<b>AGUA</b>	N.A.	<b>AIRE</b>	N.A.	<b>BATERIAS</b>	N.A.	<b>OTRO</b>	N.A.
<b>CLASIFICACION POR USO</b>									
<b>MEDICO</b>	N.A.	<b>BASICO</b>	N.A.	<b>APOYO</b>	N.A.	<b>TRANSPORTE</b>	N.A.		
<b>CLASIFICACION POR RIESGO</b>									
<b>CLASE I</b>	N.A.	<b>CLASE IIA</b>	N.A.	<b>CLASE IIB</b>	N.A.	<b>CLASE III</b>	N.A.		
<b>CLASIFICACION POR TECNOLOGIA</b>									
<b>MECANICA</b>	N.A.	<b>ELECTRICA</b>	X	<b>ELECTRONICA</b>	X	<b>HIDARULICA</b>	N.A.	<b>NEUMATICA</b>	N.A.
<b>CLASIFICACION BIOMEDICA</b>									
<b>DIAGNOSTICO</b>	N.A.	<b>SOPORTE VIDA</b>	N.A.	<b>APOYO/LAB. CLIN</b>	N.A.	<b>REHABILITACION</b>	N.A.	<b>PREVENCION</b>	N.A.
<b>MANUALES</b>									
<b>USUARIO</b>	N.R.		<b>OPERACIÓN</b>	N.R.		<b>MANTENIMIENTO</b>	N.R.		
<b>OBSERVACIONES/ACCESORIOS</b>					<b>INDICACIONES DEL FABRICANTE</b>				
CABLE DISPERCIBO-LAPIZ DE ELECTROBISTURIDOS CABLES BANANA CAIMAN									
<b>REQUIERE CALIBRACIÓN: SI __X__ NO ____</b>					<b>FRECUENCIA DE CALIBRACIÓN: ANUAL</b>				
<b>IMAGEN DEL EQUIPO</b>									
									

## 5. SIMULADOR DE PULSIOXIMETRÍA

																			
HOJA DE VIDA DE EQUIPOS MEDICOS																			
DATOS DE IDENTIFICACIÓN																			
EQUIPO		SIMULADOR DE PULSIOXIMETRÍA				VIDA UTIL		10 AÑOS											
FUNCION		EQUIPO QUE PERMITE REALIZAR MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y VERIFICACIÓN DE OXÍMETROS DE PULSO, MONITORES DE SIGNOS VITALES Y MONITORES MULTIPARAMÉTRICOS. SIMULA LA SPO2 Y PULSO CARDIACO.																	
UBICACIÓN DEL EQUIPO		CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REFORMADA				Frecuencia mantenimiento		ANUAL											
EQUIPO PROPIO		<input type="radio"/>		EQUIPO EN LEASING		<input type="radio"/>		EQUIPO ARRENDADO											
MARCA		MODELO		SERIAL		FABRICANTE													
FLUKE BIOMEDICAL		INDEX 2XLFE		207600		FLUKE BIOMEDICAL.													
REGISTRO TECNICO																			
VOLTAJE		100V – 250V		CORRIENTE		0.3 A		PRESION		N.A.		CAPACIDAD		N.A.					
FRECUENCIA		50HZ – 60HZ		POTENCIA		N.A.		TEMPERATUR A		N.A.		RPM		N.A.					
FUENTES DE ALIMENTACION																			
ELECTRICIDAD		X		AGUA		N.A.		AIRE		N.A.		BATERIAS		N.A.		OTRO		N.A.	
CLASIFICACION POR USO																			
MEDICO		N.A.		BASICO		N.A.		APOYO		N.A.		TRANSPORTE		N.A.					
CLASIFICACION POR RIESGO																			
CLASE I		N.A.		CLASE IIA		N.A.		CLASE IIB		N.A.		CLASE III		N.A.					
CLASIFICACION POR TECNOLOGIA																			
MECANICA		N.A.		ELECTRICA		X		ELECTRONICA		X		HIDARULICA		N.A.		NEUMATICA		N.A.	
CLASIFICACION BIOMEDICA																			
DIAGNOSTICO		N.A.		SOPORTE VIDA		N.A.		APOYO/LAB. CLIN		N.A.		REHABILITACION		N.A.		PREVENCION		N.A.	
MANUALES																			
USUARIO		X		OPERACIÓN		N.R.		MANTENIMIENTO		N.R.									
OBSERVACIONES/ACCESORIOS					INDICACIONES DEL FABRICANTE														
CARGADOR 12V																			
REQUIERE CALIBRACIÓN: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>					FRECUENCIA DE CALIBRACIÓN: ANUAL														
IMAGEN DEL EQUIPO																			



FECHA	DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS EJECUTADAS	NOMBRE DEL RESPONSABLE
26/07/2019	CALIBRACIÓN	SET GAD


## 6. ANALIZADOR DE DESFRIBILACIÓN

HOJA DE VIDA DE EQUIPOS MEDICOS									
DATOS DE IDENTIFICACIÓN									
EQUIPO	ANALIZADOR DE DESFRIBILACIÓN			VIDA UTIL	10 AÑOS				
FUNCION	EQUIPO UTILIZADO PARA ANALIZAR Y COMPROBAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DEL DESFRIBILADOR.								
UBICACIÓN DEL EQUIPO	CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REFORMADA			Frecuencia mantenimiento	ANUAL				
EQUIPO PROPIO	<input type="radio"/>	EQUIPO EN LEASING	<input type="radio"/>	EQUIPO ARRENDADO	<input checked="" type="radio"/>				
MARCA	MODELO	SERIAL	FABRICANTE						
FLUKE BIOMEDICAL	QED6	205611	FLUKE BIOMEDICAL						
REGISTRO TECNICO									
VOLTAJE	9V	CORRIENTE	N.R.	PRESION	N.A.	CAPACIDAD	N.A.		
FRECUENCIA	N.A.	POTENCIA	N.A.	TEMPERATUR A	N.A.	RPM	N.A.		
FUENTES DE ALIMENTACION									
ELECTRICIDAD	X	AGUA	N.A.	AIRE	N.A.	BATERIAS	X	OTRO	N.A.
CLASIFICACION POR USO									
MEDICO	N.A.	BASICO	N.A.	APOYO	N.A.	TRANSPORTE	N.A.		
CLASIFICACION POR RIESGO									
CLASE I	N.A.	CLASE IIA	N.A.	CLASE IIB	N.A.	CLASE III	N.A.		

CLASIFICACION POR TECNOLOGIA									
MECANICA	N.A.	ELECTRICA	X	ELECTRONICA	X	HIDARULICA	N.A.	NEUMATICA	N.A.
CLASIFICACION BIOMEDICA									
DIAGNOSTICO	N.A.	SOPORTE VIDA	N.A.	APOYO/LAB. CLIN	N.A.	REHABILITACION	N.A.	PREVENCION	N.A.
MANUALES									
USUARIO	X		OPERACIÓN	N.R.		MANTENIMIENTO	N.R.		
OBSERVACIONES/ACCESORIOS					INDICACIONES DEL FABRICANTE				
CARGADOR 9V									
REQUIERE CALIBRACIÓN: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>					FRECUENCIA DE CALIBRACIÓN: ANUAL				
IMAGEN DEL EQUIPO									
									


FECHA	DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS EJECUTADAS	NOMBRE DEL RESPONSABLE
01/08/2019	CALIBRACIÓN	SET GAD

## 7. ANALIZADOR DE BOMBAS DE INFUSIÓN

			
HOJA DE VIDA DE EQUIPOS MEDICOS			
DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
EQUIPO	ANALIZADOR DE BOMBAS DE INFUSIÓN	VIDA UTIL	10 AÑOS
FUNCION	EL EQUIPO PERMITE REALIZAR MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS BOMBAS DE INFUSIÓN. PERMITE REALIZAR VERIFICACIONES DE FLUJO, VOLUMEN, PRESIÓN Y TIEMPO.		
UBICACIÓN DEL EQUIPO	CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REFORMADA	Frecuencia mantenimiento	ANUAL
EQUIPO PROPIO	<input type="radio"/>	EQUIPO EN LEASING	<input type="radio"/>
		EQUIPO ARRENDADO	<input checked="" type="radio"/>
MARCA	MODELO	SERIAL	FABRICANTE


FLUKE BIOMEDICAL		IDA 4 PLUS		13285		FLUKE BIOMEDICAL.			
<b>REGISTRO TECNICO</b>									
<b>VOLTAJE</b>	90V – 250V	<b>CORRIENTE</b>	N.A.	<b>PRESION</b>	N.A.	<b>CAPACIDAD</b>	N.A.		
<b>FRECUENCIA</b>	50HZ – 60HZ	<b>POTENCIA</b>	N.A.	<b>TEMPERATURA</b>	N.A.	<b>RPM</b>	N.A.		
<b>FUENTES DE ALIMENTACION</b>									
<b>ELECTRICIDAD</b>	X	<b>AGUA</b>	N.A.	<b>AIRE</b>	N.A.	<b>BATERIAS</b>	N.A.	<b>OTRO</b>	N.A.
<b>CLASIFICACION POR USO</b>									
<b>MEDICO</b>	N.A.	<b>BASICO</b>	N.A.	<b>APOYO</b>	N.A.	<b>TRANSPORTE</b>	N.A.		
<b>CLASIFICACION POR RIESGO</b>									
<b>CLASE I</b>	N.A.	<b>CLASE IIA</b>	N.A.	<b>CLASE IIB</b>	N.A.	<b>CLASE III</b>	N.A.		
<b>CLASIFICACION POR TECNOLOGIA</b>									
<b>MECANICA</b>	N.A.	<b>ELECTRICA</b>	X	<b>ELECTRONICA</b>	X	<b>HIDARULICA</b>	N.A.	<b>NEUMATICA</b>	N.A.
<b>CLASIFICACION BIOMEDICA</b>									
<b>DIAGNOSTICO</b>	N.A.	<b>SOPORTE VIDA</b>	N.A.	<b>APOYO/LAB. CLIN</b>	N.A.	<b>REHABILITACION</b>	N.A.	<b>PREVENCION</b>	N.A.
<b>MANUALES</b>									
<b>USUARIO</b>	N.R.		<b>OPERACIÓN</b>	X		<b>MANTENIMIENTO</b>	N.R.		
<b>OBSERVACIONES/ACCESORIOS</b>					<b>INDICACIONES DEL FABRICANTE</b>				
CABLE AC									
REQUIERE CALIBRACIÓN: SI <input checked="" type="checkbox"/> X NO <input type="checkbox"/>					FRECUENCIA DE CALIBRACIÓN: ANUAL				
<b>IMAGEN DEL EQUIPO</b>									
									

## 8. GENERADOR DE SEÑALES

										
HOJA DE VIDA DE EQUIPOS MEDICOS										
DATOS DE IDENTIFICACIÓN										
EQUIPO		GENERADOR DE SEÑALES				VIDA UTIL		10 AÑOS		
FUNCION		EL EQUIPO PERMITE GENERAR DIFERENTES TIPOS DE SEÑALES PARA EL ESTUDIO Y ANÁLISIS DE CIRCUITOS.								
UBICACIÓN DEL EQUIPO		CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REFORMADA				Frecuencia mantenimiento		N.A.		
EQUIPO PROPIO		<input type="radio"/>		EQUIPO EN LEASING		<input type="radio"/>		EQUIPO ARRENDADO		<input checked="" type="radio"/>
MARCA		MODELO		SERIAL		FABRICANTE				
ATTEN		ATI2013		AXH1301008566		SHENZHEN ATTEN ELECTRONICS				
REGISTRO TECNICO										
VOLTAJE	100V – 240V	CORRIENTE	1A – 2A	PRESION	N.A.	CAPACIDAD	N.A.			
FRECUENCIA	50HZ – 60HZ	POTENCIA	N.A.	TEMPERATURA	N.A.	RPM	N.A.			
FUENTES DE ALIMENTACION										
ELECTRICIDAD	X	AGUA	N.A.	AIRE	N.A.	BATERIAS	N.A.	OTRO	N.A.	
CLASIFICACION POR USO										
MEDICO	N.A.	BASICO	N.A.	APOYO	N.A.	TRANSPORTE	N.A.			
CLASIFICACION POR RIESGO										
CLASE I	N.A.	CLASE IIA	N.A.	CLASE IIB	N.A.	CLASE III	N.A.			
CLASIFICACION POR TECNOLOGIA										
MECANICA	N.A.	ELECTRICA	X	ELECTRONICA	X	HIDARULICA	N.A.	NEUMATICA	N.A.	
CLASIFICACION BIOMEDICA										
DIAGNOSTICO	N.A.	SOPORTE VIDA	N.A.	APOYO/LAB. CLIN	N.A.	REHABILITACION	N.A.	PREVENCION	N.A.	
MANUALES										
USUARIO	N.R.	OPERACIÓN	X		MANTENIMIENTO	N.R.				
OBSERVACIONES/ACCESORIOS					INDICACIONES DEL FABRICANTE					
CABLE AC-CABLE BNC										
REQUIERE CALIBRACIÓN: SI ___ NO __X__					FRECUENCIA DE CALIBRACIÓN: ANUAL					
IMAGEN DEL EQUIPO										




## 9. SIMULADOR DE PRESIÓN NO INVASIVA


									
HOJA DE VIDA DE EQUIPOS MEDICOS									
DATOS DE IDENTIFICACIÓN									
EQUIPO	SIMULADOR DE PRESIÓN NO INVASIVA				VIDA UTIL	10 AÑOS			
FUNCION	EL EQUIPO PERMITE REALIZAR SIMULACIONES DE DIFERENTES CONDICIONES DE PACIENTES RELACIONADAS A LA PRESIÓN NO INVASIVA PARA VERIFICACIÓN DE EQUIPOS DE MONITOREO DE PRESIÓN ARTERIAL.								
UBICACIÓN DEL EQUIPO	CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REFORMADA				Frecuencia mantenimiento	ANUAL			
EQUIPO PROPIO	<input type="radio"/>		EQUIPO EN LEASING	<input type="radio"/>		EQUIPO ARRENDADO	<input checked="" type="radio"/>		
MARCA	MODELO		SERIAL		FABRICANTE				
FLUKE BIOMEDICAL	BP PUMP 2		9143014		FLUKE BIOMEDICAL				
REGISTRO TECNICO									
VOLTAJE	100V – 240V	CORRIENTE	1A – 2A	PRESION	N.A.	CAPACIDAD	N.A.		
FRECUENCIA	50HZ – 60HZ	POTENCIA	N.A.	TEMPERATURA	N.A.	RPM	N.A.		
FUENTES DE ALIMENTACION									
ELECTRICIDAD	X	AGUA	N.A.	AIRE	N.A.	BATERIAS	N.A.	OTRO	N.A.
CLASIFICACION POR USO									
MEDICO	N.A.	BASICO	N.A.	APOYO	N.A.	TRANSPORTE	N.A.		
CLASIFICACION POR RIESGO									
CLASE I	N.A.	CLASE IIA	N.A.	CLASE IIB	N.A.	CLASE III	N.A.		
CLASIFICACION POR TECNOLOGIA									
MECANICA	N.A.	ELECTRICA	X	ELECTRONICA	X	HIDARULICA	N.A.	NEUMATICA	N.A.
CLASIFICACION BIOMEDICA									
DIAGNOSTICO	N.A.	SOPORTE VIDA	N.A.	APOYO/LAB. CLIN	N.A.	REHABILITACION	N.A.	PREVENCION	N.A.

MANUALES					
USUARIO	N.R.	OPERACIÓN	X	MANTENIMIENTO	N.R.
OBSERVACIONES/ACCESORIOS			INDICACIONES DEL FABRICANTE		
CABLE AC					
REQUIERE CALIBRACIÓN: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			FRECUENCIA DE CALIBRACIÓN: ANUAL		
IMAGEN DEL EQUIPO					
					

FECHA	DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS EJECUTADAS	NOMBRE DEL RESPONSABLE
29/07/2019	CALIBRACIÓN	SET GAD

## 10. MANOMETRO DIGITAL


 <b>CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REFORMADA</b>							
HOJA DE VIDA DE EQUIPOS MEDICOS							
DATOS DE IDENTIFICACIÓN							
EQUIPO	MANOMETRO DIGITAL			VIDA UTIL	10 AÑOS		
FUNCION	EL EQUIPO PERMITE REALIZAR LA MEDICIÓN Y VISUALIZACIÓN DE LOS VALORES DE PRESIÓN EN UN MISMO INSTRUMENTO.						
UBICACIÓN DEL EQUIPO	CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REFORMADA			Frecuencia mantenimiento	ANUAL		
EQUIPO PROPIO	<input type="radio"/>	EQUIPO EN LEASING	<input type="radio"/>	EQUIPO ARRENDADO	<input checked="" type="radio"/>		
MARCA	MODELO	SERIAL	FABRICANTE				
BIO-TEK	N.R.	86948	BIO-TEK INSTRUMENTS INC				
REGISTRO TECNICO							
VOLTAJE	9V	CORRIENTE	N.A.	PRESION	N.A.	CAPACIDAD	N.A.
FRECUENCIA	0 HZ	POTENCIA	N.A.	TEMPERATURA	N.A.	RPM	N.A.
FUENTES DE ALIMENTACION							

ELECTRICIDAD	N.A.	AGUA	N.A.	AIRE	N.A.	BATERIAS	X	OTRO	N.A.
<b>CLASIFICACION POR USO</b>									
MEDICO	N.A.	BASICO	N.A.	APOYO	N.A.	TRANSPORTE	N.A.		
<b>CLASIFICACION POR RIESGO</b>									
CLASE I	N.A.	CLASE IIA	N.A.	CLASE IIB	N.A.	CLASE III	N.A.		
<b>CLASIFICACION POR TECNOLOGIA</b>									
MECANICA	N.A.	ELECTRICA	X	ELECTRONICA	X	HIDARULICA	N.A.	NEUMATICA	N.A.
<b>CLASIFICACION BIOMEDICA</b>									
DIAGNOSTICO	N.A.	SOPORTE VIDA	N.A.	APOYO/LAB. CLIN	N.A.	REHABILITACION	N.A.	PREVENCION	N.A.
<b>MANUALES</b>									
USUARIO	N.R.	OPERACIÓN	N.A.	MANTENIMIENTO	N.R.				
<b>OBSERVACIONES/ACCESORIOS</b>					<b>INDICACIONES DEL FABRICANTE</b>				
REQUIERE CALIBRACIÓN: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>					FRECUENCIA DE CALIBRACIÓN: ANUAL				
<b>IMAGEN DEL EQUIPO</b>									
									

FECHA	DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS EJECUTADAS	NOMBRE DEL RESPONSABLE
18/07/2019	CALIBRACION	METROCARIBE

## 11. MULTÍMETRO DIGITAL (115)


			
<b>HOJA DE VIDA DE EQUIPOS MEDICOS</b>			
<b>DATOS DE IDENTIFICACIÓN</b>			
EQUIPO	MULTÍMETRO DIGITAL	VIDA UTIL	10 AÑOS

<b>FUNCION</b>		EL EQUIPO ES UN MEDIDOR ELECTRÓNICO UTILIZADO PARA REALIZAR MEDICIONES ELÉCTRICAS.							
<b>UBICACIÓN DEL EQUIPO</b>		CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REFORMADA			<b>Frecuencia mantenimiento</b>		ANUAL		
<b>EQUIPO PROPIO</b>		<input type="radio"/>		<b>EQUIPO EN LEASING</b>		<input type="radio"/>		<b>EQUIPO ARRENDADO</b>	
<b>MARCA</b>		<b>MODELO</b>		<b>SERIAL</b>		<b>FABRICANTE</b>			
FLUKE BIOMEDICAL		115		14110053		FLUKE BIOMEDICAL			
<b>REGISTRO TECNICO</b>									
<b>VOLTAJE</b>	9V	<b>CORRIENTE</b>	N.A.	<b>PRESION</b>	N.A.	<b>CAPACIDAD</b>	N.A.		
<b>FRECUENCIA</b>	0 HZ	<b>POTENCIA</b>	N.A.	<b>TEMPERATURA</b>	N.A.	<b>RPM</b>	N.A.		
<b>FUENTES DE ALIMENTACION</b>									
<b>ELECTRICIDAD</b>	N.A.	<b>AGUA</b>	N.A.	<b>AIRE</b>	N.A.	<b>BATERIAS</b>	X	<b>OTRO</b>	N.A.
<b>CLASIFICACION POR USO</b>									
<b>MEDICO</b>	N.A.	<b>BASICO</b>	N.A.	<b>APOYO</b>	N.A.	<b>TRANSPORTE</b>	N.A.		
<b>CLASIFICACION POR RIESGO</b>									
<b>CLASE I</b>	N.A.	<b>CLASE IIA</b>	N.A.	<b>CLASE IIB</b>	N.A.	<b>CLASE III</b>	N.A.		
<b>CLASIFICACION POR TECNOLOGIA</b>									
<b>MECANICA</b>	N.A.	<b>ELECTRICA</b>	X	<b>ELECTRONICA</b>	X	<b>HIDARULICA</b>	N.A.	<b>NEUMATICA</b>	N.A.
<b>CLASIFICACION BIOMEDICA</b>									
<b>DIAGNOSTICO</b>	N.A.	<b>SOPORTE VIDA</b>	N.A.	<b>APOYO/LAB. CLIN</b>	N.A.	<b>REHABILITACION</b>	N.A.	<b>PREVENCION</b>	N.A.
<b>MANUALES</b>									
<b>USUARIO</b>	N.R.	<b>OPERACIÓN</b>	N.A.		<b>MANTENIMIENTO</b>	N.R.			
<b>OBSERVACIONES/ACCESORIOS</b>					<b>INDICACIONES DEL FABRICANTE</b>				
2 PUNTAS DE PRUEBA									
<b>REQUIERE CALIBRACIÓN: SI __X__ NO ____</b>					<b>FRECUENCIA DE CALIBRACIÓN: ANUAL</b>				
<b>IMAGEN DEL EQUIPO</b>									
									

<b>FECHA</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS EJECUTADAS</b>	<b>NOMBRE DEL RESPONSABLE</b>
--------------	---	-------------------------------

23/07/2019	CALIBRACION	METROCARIBE
------------	-------------	-------------

## 12. MULTÍMETRO DIGITAL (179)


										
HOJA DE VIDA DE EQUIPOS MEDICOS										
DATOS DE IDENTIFICACIÓN										
EQUIPO	MULTÍMETRO DIGITAL					VIDA UTIL	10 AÑOS			
FUNCION	EL EQUIPO ES UN MEDIDOR ELECTRÓNICO UTILIZADO PARA REALIZAR MEDICIONES ELÉCTRICAS.									
UBICACIÓN DEL EQUIPO	CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REFORMADA					Frecuencia mantenimiento	ANUAL			
EQUIPO PROPIO <input type="radio"/>		EQUIPO EN LEASING <input type="radio"/>				EQUIPO ARRENDADO <input checked="" type="radio"/>				
MARCA	MODELO		SERIAL		FABRICANTE					
FLUKE BIOMEDICAL	179		23640553		FLUKE BIOMEDICAL					
REGISTRO TECNICO										
VOLTAJE	9V	CORRIENTE	N.A.		PRESION	N.A.		CAPACIDAD	N.A.	
FRECUENCIA	0 HZ	POTENCIA	N.A.		TEMPERATURA	N.A.		RPM	N.A.	
FUENTES DE ALIMENTACION										
ELECTRICIDAD	N.A.	AGUA	N.A.	AIRE	N.A.	BATERIAS	X	OTRO	N.A.	
CLASIFICACION POR USO										
MEDICO	N.A.	BASICO	N.A.		APOYO	N.A.		TRANSPORTE	N.A.	
CLASIFICACION POR RIESGO										
CLASE I	N.A.	CLASE IIA	N.A.		CLASE IIB	N.A.		CLASE III	N.A.	
CLASIFICACION POR TECNOLOGIA										
MECANICA	N.A.	ELECTRICA	X	ELECTRONICA	X	HIDARULICA	N.A.		NEUMATICA	N.A.
CLASIFICACION BIOMEDICA										
DIAGNOSTICO	N.A.	SOPORTE VIDA	N.A.	APOYO/LAB. CLIN	N.A.	REHABILITACION	N.A.		PREVENCION	N.A.
MANUALES										
USUARIO	N.R.		OPERACIÓN		N.A.		MANTENIMIENTO		N.R.	
OBSERVACIONES/ACCESORIOS					INDICACIONES DEL FABRICANTE					
2 PUNTAS DE PRUEBA										
REQUIERE CALIBRACIÓN: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>					FRECUENCIA DE CALIBRACIÓN: ANUAL					
IMAGEN DEL EQUIPO										



FECHA	DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS EJECUTADAS	NOMBRE DEL RESPONSABLE
19/07/2019	CALIBRACION	METROCARIBE


### 13. PINZA VOLTIAMPERICA

HOJA DE VIDA DE EQUIPOS MEDICOS									
DATOS DE IDENTIFICACIÓN									
EQUIPO	PINZA VOLTIAMPERICA			VIDA UTIL	10 AÑOS				
FUNCION	EL EQUIPO SIRVE PARA MEDIR CORRIENTES Y VOLTAJES.								
UBICACIÓN DEL EQUIPO	CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REFORMADA			Frecuencia mantenimiento	ANUAL				
EQUIPO PROPIO	<input type="radio"/>	EQUIPO EN LEASING	<input type="radio"/>	EQUIPO ARRENDADO	<input checked="" type="radio"/>				
MARCA	MODELO		SERIAL	FABRICANTE					
FLUKE BIOMEDICAL	322		91810272	FLUKE BIOMEDICAL					
REGISTRO TECNICO									
VOLTAJE	9V	CORRIENTE	N.A.	PRESION	N.A.	CAPACIDAD	N.A.		
FRECUENCIA	0 HZ	POTENCIA	N.A.	TEMPERATURA	N.A.	RPM	N.A.		
FUENTES DE ALIMENTACION									
ELECTRICIDAD	N.A.	AGUA	N.A.	AIRE	N.A.	BATERIAS	X	OTRO	N.A.
CLASIFICACION POR USO									
MEDICO	N.A.	BASICO	N.A.	APOYO	N.A.	TRANSPORTE	N.A.		
CLASIFICACION POR RIESGO									
CLASE I	N.A.	CLASE IIA	N.A.	CLASE IIB	N.A.	CLASE III	N.A.		

CLASIFICACION POR TECNOLOGIA									
MECANICA	N.A.	ELECTRICA	X	ELECTRONICA	X	HIDARULICA	N.A.	NEUMATICA	N.A.
CLASIFICACION BIOMEDICA									
DIAGNOSTICO	N.A.	SOPORTE VIDA	N.A.	APOYO/LAB. CLIN	N.A.	REHABILITACION	N.A.	PREVENCION	N.A.
MANUALES									
USUARIO	N.R.		OPERACIÓN	N.A.		MANTENIMIENTO	N.R.		
OBSERVACIONES/ACCESORIOS						INDICACIONES DEL FABRICANTE			
2 PUNTAS DE PRUEBA									
REQUIERE CALIBRACIÓN: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>						FRECUENCIA DE CALIBRACIÓN: ANUAL			
IMAGEN DEL EQUIPO									
									

FECHA	DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS EJECUTADAS	NOMBRE DEL RESPONSABLE
23/07/2019	CALIBRACION	METROCARIBE


#### 14. JUEGO DE PESAS 5g A 100g

			
HOJA DE VIDA DE EQUIPOS MEDICOS			
DATOS DE IDENTIFICACIÓN			
EQUIPO	JUEGO DE PESAS PATRÓN	VIDA UTIL	10 AÑOS
FUNCION	EL EQUIPO SIRVE PARA VERIFICAR QUE LAS BALANZAS ESTÉN DENTRO DEL RANGO DE ERROR PERMITIDO.		
UBICACIÓN DEL EQUIPO	CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REFORMADA	Frecuencia mantenimiento	ANUAL
EQUIPO PROPIO	<input type="radio"/>	EQUIPO EN LEASING	<input type="radio"/>
		EQUIPO ARRENDADO	<input checked="" type="radio"/>
MARCA	MODELO	SERIAL	FABRICANTE
LEXAR	N.R.	MC-004955	N.R.

REGISTRO TECNICO									
VOLTAJE	N.A.	CORRIENTE	N.A.	PRESION	N.A.	CAPACIDAD	N.A.		
FRECUENCIA	N.A.	POTENCIA	N.A.	TEMPERATURA	N.A.	RPM	N.A.		
FUENTES DE ALIMENTACION									
ELECTRICIDAD	N.A.	AGUA	N.A.	AIRE	N.A.	BATERIAS	N.A.	OTRO	N.A.
CLASIFICACION POR USO									
MEDICO	N.A.	BASICO	N.A.	APOYO	N.A.	TRANSPORTE	N.A.		
CLASIFICACION POR RIESGO									
CLASE I	N.A.	CLASE IIA	N.A.	CLASE IIB	N.A.	CLASE III	N.A.		
CLASIFICACION POR TECNOLOGIA									
MECANICA	N.A.	ELECTRICA	N.A.	ELECTRONICA	N.A.	HIDARULICA	N.A.	NEUMATICA	N.A.
CLASIFICACION BIOMEDICA									
DIAGNOSTICO	N.A.	SOPORTE VIDA	N.A.	APOYO/LAB. CLIN	N.A.	REHABILITACION	N.A.	PREVENCION	N.A.
MANUALES									
USUARIO	N.R.	OPERACIÓN	N.A.	MANTENIMIENTO	N.R.				
OBSERVACIONES/ACCESORIOS					INDICACIONES DEL FABRICANTE				
JUEGO DE 6 PESAS DE 5g A 100g									
REQUIERE CALIBRACIÓN: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>					FRECUENCIA DE CALIBRACIÓN: ANUAL				
IMAGEN DEL EQUIPO									
									

FECHA	DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS EJECUTADAS	NOMBRE DEL RESPONSABLE
24/07/2019	CALIBRACION	METROCARIBE

## 15. JUEGO DE PESAS 500g A 2000g

									
HOJA DE VIDA DE EQUIPOS MEDICOS									
DATOS DE IDENTIFICACIÓN									
EQUIPO	JUEGO DE PESAS PATRÓN					VIDA UTIL	10 AÑOS		
FUNCION	EL EQUIPO SIRVE PARA VERIFICAR QUE LAS BALANZAS ESTÉN DENTRO DEL RANGO DE ERROR PERMITIDO.								
UBICACIÓN DEL EQUIPO	CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REFORMADA				Frecuencia mantenimiento	ANUAL			
EQUIPO PROPIO	<input type="radio"/>	EQUIPO EN LEASING	<input type="radio"/>	EQUIPO ARRENDADO	<input checked="" type="radio"/>				
MARCA	MODELO		SERIAL		FABRICANTE				
N.R.	N.R.		MC-004955		N.R.				
REGISTRO TECNICO									
VOLTAJE	N.A.	CORRIENTE	N.A.	PRESION	N.A.	CAPACIDAD	N.A.		
FRECUENCIA	N.A.	POTENCIA	N.A.	TEMPERATURA	N.A.	RPM	N.A.		
FUENTES DE ALIMENTACION									
ELECTRICIDAD	N.A.	AGUA	N.A.	AIRE	N.A.	BATERIAS	N.A.	OTRO	N.A.
CLASIFICACION POR USO									
MEDICO	N.A.	BASICO	N.A.	APOYO	N.A.	TRANSPORTE	N.A.		
CLASIFICACION POR RIESGO									
CLASE I	N.A.	CLASE IIA	N.A.	CLASE IIB	N.A.	CLASE III	N.A.		
CLASIFICACION POR TECNOLOGIA									
MECANICA	N.A.	ELECTRICA	N.A.	ELECTRONICA	N.A.	HIDARULICA	N.A.	NEUMATICA	N.A.
CLASIFICACION BIOMEDICA									
DIAGNOSTICO	N.A.	SOPORTE VIDA	N.A.	APOYO/LAB. CLIN	N.A.	REHABILITACION	N.A.	PREVENCION	N.A.
MANUALES									
USUARIO	N.R.		OPERACIÓN	N.A.		MANTENIMIENTO	N.R.		
OBSERVACIONES/ACCESORIOS					INDICACIONES DEL FABRICANTE				
JUEGO DE 4 PESAS DE 500g A 2000g									
REQUIERE CALIBRACIÓN: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>					FRECUENCIA DE CALIBRACIÓN: ANUAL				
IMAGEN DEL EQUIPO									



FECHA	DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS EJECUTADAS	NOMBRE DEL RESPONSABLE
24/07/2019	CALIBRACION	METROCARIBE

## 16. ANALIZADOR DE SEGURIDAD ELÉCTRICA

HOJA DE VIDA DE EQUIPOS MEDICOS									
DATOS DE IDENTIFICACIÓN									
EQUIPO	ANALIZADOR DE SEGURIDAD ELÉCTRICA			VIDA UTIL	10 AÑOS				
FUNCION	EQUIPO QUE PERMITE VERIFICAR CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS EQUIPOS RELACIONADOS A RIESGOS ELÉCTRICOS, VERIFICACIÓN DE LA NORMA NTC-IEC60601-1.								
UBICACIÓN DEL EQUIPO	CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REFORMADA			Frecuencia mantenimiento	ANUAL				
EQUIPO PROPIO <input type="radio"/>		EQUIPO EN LEASING <input type="radio"/>		EQUIPO ARRENDADO <input checked="" type="radio"/>					
MARCA	MODELO	SERIAL	FABRICANTE						
DYNATECH NEVADA	234A	1217	DNI NEVADA INC						
REGISTRO TECNICO									
VOLTAJE	115V	CORRIENTE	20A	PRESION	N.A.	CAPACIDAD	N.A.		
FRECUENCIA	50HZ – 60HZ	POTENCIA	N.A.	TEMPERATURA	N.A.	RPM	N.A.		
FUENTES DE ALIMENTACION									
ELECTRICIDAD	X	AGUA	N.A.	AIRE	N.A.	BATERIAS	N.A.	OTRO	N.A.
CLASIFICACION POR USO									
MEDICO	N.A.	BASICO	N.A.	APOYO	N.A.	TRANSPORTE	X		
CLASIFICACION POR RIESGO									
CLASE I	N.A.	CLASE IIA	N.A.	CLASE IIB	N.A.	CLASE III	N.A.		

CLASIFICACION POR TECNOLOGIA									
MECANICA	N.A.	ELECTRICA	X	ELECTRONICA	X	HIDARULICA	N.A.	NEUMATICA	N.A.
CLASIFICACION BIOMEDICA									
DIAGNOSTICO	N.A.	SOPORTE VIDA	N.A.	APOYO/LAB. CLIN	N.A.	REHABILITACION	N.A.	PREVENCION	N.A.
MANUALES									
USUARIO	N.R.		OPERACIÓN	N.R.		MANTENIMIENTO	N.R.		
OBSERVACIONES/ACCESORIOS						INDICACIONES DEL FABRICANTE			
CABLE AC									
REQUIERE CALIBRACIÓN: SI ___ NO __X__						FRECUENCIA DE CALIBRACIÓN: N.A.			
IMAGEN DEL EQUIPO									
									

## 2) NORMAS DE SEGURIDAD Y PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

Los descuidos o el desconocimiento de posibles peligros en el laboratorio pueden originar accidentes de efectos irreversibles. Es importante, por lo tanto, que el estudiante cumpla todas las instrucciones que le indique el profesor(a) acerca del cuidado que debe tener en el laboratorio.

- No traslade, sin autorización, equipos para su mesa, en especial los grandes. Déjelos en el sitio que le asignó el profesor o el coordinador del laboratorio.
- Utilizar los implementos para su seguridad: bata, guantes, zapatos cerrados y otros según sean requeridos para una experiencia específica.
- Aclarar con el profesor cualquier tipo de duda.

- Antes de comenzar una práctica debes conocer y entender los procesos que vas a realizar.
- Evita los desplazamientos innecesarios y no correr.
- No colocar sobre la mesa del laboratorio, ningún tipo de prenda.
- Debes mantener silencio y estar concentrado en el trabajo que estés realizando.
- Llevar recogido el cabello, ya que el cabello largo puede engancharse en los montajes o equipos utilizados en la experiencia.
- No deben realizar las experiencias sin la autorización expresa del profesor.
- El laboratorio debe mantenerse ordenado y limpio porque el orden y la limpieza evitan que se produzcan accidentes.

### **3) INSTRUCCIONES GENERALES PARA EL TRABAJO EN EL LABORATORIO**

Habitualmente se trabaja simultáneamente con 4 grupos en el laboratorio.

Preferiblemente, cada grupo tiene 4 miembros (mínimo 2), desempeñando cada uno alguno de los siguientes roles o funciones: el *operador* realiza los procedimientos experimentales, organiza–planifica el trabajo en el laboratorio y propone mejoras en los procedimientos; el *calculador* realiza cálculos previos a la experimentación, procesa los resultados experimentales y ayuda al operador; y el *representante* elabora un pre-informe con los resultados obtenidos y los discute y expone junto a los otros representantes.

Todos los estudiantes deben rotar durante el semestre en los diferentes roles que fueron mencionados anteriormente.

Los estudiantes pueden acceder a las prácticas de laboratorio en formato físico en la biblioteca de la universidad o en formato virtual brindado por el monitor encargado del Laboratorio de Ingeniería Biomédica.

Las mesas, sillas, materiales y equipos utilizados deben quedar limpios y en su lugar correspondiente antes de salir del laboratorio.

En el Laboratorio de Ingeniería Biomédica es absolutamente necesario establecer ciertas reglas de conducta y normas de seguridad, de cuyo cumplimiento dependen el orden en el trabajo, la comodidad y la seguridad de todos los analistas. A continuación, se enuncian algunas reglas generales que se deben leer cuidadosamente:

- Prepararse siempre para cualquier experimento leyendo las instrucciones y directrices de la guía antes de ir al laboratorio.
- El profesor podrá evaluar la preparación del estudiante en lo referente a la práctica que va a realizar.
- Transcurridos 15 minutos después del inicio de la clase, se pierde el derecho de asistir.
- Toda inasistencia al laboratorio ocasiona un cero (0) en la experiencia.
- Por tratarse de una asignatura práctica no se realizan supletorios, habilitaciones, ni cursos vacacionales.
- Los grupos de trabajo se conservarán con los mismos integrantes durante todo el semestre.
- La totalidad de los integrantes del grupo serán responsables del cuidado de los equipos y de la pérdida de piezas u objetos que pertenezcan al laboratorio.

- Utilizar los implementos para su seguridad: bata, guantes, zapatos cerrados y otros según sean requeridos para una experiencia específica.
- En el laboratorio se prohíbe fumar, ingerir bebidas o alimentos.
- No arroje al piso cerillas, papel de filtro o sólidos poco solubles.
- Compruebe cuidadosamente los instrumentos o equipos antes de usarlos.



*Figura 2. Forma correcta de colocar las mesas y sillas dentro del laboratorio. (Creación Propia, 2020)*

#### **4) INSTRUCCIONES PARA EL PRE-INFORME**

Este es el espacio para consignar toda la información cualitativa y cuantitativa relativa a una experiencia en una forma clara, ordenada y legible.

Para sacar el máximo provecho de los datos consignados se aconseja seguir las siguientes normas:

- Anotar todos los datos tan pronto como sea posible después de hacer las observaciones.
- El profesor ayudará a decidir qué anotaciones son las más apropiadas para cada experiencia.
- Desarrollar el hábito de hacer rótulos y diagramas claros.
- Indicar las operaciones realizadas, presentando un cálculo ordenado.
- Anotar las conclusiones y comentarios pertinentes. Cada informe contiene una serie de preguntas y ejercicios, los cuales se relacionan directamente con el experimento. Responder todas las preguntas en el informe.
- Se recomienda elaborar el informe inmediatamente después de la sesión de trabajo de laboratorio.

## 5) INFORMES DEL LABORATORIO

La estructura a seguir para presentar un informe de laboratorio tipo artículo científico o un informe científico debe ser el siguiente:

### *Resumen*

Es una síntesis de lo que está desarrollado en el cuerpo del informe: objetivo de la práctica, metodología utilizada, resultados obtenidos, discusión de resultados.

### *Palabras claves*

Son aquellas palabras que, por sí, describen el motivo central de los objetivos propuestos en el trabajo que se presenta en el informe o artículo.

### *Abstract*

Es el mismo resumen, pero en inglés.

### *Keywords*

Son las mismas palabras claves, pero en inglés.

### *Introducción*

Presenta el trabajo, incluyendo los objetivos y resaltando la importancia del mismo.

### *Fundamento teórico*

Breve marco de referencia conceptual pertinente a la práctica.

### *Desarrollo experimental*

Contiene una descripción concisa de los pasos realizados para llevar a cabo la práctica, y esquemas, fotos o diagramas del montaje realizado.

### *Cálculo y análisis de resultados*

Cálculos: Desarrollo matemático en el cual se describen las ecuaciones utilizadas y los resultados obtenidos.

Análisis: Se comparan los resultados con los obtenidos en trabajos anteriores y que están relacionados en la revisión bibliográfica.

### *Conclusiones*

Se realizan teniendo en cuenta el objetivo planteado y los análisis de los resultados.

### *Referencias bibliográficas*

Las referencias son las fuentes que se utilizaron de apoyo en el trabajo para sustentar los argumentos o los hechos mencionados.

## 6) PRÁCTICAS DE LABORATORIOS

### I. Prácticas De Laboratorios De Biomédica.

- **Practica de Laboratorio 1:** Equipos De Simulación De Signos Vitales.
- **Practica de Laboratorio 2:** Equipos De Simulación De Presiones Arteriales.
- **Practica de Laboratorio 3:** Equipos De Simulación De Ventilación Pulmonar.
- **Practica de Laboratorio 4:** Equipos De Simulación De Desfibrilación.
- **Practica de Laboratorio 5:** Procedimiento Para La Calibración De Desfibriladores.

### II. Prácticas De Laboratorios De Electrónica.

- **Practica de Laboratorio 1:** Equipos De Medición Y Ensayo De Circuitos Electrónicos.

### I. Prácticas De Laboratorios De Biomédica.

#### LABORATORIO No 1.

**Tema:** EQUIPOS DE SIMULACION DE SIGNOS VITALES

#### INTRODUCCION

Esta práctica lleva al estudiante a una relación estrecha con los equipos de ECG, Spo2 y poder describir su funcionamiento a partir de sus componentes.

#### OBJETIVOS

- Describir el funcionamiento de un circuito básico para adquisición de biopotenciales.
- Enlazar los conocimientos adquiridos en la práctica con un equipo real. tener habilidades para usar un monitor de signos vitales.
- Analizar las etapas por las que está compuesto el monitor de signos vitales.

#### FUNDAMENTOS TEORICOS

Los monitores de parámetros fisiológicos también denominados monitores de pacientes o de signos vitales son sistemas electrónicos funcionales que nos muestran parámetros importantes sobre los signos vitales de un paciente que se encuentra en monitorización continua. Pueden ser modulares o mixtos además pueden realizar mediciones y muestran información de forma gráfica y/o numérica de diferentes parámetros fisiológicos tales como: electrocardiograma (**ECG**), frecuencia respiratoria, presión arterial, temperatura corporal. Dispone de alarmas visuales y auditivas que se activan cuando la frecuencia u otro parámetro de monitorización suben o baja de los límites establecidos. Puede estar dotado, además, de memoria de arritmias, Interpretación de arritmias, etc.

El ECG fue el primer signo vital registrado en forma continua y es la base para toda monitorización en pacientes críticos.

El corazón como bomba. El tejido cardíaco tiene una ritmicidad inherente debido a la presencia de células marcapasos que inician una secuencia eléctrica de despolarización y repolarización.

Un electrocardiograma (ECG) es un registro de la actividad eléctrica del corazón que mide los impulsos eléctricos que lo estimulan y producen la contracción.

### **INSUMOS, MATERIALES Y/O EQUIPOS REQUERIDOS**

- Monitor de Signos Vitales.
- Simulador de Signos Vitales.
- Bata.
- SurfaSafe.
- Compresas o limpión.
- Guantes desechables.

### **METODOLOGIA**

1. Limpiar cuidadosamente los equipos.
2. Preparar los equipos y los utensilios de trabajo.
3. Realizar las pruebas de simulación con los equipos y simuladores.
4. Confrontar los resultados con el profesor sobre todos los hallazgos de la experiencia.
5. Limpiar y guardar los equipos.

### **CALCULOS Y RESULTADOS**

Presentar un informe escrito el cual contemple lo siguiente:

- Introducción.
- Resolver el cuestionario.
- Presentar sus conclusiones.

## PREGUNTAS

1. Describe el proceso de muestreo de ECG.
2. Diga cuales son las derivadas de ECG vistas en la simulación.
3. ¿Cómo se realiza la medición de SpO2?
4. Mencione los parámetros que se pueden observar con la medición de SpO2.
5. ¿Cuántas clases de alarmas de ECG se pueden simular?
6. Explique brevemente la experiencia y las observaciones.
7. ¿Qué conclusiones y recomendaciones puede obtener usted de esta experiencia?

## BIBLIOGRAFIAS

- Nubio, J y Cruz, Á. (2001). Cubana Invest Bioméd. *Evaluación de un monitor de paciente*. 20(2), 128–135.

## LABORATORIO No 2.

**Tema:** EQUIPOS DE SIMULACION DE PRESIONES ARTERIALES

## INTRODUCCION

Esta práctica lleva al estudiante a una relación estrecha con los equipos de monitoreo de presión arterial y poder describir su funcionamiento a partir de sus componentes.

## OBJETIVOS

- Medir la presión arterial de una persona de forma no invasiva, haciendo uso de diferentes tecnologías.
- Describir los procedimientos para la determinación de la funcionalidad de los dispositivos de medición de presión de características mecánicas (Columna de Mercurio, Aneroides).
- Realizar pruebas de funcionamiento en el circuito medidor de presión.

## FUNDAMENTOS TEORICOS

La presión arterial es la fuerza que ejerce la sangre contra las paredes de las arterias. Cada vez que el corazón late, bombea sangre hacia las arterias, que es cuando su presión es más alta. A esto se le llama presión sistólica. Cuando su corazón está en reposo entre un latido y otro, la presión sanguínea disminuye. A esto se le llama la presión diastólica. En la lectura de la presión arterial se utilizan ambos números, la presión sistólica y diastólica. En general, la presión sistólica se menciona primero o encima de la diastólica. Una lectura con valores de:

- 120/80 es considerada presión arterial normal
- 140/90 o más se considera hipertensión arterial
- 100/60 o menos es considerado hipotensión arterial.

La hipertensión arterial no suele tener síntomas, pero puede causar problemas serios como derrames cerebrales, insuficiencia cardiaca, infarto e insuficiencia renal.

## **INSUMOS, MATERIALES Y/O EQUIPOS REQUERIDOS**

- Monitor de Signos Vitales.
- Tensiómetro aneroide.
- Fonendoscopio.
- Manómetro digital.
- Simulador de Signos Vitales.
- Bata.
- SurfaSafe.
- Compresas o limpión.
- Guantes desechables.

## **METODOLOGIA**

### **Medida de la presión sanguínea utilizando tensiómetro aneroide.**

Existen diferentes maneras de tomar la presión sanguínea, siendo la más simple y común, aquella que utiliza el tradicional brazal, la cual esta unida a un dispositivo portátil conocido como esfigmomanómetro. Este aparato está conectado a una columna de mercurio o a un manómetro aneroide y la lectura de la presión de la sangre se hace en milímetros de mercurio (mmHg).

1. Limpiar cuidadosamente los equipos.
2. Preparar los equipos y los utensilios de trabajo.
3. Utilizando el tensiómetro aneroide, coloque el brazal en la posición adecuada del brazo de su compañero. Intente que quede a nivel del corazón para evitar que la presión arterial se vea influida por otros factores ajenos.
4. Coloque el fonendoscopio debajo de brazal, en la posición de la arteria cubital. Lo que se ausculta es la arteria braquial en el pliegue del codo.
5. Cierre la válvula de alivio e infle el brazal a una presión superior, aproximadamente 200 mmHg. con ello se logra que se comprima una arteria de tamaño considerable, lo cual disminuye momentáneamente el flujo sanguíneo. Con ello, el pulso cubital se vuelve casi imperceptible.
6. Desinflar lentamente el brazal abriendo levemente la válvula de alivio y con la ayuda del estetoscopio se podrán escuchar los sonidos de Korotkoff, los cuales son los sonidos que deberán asociarse a la presión sanguínea, el primero se conocerá como sístole y el segundo como diástole.

7. Cuando escuche el primer sonido, señaliza la proximidad al valor de la presión máxima (sistólica). ¿Cuál es el valor de la presión medida con el tensiómetro?

PRESIÓN SISTÓLICA = \_\_\_\_\_ mmHg

8. Continuar desinflando el brazal en sintonía con los latidos cardiacos. Dado que las diferencias entre el cambio en la intensidad del murmullo y la desaparición del mismo son bastante pequeñas y muy difíciles de distinguir, se toma como presión diastólica la que se corresponde con la desaparición de los sonidos, lo cual se debe a la normalización del flujo que se puede entender como la inexistencia de turbulencias.
9. Cuando se dejen de escuchar los sonidos cardiacos señaliza el valor de la presión diastólica. ¿Cuál es el valor de la presión medida con el tensiómetro?

PRESIÓN DIASTÓLICA = \_\_\_\_\_ mmHg

10. Repita el procedimiento anterior, pero esta vez utilizando el tensiómetro del monitor de signos vitales.

PRESIÓN SISTÓLICA = \_\_\_\_\_ mmHg

PRESIÓN DIASTÓLICA = \_\_\_\_\_ mmHg

11. Confrontar los resultados con el profesor sobre todos los hallazgos de la experiencia.
12. Limpiar y guardar los equipos.

## CÁLCULOS Y RESULTADOS

Presentar un informe escrito el cual contemple lo siguiente:

- Introducción.
- Resolver el cuestionario.
- Presentar sus conclusiones.

## PREGUNTAS

1. Describe el proceso de muestreo de NIBP.
2. Mencione los parámetros que se pueden observar con la medición de NIBP.
3. ¿Cuántas clases de alarmas de NIBP se pueden simular?
4. Explique brevemente la experiencia y las observaciones.
5. ¿Qué conclusiones y recomendaciones puede obtener usted de esta experiencia?

## BIBLIOGRAFÍAS

- MedlinePlus. (2018). *Presión arterial alta*. U.S. MedlinePlus Recuperado de: <https://medlineplus.gov/spanish/highbloodpressure.html>

### **LABORATORIO No 3.**

**Tema:** EQUIPOS DE SIMULACION DE VENTILACION PULMONAR

#### **INTRODUCCION**

Esta práctica lleva al estudiante a una relación estrecha con los equipos de Ventilación Pulmonar y poder describir su funcionamiento a partir de sus componentes.

#### **OBJETIVOS**

- Describir el principio de medición de los flujos pulmonares.
- Realizar las pruebas de funcionalidad del ventilador pulmonar.

#### **FUNDAMENTOS TEORICOS**

La respiración externa es el proceso de intercambio de oxígeno (O<sub>2</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) entre la sangre y la atmósfera. Puede dividirse en cuatro etapas principales:

La ventilación pulmonar o intercambio del aire entre la atmósfera y los alvéolos pulmonares mediante la inspiración (entrada de aire a las vías respiratorias) y la espiración (salida de aire).

La difusión de gases o paso del oxígeno y del dióxido de carbono desde los alvéolos a la sangre y viceversa, desde la sangre a los alvéolos.

El transporte de gases por la sangre y los líquidos corporales hasta llegar a las células y viceversa.

Y, por último, la regulación del proceso respiratorio.

La respiración interna es el proceso de intercambio de gases entre la sangre de los capilares y las células de los tejidos en donde se localizan esos capilares.

#### **INSUMOS, MATERIALES Y/O EQUIPOS REQUERIDOS**

- Software simulador de ventilador Pulmonar.
- Analizador de flujo de gases.
- Bata.
- SurfaSafe.

- Compresas o limpión.
- Guantes desechables.

## **METODOLOGIA**

1. Limpiar cuidadosamente los equipos.
2. Preparar los equipos y los utensilios de trabajo.
3. Realizar las pruebas de simulación con los softwares.
4. Confrontar los resultados con el profesor sobre todos los hallazgos de la experiencia.
5. Limpiar y guardar los equipos.

## **CALCULOS Y RESULTADOS**

Presentar un informe escrito el cual contemple lo siguiente:

- Introducción.
- Resolver el cuestionario.
- Presentar sus conclusiones.

## **PREGUNTAS**

1. Describe el proceso de la ventilación pulmonar asistida.
2. ¿Cómo se realiza la medición de Volumen Minuto?
3. ¿Cómo se realiza la medición de la mezcla de O<sub>2</sub>?
4. Mencione los parámetros que se pueden observar en la ventilación pulmonar.
5. ¿Cuántas clases de alarmas se pueden simular?
6. Explique brevemente la experiencia y las observaciones.
7. ¿Qué conclusiones y recomendaciones puede obtener usted de esta experiencia?

## **BIBIOGRAFIAS**

- Palacios J. (2015). *Funciones del sistema respiratorio*. Enfermera virtual.com. Recuperado de:  
[https://www.infermeravirtual.com/esp/actividades\\_de\\_la\\_vida\\_diaria/ficha/funciones\\_del\\_sistema\\_respiratorio/sistema\\_respiratorio](https://www.infermeravirtual.com/esp/actividades_de_la_vida_diaria/ficha/funciones_del_sistema_respiratorio/sistema_respiratorio)

## **LABORATORIO No 4.**

**Tema:** EQUIPOS DE SIMULACION DE DESFIBRILACIÓN

## **INTRODUCCIÓN**

Esta práctica lleva al estudiante a una relación estrecha con los equipos de desfibrilación y cardioversión y poder describir su funcionamiento a partir de sus componentes.

## OBJETIVOS

- Describir el principio de medición de la desfibrilación.
- Realizar las pruebas de funcionabilidad del desfibrilador.

## FUNDAMENTOS TEORICOS

La desfibrilación y la cardioversión eléctrica (chokus electron) son dos tipos de terapia que mediante la aplicación de un choque eléctrico de corriente continua consigue revertir distintos trastornos del ritmo cardíaco.

Su alta eficacia, facilidad de aplicación y seguridad han contribuido a su gran difusión, estando disponibles en casi todos los ámbitos de la asistencia sanitaria, e incluso los automáticos en lugares públicos, sin personal sanitario.

La desfibrilación se utiliza en los casos de parada cardiorrespiratoria, con el paciente inconsciente, que presenta fibrilación ventricular o taquicardia ventricular sin pulso. Son mortales sin tratamiento.

La cardioversión eléctrica se emplea para revertir todo tipo de arritmias reentrantes, salvo la fibrilación ventricular.

El choque eléctrico es sincronizado con la actividad eléctrica del corazón. Puede ser administrado de forma electiva o urgente, si la situación compromete la vida del paciente.

## INSUMOS, MATERIALES Y/O EQUIPOS REQUERIDOS

- Desfibrilador.
- Analizador de desfibrilador.
- Bata.
- SurfaSafe.
- Compresas o limpión.
- Guantes desechables.

## METODOLOGIA

1. Limpiar cuidadosamente los equipos.
2. Preparar los equipos y los utensilios de trabajo.
3. Realizar las pruebas de simulación con los softwares.
4. Confrontar los resultados con el profesor sobre todos los hallazgos de la experiencia.
5. Limpiar y guardar los equipos.

## CALCULOS Y RESULTADOS

Presentar un informe escrito el cual contemple lo siguiente:

- Introducción.
- Resolver el cuestionario.
- Presentar sus conclusiones.

## PREGUNTAS

1. Describe el proceso de la desfibrilación.
2. ¿Cómo se realiza la descarga de la energía en el desfibrilador?
3. ¿Cómo se realiza la medición del sincronismo para la desfibrilación?
4. Mencione los parámetros que se pueden observar en el desfibrilador.
5. ¿Cuántas clases de alarmas se pueden simular?
6. Explique brevemente la experiencia y las observaciones.
7. ¿Qué conclusiones y recomendaciones puede obtener usted de esta experiencia?

## BIBLIOGRAFÍAS

- Wikipedia. 24 may 2019 *Desfibrilación y cardioversión eléctrica*.  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Desfibrilaci%C3%B3n\\_y\\_cardioersi%C3%B3n\\_el%C3%A9ctrica](https://es.wikipedia.org/wiki/Desfibrilaci%C3%B3n_y_cardioversi%C3%B3n_el%C3%A9ctrica)

## LABORATORIO No 5.

**Tema:** PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE DESFIBRILADORES

### INTRODUCCIÓN

La desfibrilación y la cardioversión eléctrica son dos tipos de terapia que mediante la aplicación de un choque eléctrico de corriente continua; consigue revertir distintos trastornos del ritmo cardíaco. Su alta eficacia, facilidad de aplicación y seguridad han contribuido a su gran difusión, estando disponibles en casi todos los ámbitos de la asistencia sanitaria, e incluso los automáticos en lugares públicos, sin personal sanitario. La desfibrilación se utiliza en los casos de parada cardiorrespiratoria, con el paciente inconsciente, que presenta fibrilación ventricular o taquicardia ventricular sin pulso. Son mortales sin tratamiento.

La cardioversión eléctrica. Se emplea para revertir todo tipo de arritmias reentrantes, salvo la fibrilación ventricular. El choque eléctrico es sincronizado con la actividad eléctrica del corazón. Puede ser administrado de forma electiva o urgente, si la situación compromete la vida del paciente. La más grave de todas las arritmias cardíacas es la fibrilación ventricular, la cual, si no se detiene en 2 o 3 minutos, es casi siempre mortal. La fibrilación ventricular se debe a que los impulsos cardiacos se disparan dentro de la masa de los ventrículos, y estimulan sin orden ni concierto, primero una porción del músculo ventricular, luego otra distinta, después para, finalmente, convertirse en un mecanismo de retroacción que estimula al mismo.

En un corazón normal, un impulso ectópico que interrumpe el ciclo cardíaco durante el período vulnerable (el momento de la repolarización ventricular en la elevación de la

onda-T), es generalmente bien tolerado y el nódulo sinusal recobra el control. Sin embargo, en un corazón enfermo, un impulso ectópico puede algunas veces, aunque no siempre, provocar fibrilación ventricular. La recuperación de las células del músculo ventricular no es uniforme ni homogénea durante la fase de repolarización; esto puede fragmentar la respuesta del ventrículo en general, lo cual puede resultar en fibrilación ventricular o en caos eléctrico. Puesto que el ventrículo está eléctricamente desorganizado en su respuesta, está también desorganizado mecánicamente y, por lo tanto, no hay pulso. Muchos han descrito el corazón fibrilante como parecido a una "bolsa de gusanos". La fibrilación Ventricular no se Corrige "a sí misma", sino que persiste y ocasiona la muerte si la desfibrilación no se lleva a cabo rápidamente.

## OBJETIVOS

- Identificar los métodos de ensayo y calibración establecidos por la norma.
- Realizar diferentes tomas de datos donde se logre obtener la calibración.

## FUNDAMENTOS TEORICOS

Este procedimiento utiliza las definiciones metrológicas de conformidad con la norma NTC-2194, vocabulario de términos básicos y generales en metrología y la norma NTC-IEC-60601-1, equipo electromédico.

- **Exactitud de medición.** Cercanía del acuerdo entre el resultado de la medición y un valor verdadero de la magnitud por medir.
- **Instrumento de medición digital.** Instrumento de medición que suministra una señal de salida en forma digital.
- **Patrón de trabajo.** Patrón que se utiliza rutinariamente para calibrar o comprobar, instrumentos de medida.
- **Incertidumbre de la medición.** Parámetro asociado con el resultado de una medición, que caracteriza a la dispersión de los valores que en forma razonable se le podrían atribuir a la magnitud por medir.
- **Evaluación (de incertidumbre) Tipo A.** Método para evaluar la incertidumbre mediante el análisis estadístico de una serie de observaciones.
- **Evaluación (de incertidumbre) Tipo B.** Método para evaluar la incertidumbre por otro medio que no sea el análisis estadístico de una serie de observaciones.
- **Calibración.** Conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores de las magnitudes que indiquen un instrumento de medición o un sistema de medición, o valores representados por una medida materializada o por un material de referencia, y los valores correspondientes determinados por medio de los patrones.
- **Equipo electromédico.** Equipo eléctrico, provisto de una sola conexión con la red de alimentación y destinado a diagnosticar, tratar de rehabilitar y/o vigilar al paciente bajo supervisión médica y que tiene contacto físico con el paciente y/o transferirse energía, y/o recibe energía.

- **Acreditación.** Declaración, por un organismo nacional de acreditación, de que un organismo de evaluación de la conformidad o autorizado de verificación metrológica cumple con los requisitos fijados con arreglo a normas armonizadas y, cuando proceda, otros requisitos adicionales, incluidos los establecidos en los esquemas sectoriales pertinentes, para ejercer actividades específicas de evaluación establecidas en este real decreto o en regulación específica.
- **Certificado de conformidad.** Documento emitido por un organismo notificado o de control metrológico, en relación con un instrumento o sistema de medida declarando que éste es conforme con los requisitos esenciales comunes y específicos, establecidos en la regulación metrológica que le sea aplicable para su comercialización y puesta en servicio.
- **Clase de exactitud.** Clase de instrumentos o sistemas de medida que satisfacen requisitos metrológicos determinados destinados a mantener los errores de medida o las incertidumbres instrumentales dentro de límites especificados, bajo condiciones de funcionamiento dadas.
- **Control metrológico legal.** El control de las tareas de medición previstas para el ámbito de aplicación de un instrumento de medida, por razones de interés público, salud pública, orden público, protección del medio ambiente, recaudación de impuestos y tasas, protección de los consumidores y lealtad de las prácticas comerciales.  
Parámetros a considerar en toda calibración
- **Error de medición.** Resultado de una medición menos el valor verdadero del mensurando.
- **Desviación.** Valor medido menos su valor de referencia.
- **Error relativo.** Es la relación entre el error de medida y un valor verdadero del mensurando — valor del mensurando recogido en el patrón—. El error relativo se suele expresar también en forma porcentual: X %.
- **Error sistemático.** Serían debidos a causas que podrían ser controladas o eliminadas — por ejemplo, medidas realizadas con un aparato averiado o mal calibrado—.
- **Corrección.** Valor sumado algebraicamente al resultado sin corregir de una medición para compensar un error sistemático; de lo que se deduce que la corrección, o bien será reflejada en la hoja de calibración o bien minimizada mediante el ajuste; solo se aplica a las derivas de los instrumentos.
- **Patrón primario.** Patrón que es designado o ampliamente reconocido como poseedor de las más altas cualidades metrológicas y cuyo valor se acepta sin referirse a otros patrones de la misma magnitud.
- **Patrón secundario.** Patrón cuyo valor se establece por comparación con un patrón primario de la misma magnitud.
- **Patrón de referencia.** Patrón, en general de la más alta calidad metrológica, disponible en un lugar dado o en una organización determinada, del cual se derivan las mediciones realizadas en dicho lugar.
- **Patrón de trabajo.** Patrón que se utiliza corrientemente para calibrar o controlar medidas materializadas, instrumentos de medida o materiales de referencia.
- **Patrón de medida.** Valor de medición materializado, aparato o sistema de medida con el que se intenta definir, realizar, conservar o reproducir una unidad física o bien uno o

varios valores conocidos de una magnitud con el fin de que sirvan de comparación a otros elementos de medida [BIPM 1993].5

• **Trazabilidad.:** La trazabilidad es la propiedad del resultado de las mediciones efectuadas por un instrumento o por un patrón, tal que pueda relacionarse con patrones nacionales o internacionales y a través de éstos a las unidades fundamentales del sistema Internacional de Unidades por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones, con todas las incertidumbres determinadas.

## INSUMOS, MATERIALES Y/O EQUIPOS REQUERIDOS

- Desfibrilador.
- Analizador de desfibrilador.
- Bata.
- SurfaSafe.
- Compresas o limpión.
- Guantes desechables.

## METODOLOGIA

1. Limpiar cuidadosamente los equipos.
2. Preparar los equipos y los utensilios de trabajo.
3. Comprobar que las baterías del equipo bajo calibración se encuentren operativas, según procedimientos interno.
4. Comprobar que las paletas de descarga estén libres de suciedad, oxido y gel conductivo.
5. Comprobar estados de cables y conectores.
6. Dejar encendidos al patrón 15 minutos antes de la medición.
7. Preparar el analizador
8. Seleccionar puntos de descarga en función del uso de desfibrilador ya sea para paciente pediátrico o adulto.
9. Iniciar la medición por el punto más bajo de la escala seleccionada.
10. Tomar cinco mediciones por cada punto más alto de la escala seleccionada.

Adulto		Pediátrico	
Monofásico	Bifásico	Monofásico	Bifásico
50	30	10	5
100	50	50	30
160	75	100	50
250	100	160	70

Figura 1

11. Confrontar los resultados con el profesor sobre todos los hallazgos de la experiencia.
12. Limpiar y guardar los equipos.

### CALCULOS DE INCERTIDUMBRE Y RESULTADOS

$$U_{B1} = \frac{\text{Especificaciones del patrón de trabajo}}{\sqrt{3}} \quad [6]$$

$$U_{B2} = \frac{\text{Resolución}}{2 * \sqrt{3}} \quad [7]$$

$$U_{B3} = \frac{\text{Resolución}}{2 * \sqrt{3}} \quad [8]$$

$$\frac{\partial E}{\partial A_i} = 1 ; \quad \frac{\partial E}{\partial A_r} = -1 \quad [9]$$

$$U_C = \sqrt{\left(\frac{\partial E}{\partial A_i}\right)^2 \times U_A^2 + \left(\frac{\partial E}{\partial A_r}\right)^2 \times (U_{B1}^2 + U_{B2}^2) + \left(\frac{\partial E}{\partial A_i}\right)^2 \times U_{B3}^2}$$

$$U_C = \sqrt{U_A^2 + U_{B1}^2 + U_{B2}^2 + U_{B3}^2} \quad [10]$$

Figura 2

Presentar un informe escrito el cual contemple lo siguiente:

- Introducción.
- Resolver el cuestionario.
- Presentar sus conclusiones.

### PREGUNTAS

1. Describe el proceso de la desfibrilación.
2. ¿Cómo se realiza la descarga de la energía en el desfibrilador?
3. ¿Cómo se realiza la medición del sincronismo para la desfibrilación?
4. Mencione los parámetros que se pueden observar en el desfibrilador.
5. ¿Qué es la Incertidumbre y para que se utiliza?
6. ¿Cómo se podría realizar el proceso de calibración de una manera más eficiente?
7. Explique brevemente la experiencia y las observaciones.
8. ¿Qué conclusiones y recomendaciones puede obtener usted de esta experiencia?

### BIBIOGRAFIAS

- Norma Técnica Colombiana [NTC] 60601-1. Equipo electromédico. *Parte 1: Requisitos generales para la seguridad. Parte 2: Requisitos particulares de seguridad para los desfibriladores y monitores desfibriladores cardiacos.* Colombia. ICONTEC.
- Norma Técnica Colombiana [NTC] 1705. (2005). *Requisitos generales de competencia de laboratorios de ensayos y calibración.* Colombia. ICONTEC.
- Norma Técnica Colombiana [NTC] 2194. (1997). *Vocabulario de términos básicos y generales en metrología.* Colombia. ICONTEC
- Guyton Hall. (2016). *Tratado de Fisiología Médica*, Décima edición. Editorial Mc Graw Hill.
- Guía Técnica Colombiana [GTC 51]. (2000). *Guía para la Expresión de Incertidumbre en Mediciones.* Colombia. ICONTEC

## II. Prácticas De Laboratorios De Electrónica.

### LABORATORIO No 1.

**Tema:** EQUIPOS DE MEDICIÓN Y ENSAYO DE CIRCUITOS ELECTRONICOS.

### INTRODUCCIÓN

Esta práctica lleva al estudiante a una relación estrecha con los equipos de medición de resistencia, voltaje y corriente para poder realizar ensayos en los circuitos electrónicos mediante del protoboard.

### OBJETIVOS

- Familiarizar al alumno con el uso del multímetro en la medición de resistencia, voltaje y corriente. Así como el uso del protoboard para la implementación de circuitos electrónicos.

### FUNDAMENTOS TEORICOS

Los multímetros digitales presentan la medida sobre un display que es una pequeña pantalla que muestra números y unidades. En general poseen características superiores a los analógicos. La siguiente figura muestra el aspecto de un multímetro digital. Estos instrumentos, al igual que los analógicos, poseen varios rangos de medida seleccionables por medio de una llave selectora o botonera. Otros modelos son “AUTO RANGO”, es decir, el instrumento “sabe” cuando debe cambiar de rango de medida; en estos casos sólo hay que darle al instrumento la indicación de lo que se está midiendo (Voltaje, corrientes, resistencias).

### Medición de resistencia:

Para saber el valor de una resistencia, leyendo el código de colores de una resistencia se sabe la lectura que se debe obtener al medir el componente con un multímetro, luego que se coloca la llave selectora del instrumento del multímetro según lo explicado recientemente, se juntas las puntas de prueba y, colocando una punta de prueba en cada terminal del resistor “sin tocar ambas puntas con las manos”, se mide el componente.

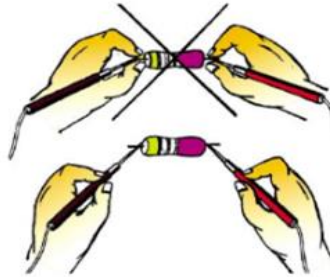


Figura 1

Si el valor del resistor no coincidiera con el que indica el código de colores que significa que el componente está en mal estado. Los resistores normalmente “se abren”, es decir, presentan resistencias muy elevadas al deteriorarse.

Al realizar la medición con un multímetro digital, en el display se muestra directamente el valor medido.



Figura 2

### **Protoboard:**

Las placas protoboard se utilizan en Electrónica para ensayar circuitos en la fase de diseño, antes de construirlos en forma definitiva. Nos permite detectar errores de diseño, probar diferentes componentes, etc. La placa está constituida por una matriz de agujeritos donde se pueden insertar, por simple presión, los terminales de los componentes, los cuales quedan pinzados. Estos agujeritos tienen uniones eléctricas por la parte interior de la placa de forma que los componentes que insertamos en dos agujeritos unidos eléctricamente por la parte interior es como si los conectáramos entre sí.

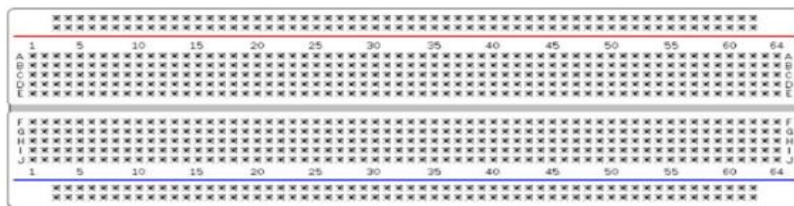


Figura 3

Los agujeros están agrupados en columnas de a 5, los cuales están unidos por la parte interior. Hay dos bloques de columnas de 5 agujeros. En cada bloque, las columnas de agujeros están numeradas, y cada fila suele estar designada por una letra, para facilitar la identificación de cada agujero. Además, hay una o dos filas situadas en la parte interior y en la parte superior de la placa, que se suele utilizar para conectar los dos polos de la fuente de tensión que alimenta el circuito. Todos los agujeros de cada una de las filas están unidos entre sí.

De todas formas, por bien que distribuyamos los componentes, será inevitable tener que hacer conexiones por el exterior. Para ello se utilizan pedazos de cable rígido del grosor adecuado para que queden pinzados en la placa. El grosor de los cables de unión utilizados y los terminales de los componentes deben ser adecuados: ni tan gruesos que no entren en los agujeritos ni tan delgados que no queden bien pinzados y provoquen un mal contacto.

### **INSUMOS, MATERIALES Y/O EQUIPOS REQUERIDOS**

- Fuente de poder (9V).
- Multímetro Digital.
- Protoboard.
- 5 Resistencias.
- 1 Metro de alambre.
- Compresas o limpión.
- Bata.

### **METODOLOGIA**

1. Preparar los equipos y los utensilios de trabajo.
2. Realizar pruebas de funcionalidad en las resistencias con el multímetro.
3. Elaborar los siguientes circuitos electrónicos en la protoboard.

1)

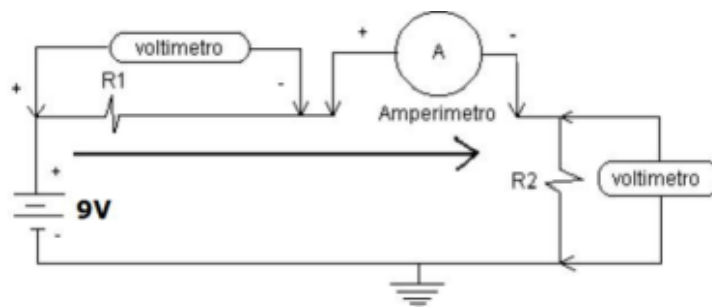


Figura (4)

2)

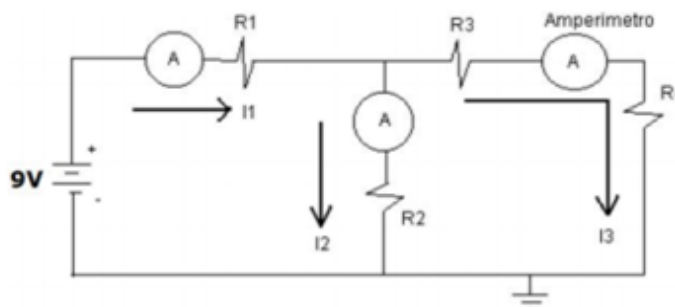


Figura (5)

4. Conectar el circuito electrónico a la fuente de poder (9V).
5. Confrontar los resultados con el profesor sobre todos los hallazgos de la experiencia.
6. Limpiar y guardar los equipos.

## CALCULOS Y RESULTADOS

Presentar un informe escrito el cual contemple lo siguiente:

- Introducción.
- Resolver el cuestionario.
- Presentar sus conclusiones.

## PREGUNTAS

1. ¿Cómo se realiza la medición de resistencias mediante el multímetro?
2. ¿Cómo se puede identificar con el valor del multímetro si una resistencia funciona?
3. ¿Ventajas y desventajas de la protoboard?
4. Explique brevemente la experiencia y las observaciones.
5. ¿Qué conclusiones y recomendaciones puede obtener usted de esta experiencia?

## BIBIOGRAFÍAS

- Video live. (2010). *Como medir resistencias en serie con un multímetro*. Recuperado de: <http://www.youtube.com/watch?v=4YaeThgPVN4>
- Tuni Panea. (2010). *Tutorial 4 Uso básico del multímetro*. Recuperado de: <http://www.youtube.com/watch?v=eDvr8q6HAps>
- TutoElectro. (2010). *Electrónica Básica 22, Resistencias 2ª Parte*. Recuperado de: <http://www.youtube.com/watch?v=Va6nhxabCz0>
- Llquark. (2008). *Medición de Corriente Eléctrica Parte 2*. Recuperado de: <http://www.youtube.com/watch?v=Ko9S6k28k2w>

### COSTOS

RUBRO	COSTO
Impresión Del Documento	72.000
Carpeta Anillada	16.000
Capacitación A Estudiantes	120.000
<b>TOTAL</b>	<b>208.000</b>

*Tabla 2(Elaboración Propia)*

### CONCLUSIONES

- Los laboratorios son una pieza fundamental en el ciclo de desarrollo del aprendizaje de los estudiantes ya que pueden llevar a cabo toda la teoría vista en las clases a la práctica.
- Contar con las normas de seguridad adecuadas en el Laboratorio de Ingeniería Biomédica minimizara cualquier probabilidad de accidentes y maximizara el nivel de aprendizaje.
- La implementación del manual del Laboratorio de Ingeniería Biomédica dará como resultado una visión más amplia a los estudiantes y profesores del correcto uso,

utilidades y aplicaciones que les puede brindar el Laboratorio de Ingeniería Biomédica.

## ANEXOS

### ANEXO 1


ENCUESTA DE SATISFACCIÓN LABORATORIO DE INGENIERÍA BIOMÉDICA					
Valore 1 al 5, donde 1 es malo y 5 es excelente, las siguientes sobre el Laboratorio de Biomédica de la Corporación Universitaria Reformada					
PREGUNTAS	1	2	3	4	5
1) ¿Está satisfecho con los laboratorios realizados en el semestre?					
2) ¿Está satisfecho con la estructura de los pre-informe e informes del laboratorio?					
3) ¿Los equipos y dispositivos presentes en el Laboratorio de Biomédica han servido de ayuda en la apropiación de nuevos conocimientos?					
4) ¿Está de acuerdo con las normas de Seguridad establecidas en el Laboratorio de Biomédica?					
<b>Observaciones:</b>					

Tabla 3. (Creación Propia, 2020)

## LISTA DE REFERENCIAS

- Agudelo, A., Castañeda, P. y Rojas, L. (2009). *Diseño del manual de procesos, procedimientos y funciones para la distribuidora C.I. Cofee Inn de la ciudad de Pereira (Rosaralda)*. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Alfaomega Grupo Editor. (2015). Libroweb. México: Ingeniería Biomédica.  
Recuperado de:  
<http://libroweb.alfaomega.com.mx/Universidad%20Iberoamericana>.
- Augusto, C., Estupiñan, S., y Chaparro, F. (2017). De Dispositivos Médicos. Invima. Ministerio de Salud y Protección Social. *ABC de dispositivos Médicos*. Bogotá-Colombia. Recuperado de:  
<https://www.invima.gov.co/images/pdf/tecnovigilancia/ABC%20Dispositivos%20Medicos%20I%20NVIMA.pdf>
- Beltrán, G., (2018). *Manual De Prácticas De Laboratorio*.
- BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML. (1993). *International vocabulary of basic and general terms in metrology*, VIM, ISO, Ginebra.
- Bowcutt M, Rosenkoetter MM, Chernecky CC, Wall J, Wynn D, Serrano C. (2008). *Implementation of an intravenous medication infusion pump system: implications for nursing*. J Nurs Manag 03. 16(2). 188-197.
- Celyon técnica, S.L. (2019). *Index 2 XLFE*. Barcelona: celyontecnica.es.  
Recuperado de: <https://www.celyontecnica.es/productos/13/index-2-xf>.
- Congreso de Colombia. (11 de noviembre de 1993). Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. [Decreto 2269 de 1993]. DO:51.340.

- Congreso de Colombia. (5 de agosto de 2015). Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. [Decreto 1595 de 2015]. DO:51.340.
- DIRECTIVA MINISTERIAL No.67. (2015) *Orientaciones para la construcción o ajuste en los establecimientos educativos del manual de normas de seguridad en los Laboratorios de Química y Física*. Bogotá, Colombia.
- ENCRI. (1998). *Monitor: planificación, adquisición y gestión*. 1–24.
- Fluke Corporation. (2006). *¿Para qué sirve una pinza amperimétrica?* Washington. Recuperado de: <https://www.fluke.com/es-co/informacion/mejores-practicas/aspectos-basicos-de-las-herramientas-de-prueba/pinzas-amperimetricas/que-es-una-pinza-amperimetrica>.
- Fluke Corporation. (2006). *Conceptos básicos de los multímetros digitales*. Washington. Recuperado de: Fluke.com.
- Fluke Corporation. (2019). *Impulse 6000D/7000DP*. Washington. Recuperado de: Fluke.com.
- Manzano, F. y Pachón, R. (2002). *Metrología en las civilizaciones de Mesopotamia, Egipto, Fenicia, Israel, Grecia, Cartago, Roma y otras culturas de la antigüedad XIV*. Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica, Santander, España.
- Fundación Española del Corazón. (2018). *Ficha del Paciente: Desfibrilador (DAI)*.

- Gobernación del Magdalena. (2011). *Y. Manual de Procesos Para La Gestión de Suministro de Medicamentos*, Manual De Procesos Y Procedimientos De La Oficina De Comunicación Y Protocolo General.
- Guía Técnica Colombiana [GTC 51]. (2000). Guía para la Expresión de Incertidumbre en Mediciones. Colombia. ICONTEC
- Guardado, A., Mitani, Y., Castorena, P., Metrología, C. N. De, y Marqués, E. (2013). *La metrología en la industria*. Centro Nacional De Metrología
- Guyton Hall. (2016). *Tratado de Fisiología Medica*, Décima edición. Editorial Mc Graw Hill.
- Nubio, J y Cruz, Á. (2001). Cubana Invest Bioméd. *Evaluación de un monitor de paciente*. 20(2), 128–135.
- Jiménez, A., Calderón, F., Echeverri, L., (2008). *Diseño de un laboratorio de verificación metrológica de Equipos biomédicos en la universidad autónoma de occidente*. Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali.
- Linsenmeier R.A. What Makes a Biomedical Engineer? *Defining the Undergraduate Biomedical Engineering Curriculum*". *IEEE Engineering in Medicine and Biology*, 22,4, 32-38. July/August, 2003.
- Llquark. (2008). *Medición de Corriente Eléctrica Parte 2*. Recuperado de: <http://www.youtube.com/watch?v=Ko9S6k28k2w>
- Guerrero, L. (1888). Sistema De Medidas. *Anales de Ingeniería*.

MedlinePlus Recuperado de:

<https://medlineplus.gov/spanish/highbloodpressure.html>

- MedlinePlus. (2018). Presión arterial alta. U.S. MedlinePlus Recuperado de:  
<https://medlineplus.gov/spanish/highbloodpressure.html>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2011). *Guía para la elaboración de manuales de normas y procedimientos*. Gobierno de Guatemala.
- Castro, G. (2016). *Introducción a la metrología: Historia y conceptos básicos*. Costa Rica. Laboratorio de Costarricense de Metrología [LACOMET].
- Muñoz, E. A., Burgos, J., Ramón, A., & Berrocal, D. (s.f.). *14 14.1*.
- Norma Técnica Colombiana [NTC] 2194. (1997). *Vocabulario de términos básicos y generales en metrología*. Colombia. ICONTEC.
- Norma Técnica Colombiana [NTC] 60601-1. *Equipo electromédico. Parte 1: Requisitos generales para la seguridad. Parte 2: Requisitos particulares de seguridad para los desfibriladores y monitores desfibriladores cardiacos*. Colombia. ICONTEC.
- Norma Técnica Colombiana [NTC] 1705. (2005). *Requisitos generales de competencia de laboratorios de ensayos y calibración*. Colombia. ICONTEC.
- Palacios J. (2015). *Funciones del sistema respiratorio*. *Infermera virtual.com*. Recuperado de:  
[https://www.infermeravirtual.com/esp/actividades\\_de\\_la\\_vida\\_diaria/ficha/funciones\\_del\\_sistema\\_respiratorio/sistema\\_respiratorio](https://www.infermeravirtual.com/esp/actividades_de_la_vida_diaria/ficha/funciones_del_sistema_respiratorio/sistema_respiratorio)

*Parte 2: Requisitos particulares de seguridad para los desfibriladores y monitores desfibriladores cardiacos*

- PCE Ibérica S. L. (2004). *Manómetros Digitales*. España: pce-iberica.es.  
Recuperado de: <https://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/metros/manometros-digitales.htm>.
- Pau American Health Organization y Red Parf Pandrh. (2002). *Buenas Prácticas para Laboratorios Nacionales de Control Farmaceutico Anexo 3 informe 33*. Metrología 1.
- Puchalt Fortea, F. J. (2001). *Breve historia de la. Archivo de Prehistoria Levantina*, 24, 363–371.
- Set & Gad Ltda. (2016). *Analizadores de Equipo Electromédico FLUKE*. Colombia: setgad.com. Recuperado de: <http://www.setgat.com/index.html>
- Set & Gad Ltda. (2019). *Analizadores de Seguridad Eléctrica FLUKE*. Colombia: setgad.com. Recuperado de: <http://setgad.com/wp/analizador-de-seguridad-electrica/>
- Soler López, F. A. (2009). La Bioingeniería Y La Ingeniería Biomédica En Colombia. *Revista Ingeniería Biomédica*, 3(5), 31–32.
- Soluciones Electromédicas de la Laguna. (2018). *MONITORES DE SIGNOS VITALES*. Bruselas: electromedicasel. Recuperado de: <https://www.electromedicasel.com/monitores-de-signos-vitales-2/>.
- The Whitaker Foundation. (2009). *Definition of Biomedical Engineering*. Recuperado de: <http://www.whitaker.org>.

- Tribuladores SLU. (2011). *Calibrar una báscula de precisión*. Madrid: basculasdeprecision. Recuperado de: <http://basculasdeprecision.net/calibrar-bascula-de-precision>
- Tuni Panea. (2010). *Tutorial 4 Uso básico del multímetro*. Recuperado de: <http://www.youtube.com/watch?v=eDvr8q6HAps>
- TutoElectro. (2010). *Electrónica Básica 22, Resistencias 2ª Parte*. Recuperado de: <http://www.youtube.com/watch?v=Va6nhxabCz0>
- Video live. (2010). *Como medir resistencias en serie con un multímetro*. Recuperado de: <http://www.youtube.com/watch?v=4YaeThgPVN4>
- Xingmedical. (2019). *Analizadores De Electrocirugía*. Bogotá. Recuperado de: <http://www.equiposmedicoscalibracion.com/analizadore-de-electrocirugia/>
- Zais, R., (1976). *Curriculum: Principles and Foundation*, United States. Ty Crowell Co.