

**ESTRATEGIA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LA USABILIDAD DE LOS MONITORES  
DE SIGNOS VITALES EN LAS UNIDADES DE CUIDADO INTENSIVO DE UN  
HOSPITAL UNIVERSITARIO DE ALTA COMPLEJIDAD DE BOGOTÁ D.C.**

**Natalia Álvarez Rodríguez**

**Práctica profesional**

**Tutores**

**M.Sc. Jefferson Sarmiento Rojas  
M.Sc. Pedro Antonio Aya Parra**



**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO  
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO  
PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA  
BOGOTÁ D.C  
2021**

## **AGRADECIMIENTOS**

Me gustaría agradecerle mucho a Dios y a mi familia por apoyarme siempre y acompañarme en esta etapa de mi vida tan importante. A mis directores del proyecto de la Universidad del Rosario, Magíster en ciencias Jefferson Sarmiento Rojas, Magíster en ciencias Pedro Antonio Aya Parra y a mis co-directores de la Fundación Santa de Bogotá, Magíster en ciencias Flavio Enrique Garcia Romero, Magíster en ciencias Ever Leonardo Rojas Díaz y la Ingeniera Biomédica Carolina Díaz Sánchez. Muchas gracias a todo mi equipo de trabajo por dedicarme el tiempo necesario y brindarme las herramientas para realizar la investigación. Todo este proceso me ha ayudado a formarme como una Ingeniera Biomédica.

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. OBJETIVOS .....	13
2.1. General.....	13
2.2. Específicos .....	13
3. METODOLOGÍA .....	14
3.1. Problema para solucionar.....	14
3.2. Fases del proyecto .....	15
4. RESULTADOS .....	19
4.1. Encuesta de monitores de signos vitales de referencia 1 .....	19
4.2. Encuesta de monitores de signos vitales de referencia 2 .....	32
5. DISCUSIÓN.....	43
5.1. Monitores de signos vitales de referencia 1.....	43
5.2. Monitores de signos vitales de referencia 2.....	44
6. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS .....	48
7. CONCLUSIONES .....	50
REFERENCIAS .....	51
ANEXOS.....	54

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Componentes de la Usabilidad.....	10
Figura 2. Fases del Proyecto de Investigación .....	14
Figura 3. Visualización del Excel.....	15
Figura 4. Unidades de Cuidado Intensivo.....	19
Figura 5. Nivel Académico, monitor de signos vitales de referencia 1.....	20
Figura 6. Rango de Edad, monitor de signos vitales de referencia 1.....	20
Figura 7. Género, monitor de signos vitales de referencia 1.....	21
Figura 8. Años de experiencia en el servicio, monitor de signos vitales de referencia 1.....	21
Figura 9. Unidad de Cuidado Intensivo, monitor de signos vitales de referencia 1.....	22
Figura 10. Frecuencia de consulta o manipulación del monitor de signos vitales de referencia 1.....	23
Figura 11. Parámetros que han utilizado durante la práctica en el proceso de atención, monitor de signos vitales de referencia 1.....	24
Figura 12. Causas por las cuales no han utilizado algunos parámetros, monitor de signos vitales de referencia 1.....	25
Figura 13. Otras causas por las cuales no han utilizado algunos parámetros, monitor de signos vitales de referencia 1.....	25
Figura 14. Funciones adicionales que han utilizado durante la práctica diaria, en el proceso de atención, monitor de signos vitales de referencia 1.....	26
Figura 15. Causas por las cuales no han utilizado las funciones adicionales, monitor de signos vitales de referencia 1.....	27
Figura 16. Otras causas por las cuales no han utilizado las funciones adicionales, monitor de signos vitales de referencia 1.....	27
Figura 17. Almacenamiento, monitor de signos vitales de referencia 1.....	28
Figura 18. Resultados del Análisis Heurístico, monitor de signos vitales de referencia 1.....	29
Figura 19. Satisfacción de la encuesta, monitor de signos vitales de referencia 1.....	30
Figura 20. Años de experiencia en función de las causas por las cuales no utilizan los parámetros, monitor de signos vitales referencia 1.....	31
Figura 21. Nivel Académico, monitor de signos vitales de referencia 2.....	33
Figura 22. Rango de Edad, monitor de signos vitales de referencia 2.....	34

Figura 23. Género, monitor de signos vitales de referencia 2.....	34
Figura 24. Años de experiencia en el servicio, monitor de signos vitales de referencia 2.....	35
Figura 25. Unidad de Cuidado Intensivo, monitor de signos vitales de referencia2 .....	35
Figura 26. Frecuencia de consulta o manipulación, monitor de signos vitales de referencia 2.....	37
Figura 27. Parámetros que han utilizado durante la práctica en el proceso de atención, monitor de signos vitales de referencia 2.....	37
Figura 28. Causas por las cuales no han utilizado algunos parámetros, monitor de signos vitales de referencia2.....	38
Figura 29. Otras causas por las cuales no han utilizado algunos parámetros, monitor de signos vitales de referencia2.....	39
Figura 30. Funciones adicionales del monitor de signos vitales de referencia 2 .....	41
Figura 31. Función adicional del monitor de signos vitales de referencia2 .....	42
Figura 32. Monitorización del ECG en monitores de signos vitales de referencia2 .....	43
Figura 33. Resumen de ECG en monitores de signos vitales de referencia2 .....	44
Figura 34. Monitorización de SpO2 en monitor de signos vitales de referencia2 .....	45
Figura 35. Resultados del Análisis Heurístico, monitor de signos vitales de referencia 2 .....	42
Figura 36. Satisfacción de la encuesta, monitor de signos vitales de referencia2 .....	42
Figura 37. Años de experiencia en función de las causas por las cuales no utilizan los parámetros, monitor de signos vitales referencia 2 .....	51

## LISTA DE ANEXOS.

Anexo 1. Diagrama de Gantt Propuesto con las fases del Proyecto.....	54
Anexo 2 Cronograma del Proyecto.....	54
Anexo 3. Encuesta de monitor de signos vitales de referencia 1 .....	55
Anexo 4. Encuesta de monitor de signos vitales de referencia 2 .....	56

## RESUMEN

**Introducción:** La Fundación de la Institución fue inaugurado en 1972 y el Hospital Universitario de la Fundación Santa Fe de Bogotá, fue inaugurado en el año 1983. Esta institución se ha destacado por ser un hospital comprometido con la calidad, seguridad del paciente e innovación tecnológica. Hoy en día se cuenta con alrededor de 7.000 equipos biomédicos en todas sus instalaciones. Al ser un número elevado de equipos es indispensable tener personal capacitado para el uso adecuado de los mismos por parte de cada área asistencial. El siguiente trabajo es importante porque es necesario identificar el porcentaje de usabilidad de los monitores de signos vitales en las Unidades de Cuidado Intensivo, para no llevar a tener una subutilización.

**Objetivo:** Diseñar una estrategia que permita analizar e identificar el porcentaje del uso de los monitores de signos vitales de Unidades de Cuidado Intensivo (UCI) Neonatal, Pediátrica, Médica de Adultos y Quirúrgicos en la Fundación Santa Fe de Bogotá.

**Metodología:** Se planeo hacer pruebas de usabilidad a todos los equipos biomédicos que se encontraban en las Unidades de Cuidado Intensivo, pese a ello, los tiempos fueron bastantes limitados y a la población asistencial con la cual se planeó realizar la investigación le era imposible resolver el número de encuestas previstas inicialmente, en función de la cantidad de equipos biomédicos disponibles. Por tal razón, se procedió a priorizar el equipo biomédico que más se utiliza y que es más conocido por el personal, siendo este el monitor de signos vitales. El desarrollo del proyecto se dividió en cuatro etapas, las cuales fueron: 1) Contextualización de Equipos Biomédicos en UCI Fundación Santa Fe de Bogotá; en esta se identificó quienes eran los proveedores de cada equipo biomédico y quienes eran los encargados de los mantenimientos preventivos y correctivos de todos los equipos por medio del Software AM. 2) Verificación de la información clínica con los proveedores de los equipos biomédicos; aquí se planearon reuniones con cada uno de los proveedores para verificar nuevamente las especificaciones clínicas de los equipos. 3) Análisis de Documentación; se creó una base de datos para poder tener claridad y organización de cada equipo biomédico, facilitando la gestión de la información. 4) Consolidación y aplicación de encuestas; se desarrollaron en 3 fases, las cuales fueron el análisis demográfico, las pruebas de usabilidad y el análisis heurístico.

**Resultados:** La población asistencial que participo en las encuestas de las Unidad de Cuidado Intensivo fue: Neonatal - Pediátrica 80 personas y Médica de Adultos – Quirúrgica 134 personas, para un total de 214 personas. La muestra para la encuesta del monitor de signos vitales de referencia 1, la realizaron 103 personas, correspondiente aun 48,13%; en donde 35 fueron masculinos y 68 fueron femeninos. La encuesta del monitor de signos vitales de referencia 2, la realizaron 64 personas, representando un 29%; en donde 24 fueron masculinos y 40 fueron femeninos. Se documenta que se usa menos del 40% de los parámetros adquiridos con el monitor de signos vitales referencia 1, en el caso del monitor de referencia 2 se usa el 60%.

**Conclusión:** Es importante resaltar la necesidad de una adecuada gestión de la tecnología en las instituciones de salud. Esta es la primera estrategia descrita que permite analizar e identificar el porcentaje del uso de los monitores de signos vitales de Unidades de Cuidado Intensivo (UCI). Si bien el principal motivo de la baja usabilidad es el desconocimiento del personal de la tecnología con la que contamos se convierte esto en una gran oportunidad de mejora y campo de investigación desde la ingeniería biomédica.

## 1. INTRODUCCIÓN

La Fundación Santa Fe de Bogotá fue fundada en 1972 y el Hospital Universitario de la Fundación Santa Fe de Bogotá fue inaugurado en el año 1983. Desde sus inicios, se ha destacado por ser un hospital comprometido con la calidad, la seguridad y la innovación, cuya vocación es la medicina de alta complejidad y su horizonte es el mejoramiento continuo en todos sus procesos [1]. La Fundación Santa Fe de Bogotá es una entidad privada de carácter social, su misión es liderar e influir positivamente en el sector de la salud y contribuir al bienestar de los individuos y de las comunidades. Desde hace más de 49 años, la Fundación Santa Fe de Bogotá trabaja constantemente por dejar una huella social y construir valor superior para los pacientes, familias y visitantes [2].

Sus fundadores y gestores se propusieron construir un hospital al mejor estilo de los norteamericanos, para servir a través de un equipo interdisciplinario en salud (médicos, enfermeras, auxiliares, técnicos, farmacéuticos, ingenieros, entre otros) apoyado con la última tecnología. Un Hospital enfocado en las cirugías complejas, la medicina interna y con una de las primeras Unidades de Cuidados Intensivos del país. La Fundación Santa Fe de Bogotá fue el primer hospital general en conformar un equipo de apoyo exclusivo, con enfermeras profesionales, también contó con una Clínica de Urgencias y fue el primer centro hospitalario en el país en hacer radio cirugía con la tecnología X - Knife para el tratamiento de tumores cerebrales y malformaciones cardiovasculares [2].

Ser un Hospital Universitario de alta complejidad, en todas sus especialidades, exige el respaldo de la calidad en cada uno de sus procesos. Por lo que en el año 2010 recibió la acreditación internacional de la Joint Commission International y en 2015 la acreditación en la Categoría Excelencia de ICONTEC-ISQua, la máxima categoría que se le confiere a una institución que se somete a este proceso, lo cual lo posicionó como líder en seguridad del paciente y precursor en innovación y tecnología, logros que tienen como propósito ofrecer una atención segura y confiable a los pacientes y a sus familias [1]. Para dar cumplimiento a estos objetivos la institución define su accionar sobre tres ejes fundacionales: Servicios de Salud, Educación y Gestión del Conocimiento y Salud Pública. Estos ejes son fundamentales para brindar un valor superior de la atención en salud fortaleciendo la gestión de modelos y procesos innovadores y la generación de nuevos proyectos estratégicos e investigación [3].

El Departamento de Ingeniería clínica de la Fundación Santa Fe de Bogotá fue estructurado desde 2014, siendo una de las primeras instituciones en incluir dentro de su organigrama un departamento de Ingeniería Clínica el cual ha crecido hasta posicionarse como uno de los departamentos de referencia a nivel nacional y de reconocimiento internacional. Actualmente, está conformado por el jefe de Ingeniería clínica y activos fijos, una coordinación de equipos biomédicos de alta complejidad (1 Ingeniero biomédico, 4 tecnólogos y 1 aprendiz Sena), una coordinación de equipos biomédicos de imágenes diagnósticas (1 ingeniero biomédico y 1 coordinador), un líder de equipos biomédicos de baja y mediana complejidad (1 ingeniero biomédico, 5 tecnólogos y 1 aprendiz Sena) y una coordinación de activos Fijos (1 coordinador y 3 auxiliares).

El líder de ingeniería clínica y activos fijos al fomentar el trabajo en equipo e integrar la multidisciplinariedad a su departamento evidenció la necesidad de fomentar y fortalecer la investigación dentro del departamento, razón por la cual se decidió incluir en su estructura, un



practicante universitario para enfocarse en investigación biomédica y acompañarlo durante su proceso de formación profesional apalancando su futuro con una práctica profesional que resalte su labor investigativa y de trabajo en equipo.

El Practicante de Ingeniería Biomédica tiene unas funciones específicas en la Fundación Santa Fe de Bogotá en el Departamento de Ingeniería Clínica, las cuales son: actualización de hojas de vida y de cronogramas de equipos biomédicos; acompañamiento a proveedores cuando se realizan los mantenimientos preventivos; apoyo operativo en conjunto con el equipo de trabajo, sobre todo en mantenimientos preventivos, correctivos y en las rutinas de recorrido diario; búsqueda y actualización de manuales técnicos faltantes de los diferentes equipos biomédicos; trazabilidad de mantenimientos preventivos, verificaciones y calibraciones de equipos biomédicos.

Adicionalmente, se realizan acompañamientos a los Ingenieros Biomédicos en las Salas de Cirugías, en donde se hacen verificaciones de cada uno de los equipos Biomédicos tales como:

- Máquinas de anestesia (Mindray, G.E Datex Ohmeda)
- Mesas de cirugía (Maquet)
- Compresor Vascular (Covidien)
- Bombas Perfusoras (Atom)
- Bombas de infusión (ICUmedical)
- Lámparas de quirófano (Dräger)
- Calentador de Mantas (3M)
- Electrobisturí (Covidien)
- Torre de Laparoscopia (Stork)
- Torre de Artroscopia (Smithc)
- Máquina Extracorpórea (Medtronic)

Paralelamente, dentro de los procesos de adquisición de tecnologías, se realizan evaluaciones técnicas de los equipos biomédicos, como lo fueron un Acelerador Lineal y un Resonador Magnético. Las evaluaciones incluyen un proceso de búsqueda en el Instituto ECRI, para comparar las tecnologías que se tienen ofertadas; una etapa de referenciación con las instituciones que tienen en sus instalaciones el equipo biomédico y reuniones con los proveedores con el fin de conseguir la mejor configuración del equipo biomédico que se requiere en el servicio. Con todas esas etapas se creó una evaluación en donde se logró calificar las mejores propuestas de los proveedores.

Dentro de todas estas actividades también se realizó acompañamiento al equipo a otras zonas hospitalarias de amplio uso de tecnología biomédica como radiología y Unidades de Cuidado Intensivo, siendo estas últimas de gran relevancia para el contexto actual mundial. Razón por la cual fue interesante profundizar en su funcionamiento y gestión de la tecnología en dicha área.

Las Unidades de Cuidado Intensivo de la Fundación Santa Fe de Bogotá, son un departamento con recursos humanos y tecnológicos especializados para atender a pacientes con un pronóstico grave o de alto riesgo. El uso de equipos biomédicos en esta área es constante. Los pacientes que ingresan necesitan una monitorización continua y tratamientos

específicos. Por ello, se consideró necesario realizar una evaluación de los equipos biomédicos que tiene en el servicio, como lo son: Monitor de signos vitales, desfibriladores, bombas de infusión, ventiladores, laringoscopio, entre otros.

El departamento de Ingeniería Biomédica de la Fundación Santa Fe de Bogotá tras la gestión de recursos realizada para la contingencia de la pandemia por COVID-19 decidió empezar a implementar investigaciones en las áreas críticas como lo es la UCI, por lo tanto, se me asignó un proyecto de investigación acorde a la necesidad, el cual fue la creación de una estrategia para la identificación de la usabilidad de los monitores de signos vitales en las Unidades de Cuidado Intensivo de un Hospital Universitario de alta complejidad.

Teniendo en cuenta el contexto anterior y la finalidad de la investigación, se hace necesario revisar definiciones relevantes desde la normatividad internacional o nacional.

La Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) define un dispositivo médico de la siguiente manera: “*Un instrumento, aparato, implemento, máquina, artilugio, implante, reactivo in vitro u otro artículo similar o relacionado, incluido un componente o accesorio que sea*” [4]:

- Reconocidos en el Formulario Nacional oficial, o la Farmacopea de los Estados Unidos, o cualquier suplemento a ellos.
- Diseñado para su uso en el diagnóstico de enfermedades u otras afecciones, o en la cura, mitigación, tratamiento o prevención de enfermedades, en el hombre u otros animales.
- Destinado a afectar la estructura o cualquier función del cuerpo del hombre u otros animales, y que no logra ninguno de sus propósitos principales previstos a través de la acción química dentro o sobre el cuerpo del hombre u otros animales y que no depende de ser metabolizado para el logro de cualquiera de sus propósitos principales previstos [5].

En la Directiva del Consejo 93/42 / CEE, la Unión Europea (UE) ofrece la siguiente definición: "Dispositivo médico" significa cualquier instrumento, aparato, artefacto, material u otro artículo, ya sea que se use solo o en combinación, incluido el software necesario para su aplicación adecuada, que el fabricante prevé para ser utilizado por seres humanos con el fin de [6]:

- Diagnóstico, prevención, seguimiento, tratamiento o alivio de una enfermedad.
- Diagnóstico, seguimiento, tratamiento, alivio o compensación por una lesión o discapacidad.
- Investigación, sustitución o modificación de la anatomía o de un proceso fisiológico.
- Control de la concepción y que no logra su acción principal prevista en o sobre el cuerpo humano por medios farmacológicos, inmunológicos o metabólicos, pero que puede ser asistido en su función por tales medios.

Según el Decreto Número 4725 de diciembre 26 de 2005. Un dispositivo médico se encuentra definido de la siguiente manera. Se entiende por dispositivo médico para uso humano, cualquier instrumento, aparato, máquina, software, equipo biomédico u otro artículo similar o relacionado, utilizado sólo o en combinación, incluyendo sus componentes, partes,

accesorios y programas informáticos que intervengan en su correcta aplicación, propuesta por el fabricante para su uso en [7]:

- Diagnóstico, prevención, supervisión, tratamiento o alivio de una enfermedad.
- Diagnóstico, prevención, supervisión, tratamiento, alivio o compensación de una lesión o de una deficiencia.
- Investigación, sustitución, modificación o soporte de la estructura anatómica o de un proceso fisiológico.
- Diagnóstico del embarazo y control de la concepción.
- Cuidado durante el embarazo, el nacimiento o después del mismo, incluyendo el cuidado del recién nacido.
- Productos para desinfección y/o esterilización de dispositivos médicos.

Una vez aclarados estos términos que fueron de vital importancia para el desarrollo de la investigación podemos presentar que en la actualizada la Fundación Santa Fe de Bogotá cuenta con alrededor de 7.000 equipos biomédicos en todas sus instalaciones. Al ser un número elevado de equipos, se vuelve indispensable contar con departamento de ingeniería clínica y una coordinación de tecnología biomédica que garantice el seguimiento y manejo de dichos equipos enmarcados en la normatividad vigente. Adicionalmente, la institución requiere tener personal capacitado para el uso adecuado de los equipos biomédicos por parte de cada área. Sin embargo, es necesario para establecer planes de actuación en el campo, conocer la usabilidad de dichos equipos. Por lo tanto, el siguiente proyecto busca diseñar una estrategia que permita analizar e identificar el porcentaje de usabilidad de equipos biomédicos, en este caso los de mayor uso identificados que son los monitores de signos vitales de Unidades de Cuidado Intensivo Neonatal, Pediátrica, Médica de Adultos y Quirúrgica en la Fundación Santa Fe de Bogotá.

Esto convierte a este trabajo en la primera estrategia para el modelo y aplicación de una estrategia que permitió analizar e identificar el porcentaje del uso de los monitores de signos vitales de Unidades de Cuidado Intensivo Neonatal, Pediátrica, Médica de Adultos y Quirúrgicos en la Fundación Santa Fe de Bogotá, que podría ser base para futuras investigaciones.

La usabilidad se ha introducido para referirse básicamente a la facilidad de uso de una aplicación o producto interactivo, definición que viene desde el campo de investigación relacionado con la interacción de Humano – Computados HCI [8][9][10][11]. Según el libro *“No me hagas pensar”* de Steve Krug, la usabilidad es asegurarse de que alguna cosa trabaja bien y que una persona con capacidad y experiencia promedio, puede usarla para el fin previsto sin que llegue a frustrarse en el intento [12].

La usabilidad desde una Dimensión Empírica es un atributo de calidad cuya definición formal es resultado de la enumeración de los diferentes componentes o variables (Facilidad de aprendizaje, eficiencia, cualidad de ser recordada, eficacia y la satisfacción) a través de los cuales puede ser medidas [13]. Desde una dimensión dependiente la usabilidad debe permitir al usuario lograr realizar la tarea que desee de manera fácil y divertida [14]. En la dimensión relativa queda evidenciada la definición de la norma ISO 9241-11 ofrece de la usabilidad: “Grado de eficacia, eficiencia y satisfacción con la que usuarios específicos pueden lograr objetivos específicos, en contextos de uso específicos” [15].

En la Figura 1 se ilustran los componentes de la usabilidad y la relación entre el contexto de uso. Para la clasificación de los niveles de usabilidad, siempre va a depender de las circunstancias específicas (contexto de uso en usuarios, tareas, equipos, en los entornos físicos y sociales en los que se usa un producto o está destinado a ser utilizado) [16].

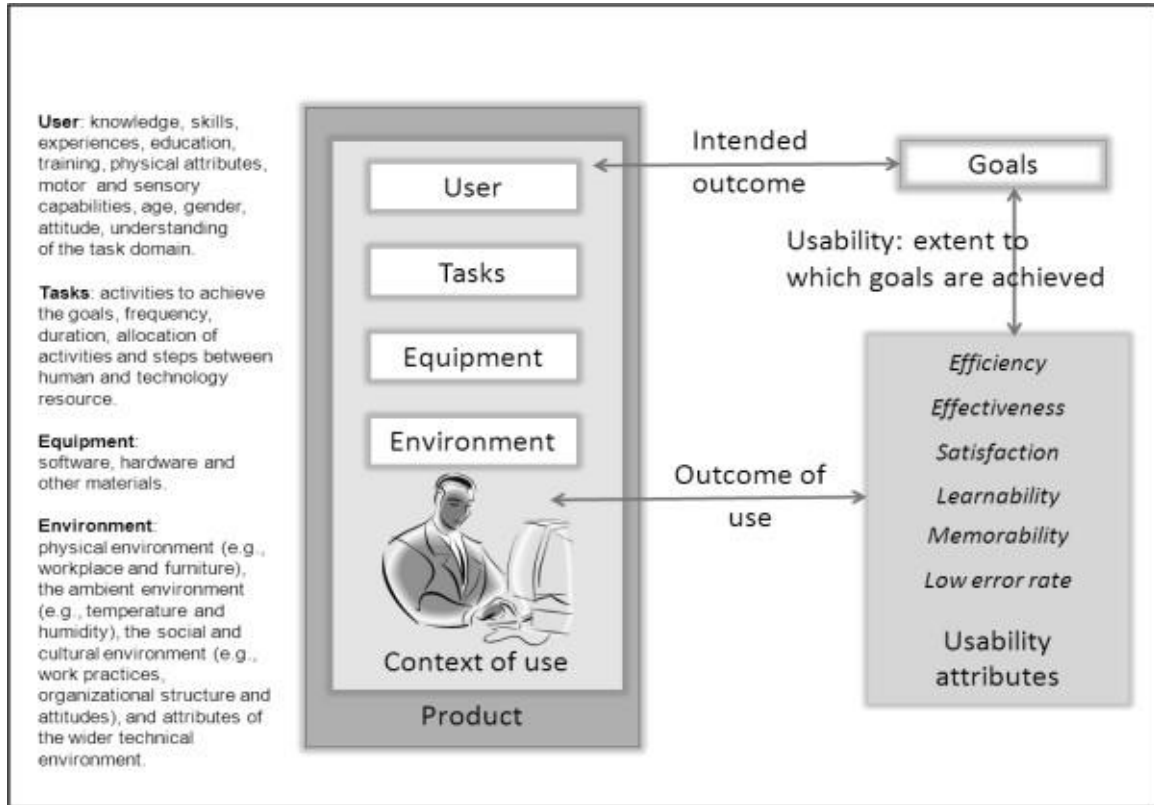


Figura 1. Componentes de la Usabilidad. Tomado de: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals y J. Nielsen, "Nielsen Ch 6 Think-aloud.pdf" [15][17].

Dentro de esta dimensión descrita es necesario resaltar la seguridad del paciente. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), los eventos médicos adversos en pacientes relacionados con dispositivos médicos en Estados Unidos son más de un millón cada año [18][19]. Han sido por consecuencia directa de errores humanos; estos errores no sólo afectan el tratamiento efectivo, el monitoreo fisiológico o diagnóstico, sino que en muchos casos provocan lesiones y hasta la muerte de los pacientes [20]. En el 2010 en una institución prestadora de servicios de salud (IPS) en Colombia, se identificaron 29 eventos adversos relacionados con dispositivos médicos en clínicas u hospitales, y 21 de ellos fueron claramente predecibles [19].

Los diferentes estudios de los eventos médicos adversos [21] evidencian una relación entre los problemas de usabilidad y los errores en el uso de los dispositivos médicos. Los estudios sugieren que la mayoría de estos errores, corresponden a un diseño inapropiado para las interacciones entre el usuario y el dispositivo [22].

La FDA informó que entre el 45% y el 50% de las retiradas de dispositivos médicos en los hospitales fueron consecuencia de un mal diseño del producto [23]. Los datos proporcionados por la OMS y el Global Harmonization Task Force (GHTF) demuestran que entre el 50% y el 70% de los eventos adversos o incidentes con dispositivos médicos están

relacionados con errores de montaje, conexiones y funcionamientos incorrectos [24]. En base a la información, es importante conocer los problemas de usabilidad para ayudar a disminuir los eventos adversos en los equipos biomédicos.

Los desarrolladores de los dispositivos biomédicos se enfocan en crear productos para satisfacer a la industria médica. Sin embargo, esta no debería ser la razón última dado que es importante, para la creación de diseños involucrar al personal que los opera, con la finalidad de que se sientan cómodos y puedan hacer un uso correcto y óptimo del mismo; de lo contrario, se estaría subutilizando la nueva tecnología, sea por diseño, aplicabilidad y comodidad del operador. Por eso, es importante que las instituciones realicen pruebas de usabilidad que pueda medir la calidad de la experiencia de los usuarios con el producto [23].

En este trabajo se presenta el diseño de una estrategia que permite analizar e identificar el porcentaje de usabilidad de los equipos biomédicos de UCI Neonatal, Pediátrica, Médica de Adultos y Quirúrgica en la Fundación Santa Fe de Bogotá. Este estudio se realizó bajo la tutoría de la Coordinadora de Tecnologías Biomédicas la Ingeniera Carolina Díaz Sánchez, el jefe de Ingeniería Clínica y Activos Fijos el Ingeniero Flavio García Romero y el Médico Intensivista Epidemiólogo, Ever Leonardo Rojas Díaz, con ellos, se logró tener un equipo multidisciplinario completo de alta calidad.

El documento está estructurado de la siguiente manera: en la sección 1 se encuentra la introducción, contextualización de la usabilidad de Tecnologías Biomédicas; en la sección 2 están los objetivos (objetivo general y objetivos específicos); en la sección 3 se describe la metodología de investigación; en la sección 4 se analizan los resultados de la investigación; en la sección 5 se discuten los resultados; en la sección 6 se presentan los posibles trabajos futuros y finalmente en la sección 7 se encuentran las conclusiones.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. General**

1. Diseñar y aplicar una estrategia que permita analizar e identificar el porcentaje del uso de los monitores de signos vitales de Unidades de Cuidado Intensivo Neonatal, Pediátrica, Médica de Adultos y Quirúrgicos en la Fundación Santa Fe de Bogotá.

### **2.2. Específicos**

1. Identificar las funciones principales de los monitores de signos vitales en las Unidades de Cuidado Intensivo de la Fundación Santa Fe de Bogotá.
2. Establecer las especificaciones clínicas de los monitores de signos vitales en las Unidades de Cuidado Intensivo de la Fundación Santa Fe de Bogotá.
3. Cuantificar la usabilidad de los monitores de signos vitales en las Unidades de Cuidado Intensivo Neonatal, Pediátrica, Médica de Adultos y Quirúrgica de la Fundación Santa Fe de Bogotá.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Problema a solucionar

La adquisición de los equipos biomédicos en la Fundación Santa Fe de Bogotá es una actividad de gran impacto institucional, ya que siempre se han buscado las mejores tecnologías existentes en el mercado a nivel mundial que sean integrales, seguras para los pacientes y que además sean de última generación. Con base en lo anterior se realizan las negociaciones con cada proveedor gestionando dichas tecnologías, ya sea para adquisición, suministro, comodato, mantenimiento entre otros. Esta negociación, en los casos de los contratos de servicio incluye, desde una asistencia telefónica, mantenimientos correctivos, mantenimientos preventivos, bodega con garantía en la existencia de repuestos y capacitaciones. Adicionalmente, la mayoría de los contratos de compraventa y comodatos incluyen que los equipos biomédicos vengan con las últimas actualizaciones de fábrica, todas las aplicaciones, bases de datos, módulos e interfaces.

Al adquirir un equipo biomédico es importante definir completamente las especificaciones con las que va a ser requerido, ya que estas pueden incrementar notoriamente los costos para la adquisición de la tecnología. Por tal motivo, es importante configurar detalladamente y aprovechar al máximo cada tecnología, darle un uso adecuado, saber utilizar el equipo biomédico, optimizar su uso y conocer cada una de las aplicaciones adicionales que este incluye, especialmente encaminada esta estrategia al talento humano que operara estos dispositivos, dado que es una realidad que en las instituciones que prestan servicios de salud existe rotación del personal por los diferentes servicios principalmente asistenciales, y las unidades de cuidado intensivo no son ajenas a dicha rotación. Basado en ello pudimos identificar que no todos los funcionarios que rotan se encontraban lo suficientemente capacitados en las diferentes tecnologías que se encontraban, entre otras la del monitor de signos vitales. Todo el personal asistencial que ingresa a la Fundación Santa Fe de Bogotá, se les realizan capacitaciones de acuerdo con el servicio que se les asignará.

Lo anterior, implica el reto de poner en práctica nuevas capacitaciones al personal, las cuales podrán impactar los costos y tiempos de atención al paciente. Si el personal asistencial no tiene un buen conocimiento del equipo biomédico y el jefe del servicio solicita unas capacitaciones, estas se solicitarían por medio del departamento de Ingeniería Clínica, directamente al proveedor del equipo biomédico. Los proveedores realizan una cotización sobre las capacitaciones, vale aclarar que no todos los proveedores cobran las capacitaciones. Con respecto al tiempo de atención de los pacientes, en el momento en el que una persona asistencial no identifique una alarma del equipo biomédico, el paciente corre un gran riesgo. Por lo tanto, el tiempo de atención se atrasa.

En la institución es muy rigurosa la gestión de la adquisición de la tecnología biomédica, se tienen claros todos los protocolos que se deben cumplir; pero no hay claro un plan seguimiento acorde a las necesidades de los diferentes servicios asistenciales y dotación tecnológica, como lo es un seguimiento de la usabilidad de los equipos biomédicos.

Teniendo en cuenta el contexto anterior, es importante conocer el término de subutilización y saber si existen un modelo u método para identificar la subutilización. La subutilización, más conocida como la infrautilización, es el no uso de intervenciones medicas eficaces y asequibles [25]. Según el artículo “Evidencia de infrautilización de servicios médicos eficaces en el mundo” existe muy poca investigación en la prevalencia global de infrautilización, o incluso el grado en que la mayoría de los servicios médicos están subutilizados en pacientes. Los estudios de investigación de variaciones en la práctica entre países llegaron a proporcionar un método indirecto para evaluar la subutilización, sin embargo, no hay forma de determinar cuáles son las áreas en las que las tasas son altas, experimentando un uso excesivo o áreas en el que las tasas son bajas y sufren una subutilización [26].

### 3.2. Las fases de la investigación son:

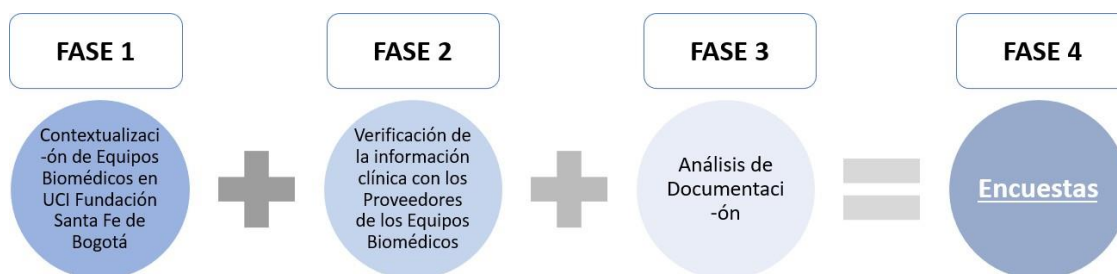


Figura 2. Fases del Proyecto de Investigación

#### **Fase 1:** Contextualización de equipos biomédicos en UCI Fundación Santa Fe de Bogotá

En esta primera fase se tuvo la contextualización del **Software am**, el cual es un administrador de mantenimiento, para encontrar toda la información que se debe reportar de los equipos biomédicos, desde la fecha de compra hasta su ubicación. Luego, se procedió a descargar el inventario de las UCI'S que se encontraba en el Software am, el archivo tenía alrededor de 7,000 equipos biomédicos. En ese orden de ideas, al tener claro la identificación de los equipos que se tendrían en cuenta en el estudio, se clasificaron dependiendo del servicio en el cual se encontraban. Finalmente, se identificó quienes eran los proveedores de cada equipo biomédico y quienes eran los encargados de los mantenimientos preventivos y correctivos de todos los equipos. Para lograr esa identificación, se buscó en el Software am el nombre de los proveedores, la información de contacto y la trazabilidad de los mantenimientos. En el Anexo 1 se encuentran todas las actividades realizadas en esta fase.

#### **Fase 2:** Verificación de la información clínica con los Proveedores de los equipos biomédicos

En la segunda fase, se realizó la investigación de los equipos biomédicos, se buscó en internet y en los manuales todas las especificaciones clínicas. Adicionalmente, se realizó un directorio de proveedores, en donde se encontraron contactos de ingenieros, doctores, especialistas de productos y otro personal adicional. Luego, se planearon reuniones con cada uno de los proveedores para verificar nuevamente las especificaciones clínicas de los equipos biomédicos que se encontraron en las Unidades de Cuidado Intensivo. Finalmente, se procedió a solicitar la documentación de la cual se basaron los proveedores a la hora de hacer las reuniones. En el Anexo 1 se encuentran todas las actividades realizadas en esta fase.



### Fase 3: Análisis de Documentación

En la última fase, se realizó una compilación de documentación, que se había recolectado previamente, en un documento de Excel (Ver Figura 3) se organizaron las características de los equipos según lo que se había encontrado en la revisión de literatura, manuales de uso y reuniones de proveedores. De tal forma que, con todos los pasos anteriormente mencionados se creó una base de datos para poder tener claridad y organización de cada equipo biomédico. Luego, se seleccionaron los monitores de signos vitales de Unidades de Cuidado Intensivo Neonatal, pediátrica, Médica de Adultos y Quirúrgicos de una misma referencia de las marcas Nihon Kohden y Mindray para realizar las encuestas.

Se crearon 2 encuestas de los monitores de signos vitales en el formato de Forms, con un lenguaje amigable y de fácil entendimiento para el personal asistencial. Adicionalmente, se tuvieron en cuenta los parámetros de fabricante, el porcentaje de uso y el porcentaje de la población quien lo usa. Las encuestas se realizaron para que el personal no tardara más de 4 minutos en responderlas.

Posteriormente, se realizó una encuesta piloto, para que los jefes de las UCI'S y los doctores encargados de los servicios, pudieran hacer las observaciones y comentarios correspondientes. Finalmente, al tener una retroalimentación de las encuestas piloto, se aplicaron algunos cambios de terminología, con respecto a los parámetros que contiene cada uno de los equipos biomédicos y la aclaración de cada una de las definiciones que se encuentran en las encuestas. Luego se realizó la divulgación de las encuestas, con el aval de los líderes de los servicios, para que el personal pudiera contestarla. En el Anexo 1 se encuentran todas las actividades realizadas en esta fase.



Descripción	Marca	Modelo	Cantidad	Proveedor	Fabricante	Responsable del M. P.	Clase	U. Física	Estado	Especificaciones Clínicas
 ANALIZADOR PORTÁTIL DE SANGRE	ABBOTT	300	1	ABBOTT LABORATORIOS DE COLOMBIA S.A.	ABBOTT LABORATORIOS DE COLOMBIA S.A.	ABBOTT LABORATORIOS DE COLOMBIA S.A.	Clase Ila	HUEX-P6-UCINECINA	A - Recibido en Préstamo	Los cartuchos de prueba i-STAT de un solo uso ofrecen un completo plataforma portátil. Cada cartucho de prueba cuenta con una combinación adecuada para una gran variedad de necesidades clínicas: pruebas se pueden realizar en 5 sencillos pasos, junto al paciente y c sangre entera. Ofrece resultados precisos en aproximadamente dos pruebas. PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO DEL i-STAT SYSTEM: GASES SANGUÍNEOS: EG7+, CG8+, G3+, EG6+, CG4+ BIQUÍMICA Y ELECTROLITOS: CHEM8+, EG7+, G, Crea, E3+, EC4+ MARCADORES CARDIACOS: cTnI, CK-MB, BNP COAGULACIÓN: PT/INR, ACT Caolin, ACT Cella® HEMATOLOGÍA: CS8+, ES7+, E3+, EC4+, G+, EC3+, EG6+, CHEM8+ ENDOCRINOLOGÍA: j+kCS
 BALON DE CONTRAPULSACION	ARROW	AUTOCAT 2 WAVE	1	CTP MEDICA SA	ARROW	CTP MEDICA SA FERNANDO ANDRES BETTA	Clase I Ib	HUEX-P4-UCIMEDICA	A - En Operación	EIAIBP AutoCat2WAVE® se basa en una combinación única de Sincronización de flujo acústico, Software WAVE® patentado y el Modo lograr su alto nivel de rendimiento, incluso en pacientes con arritmias. - La transmisión de señal AP a la velocidad de luz supera los retrasos. - Anticipa y determina de forma fiable el cierre AV antes de que ocurra. - Precisión del 98% del tiempo en 12 milisegundos (ms), incluso durante. - El Algoritmo WAVE® establece el punto de inflación dentro del ritmo.

Figura 3. Visualización de la base de Datos construida en Excel.

Ver Anexo 1 en donde se encuentra el diagrama de Gantt con las fases propuestas.

Ver Anexo 2 en donde se encuentra el cronograma del Proyecto.

### Fase 4: Consolidación y aplicación de encuestas monitores de signos vitales

Se hizo una divulgación de las encuestas virtualmente, posteriormente, se hizo un seguimiento activo y presencial por medio de los jefes de UCI'S, este seguimiento era constante para lograr abarcar toda la población que se tenía planeada. Para esta investigación a cada uno de los participantes se les comento verbalmente lo que se quería realizar, así mismo ellos decidían si querían participar o no. En dado caso de que, si accedieran a participar, ellos debían autorizar el tratamiento de datos personales, para fines académicos y así poder ser parte de la investigación; de lo contrario, si el participante no

desea ser parte del proyecto, no autorizaba el tratamiento de datos personales, para fines académicos, no se tendría en cuenta para la investigación. Por lo tanto, la primera pregunta de las encuestas fue la autorización de datos personales, para fines académicos.

En este proceso de investigación no se mencionarán los modelos de los equipos biomédicos, dado que por políticas de privacidad y tratamiento de datos la Fundación Santa Fe de Bogotá, está no autorizo la divulgación de la información completa de los equipos biomédicos incluyendo los modelos. Por lo tanto, para este caso la encuesta de monitor de signos vitales de referencia 1 es de la marca Nihon Kohden y la encuesta de monitor de signos vitales de referencia 2 es de la marca Mindray.

Las encuestas se encuentran estructuradas de la siguiente manera:

### **Etapa 1: Análisis Demográfico**

Es muy útil la información demográfica, el tamaño de la población, la edad de la población, el género, la ocupación, los niveles de educación. Son algunas de las variables que se deben tener en cuenta para establecer estrategias de trabajo tanto en el sector público como en el privado [27]. El primer paso fue tener unos datos demográficos del personal que accedió a responder la encuesta, los cuales fueron los siguientes:

1. Nivel Académico
2. Rango de Edad
3. Género
4. Indique cuantos años de experiencia tiene en el servicio
5. ¿A que unidad de cuidado intensivo pertenece?

### **Etapa 2: Pruebas de Usabilidad**

La usabilidad se ha introducido para referirse básicamente a la facilidad de uso de una aplicación o producto interactivo, definición que viene desde el campo de investigación relacionado con la interacción de Humano – Computados HCI [7][8][9][10]. Según el libro “No me hagas pensar” de Steve Krug, la usabilidad es asegurarse de que alguna cosa trabaja bien y que una persona con capacidad y experiencia promedio, puede usarla para el fin previsto sin que llegue a frustrarse en el intento [11].

En este paso, se realizó una serie de preguntas con respecto a las especificaciones clínicas de cada monitor de signos vitales, para medir y cuantificar el uso que les dan a los equipos biomédicos.

- En el caso de la encuesta del monitor de signos vitales de referencia 1, se preguntó la frecuencia de consulta, conocimiento de todos los parámetros que tiene el equipo, las funciones adicionales que brinda y almacenamiento del equipo biomédico.
- En el caso de la encuesta del monitor de signos vitales de referencia 2, se preguntó la frecuencia de consulta, conocimiento de todos los parámetros que tiene el equipo, las funciones adicionales que brinda, monitorización de ECG y SpO2.

### Etapa 3: Análisis Heurístico

Un análisis heurístico es una técnica para evaluar la usabilidad de un sistema de interfaces y procesos a cargo de un experto, a partir de los principios de la disciplina de Interacción Persona-Ordenador. El análisis consiste en una serie de comprobaciones que velan por la usabilidad y la consecución de los objetivos de negocio de la aplicación, obteniendo conclusiones y propuestas de mejora, de que se debería implementar [28]. Por lo tanto, se adecuaron algunos criterios al contexto de los monitores de signos vitales. En el tercer paso, se identificaron los posibles peligros relacionados con el uso del monitor de signos vitales y la interacción del usuario. Así mismo, se incluyó el análisis heurístico de Jakob Nielsen, el cual consta de 10 principios [29]:

- Visibilidad del estado del sistema.
- Coincidencia entre el sistema y el mundo real.
- Control y libertad del usuario.
- Coherencia y estándares.
- Prevención de errores.
- Reconocimiento en lugar de recuerdo.
- Flexibilidad y eficiencia de uso.
- Diseño estético y minimalista.
- Ayude a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores.
- Ayuda y documentación

De acuerdo con los principios del análisis heurístico, se plantearon las siguientes preguntas:

1. ¿El tiempo de respuesta para la medición de parámetros, es el adecuado?
2. ¿El equipo biomédico tiene la capacidad de detectar alertas en el paciente?
3. ¿El equipo biomédico tiene la capacidad de informar las alertas al usuario?
4. ¿La información es fácil de encontrar y visualizar (terminología, iconos y colores)?
5. ¿El dispositivo médico es de fácil uso?

Luego, las respuestas se clasificaron según los principios heurísticos de la siguiente manera:

- 1 punto: El dispositivo no tiene una puntuación adecuada en el análisis heurístico, es deficiente.
- 2 puntos: El dispositivo tiene una puntuación baja en el análisis heurístico, es aceptable.
- 3 puntos: El dispositivo tiene una puntuación media en el análisis heurístico, es bueno.
- 4 puntos: El dispositivo tiene una puntuación alta en el análisis heurístico, es sobresaliente.

## 4. RESULTADOS

Para el desarrollo del proyecto se tuvo en consideración las siguientes Unidades de Cuidado Intensivo:

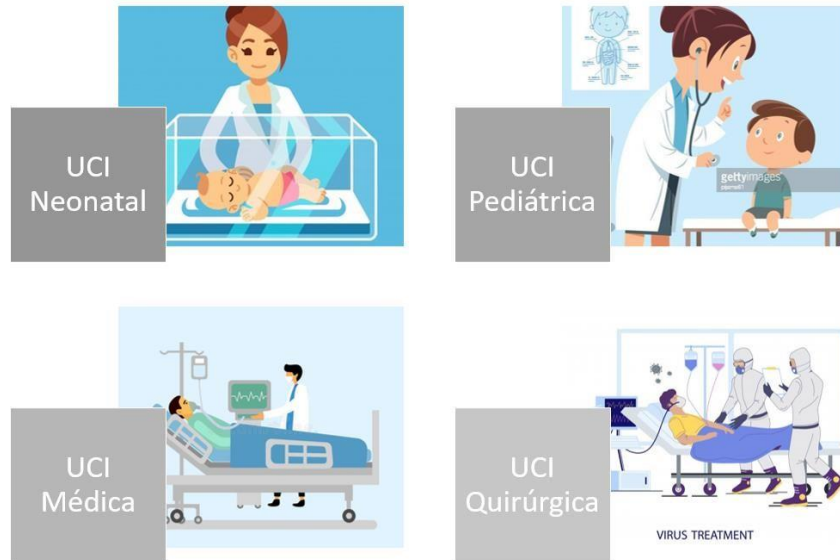


Figura 4. Unidades de Cuidado Intensivo.

La población asistencial con la que cuentan las UCI'S al momento de la realización de esta investigación es: Neonatal - Pediátrica 80 personas y Médica de Adultos – Quirúrgica 134 personas, para un total de **214** personas. Se tuvo en cuenta el personal asistencial, médicos residentes, médicos especialistas de apoyo e intensivistas. La muestra para la encuesta del monitor de signos vitales de referencia 1, la realizaron **103** personas, correspondiente a un 48,13%; en donde 35 fueron masculinos y 68 fueron femeninos. La encuesta del monitor de signos vitales de referencia 2, la realizaron **64** personas, representando un 29%; en donde 24 fueron masculinos y 40 fueron femeninos. De las 214 personas que se encuentran en las UCI'S, se obtuvieron respuestas de **167** personas, lo cual corresponde a un **78%** de la población total que se encuesta, en las encuestas de monitores de signos vitales referencia 1 y referencia 2.

Para los cálculos de la muestra, se aplicó la fórmula del tamaño de una muestra para un estudio analítico en poblaciones finitas [30]:

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

En donde:

$n$  = muestra

$z_{\alpha/2}$  = confianza

$z_{\beta}$  = potencia

$N$  = tamaño de la población finita

$p$  = proporción de individuos que entran al estudio

$q$  = proporción de individuos que no entran al estudio

$e$  = error

Aplicando los siguientes valores en la ecuación 1:

$$z_{\alpha/2} = 95\% \text{ lo cual corresponde a } 1,9599$$

$$z_{\beta} = 90\% \text{ lo cual corresponde a } 1,2815$$

$$N = 214$$

$$p = 0,9$$

$$q = 0,1$$

$$e = 0,046$$

$$n = \frac{(1,959 + 1,281)^2 * 214 * 0,9 * 0,1}{0,046^2(214 - 1) + (1,959 + 1,281)^2 * 0,9 * 0,1}$$

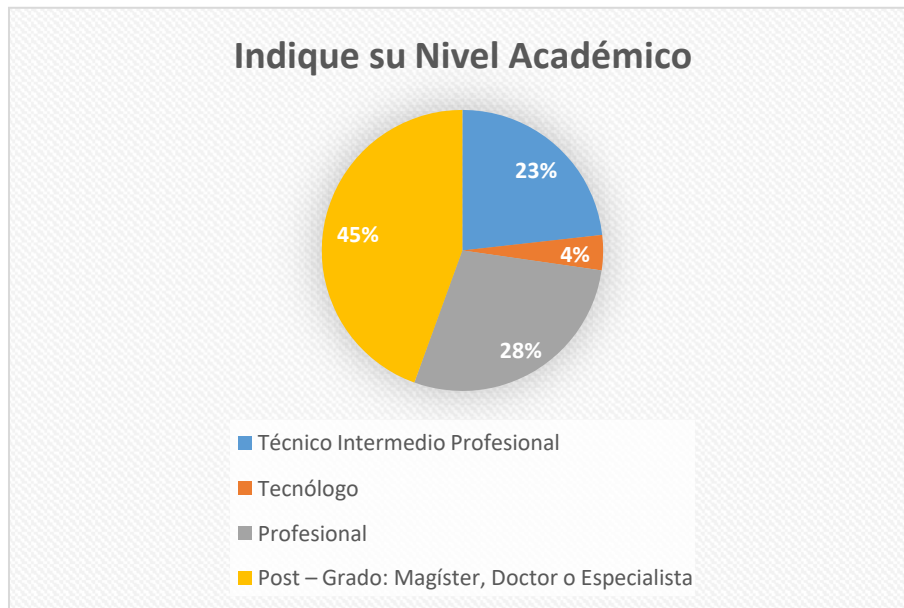
$$n = 166,7 \approx 167$$

#### 4.1. Encuesta de monitores de signos vitales de referencia 1:

Para la encuesta de monitores de signos vitales de referencia 1, se obtuvieron 103 respuestas. De los cuales solo 99 personas, accedieron al tratamiento de datos personales para fines académicos del estudio. Ver Anexo 3 en donde se encuentra la encuesta de monitor de signos vitales Nihon Kohden de referencia 1.

✓ **Resultados Análisis Demográficos:**

En la Figura 5. Se ve representado el nivel académico de las personas encuestadas. El **45%** de la población tiene un Postgrado, el **28%** corresponde al personal profesional, el **23%** representa a los Técnicos Intermedio Profesional y el **4%** de la población restante son tecnólogos.



*Figura 5. Nivel Académico, monitor de signos vitales de referencia 1.*

En la Figura 6. Se encuentra el rango de esta de la población encuestada. Se ve reflejado que el **55%** del personal está en un rango de **30 – 39** años, el **24%** corresponde a personal de **20 – 29** años, el **17%** está en un rango de **40 – 49** años, el **3%** está en un rango de **50 – 59** años y el **1%** restante es el personal mayor de **60** años.

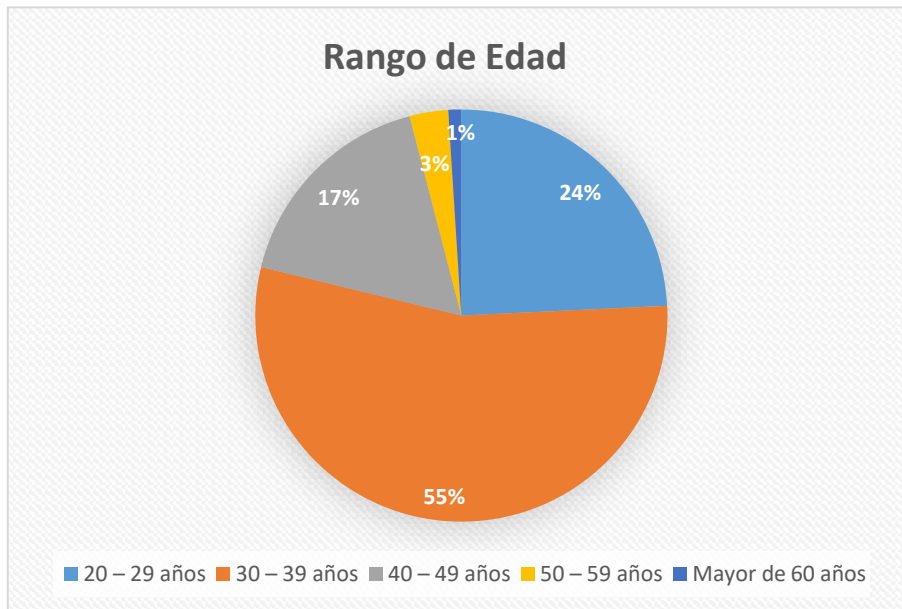


Figura 6. Rango de Edad, monitor de signos vitales de referencia 1.

En la Figura 7. Se encuentra el género de la población encuestada. El **68%** corresponde al género femenino y el **32%** al género masculino.

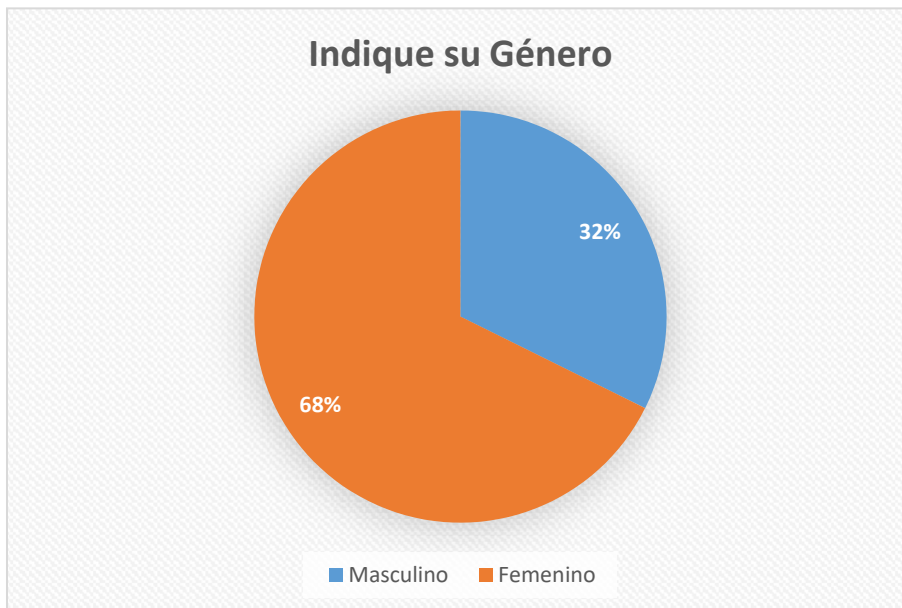


Figura 7. Género, monitor de signos vitales de referencia 1.

En la Figura 8. Se encuentran los años de experiencia que tiene el personal en el servicio. El **44%** de la población encuestada tiene más de 5 años de experiencia, el **26%** de la población tiene entre 1 – 3 años de experiencia, el **17%** de la población tiene entre 3 – 5 años de experiencia y el **13%** restante entre 6 meses – 1 año de experiencia.

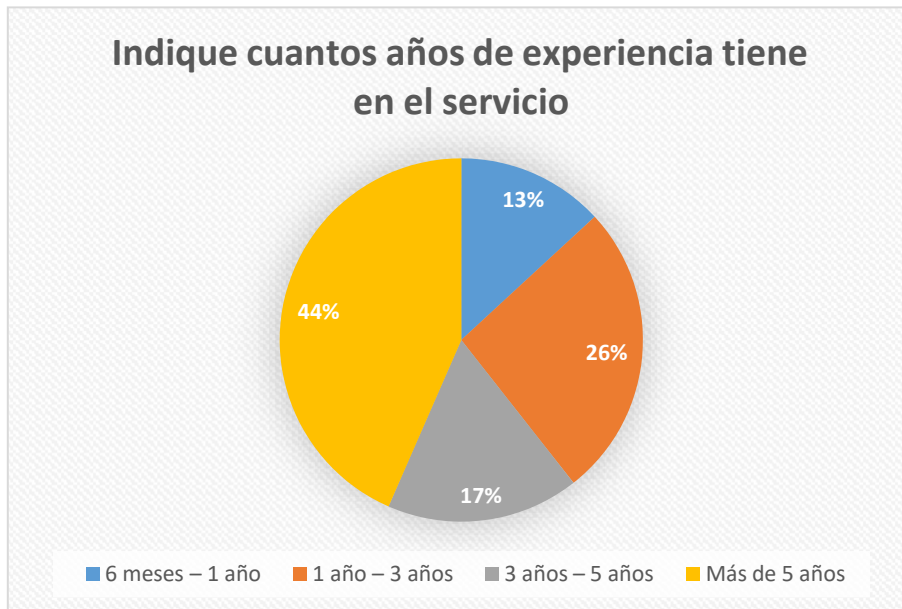


Figura 8. Años de experiencia en el servicio, monitor de signos vitales de referencia 1.

En la Figura 9. Se ve reflejado como esta dividida la población encuestada en las Unidades de Cuidado Intensivo. El **43%** corresponde a la UCI Médica de Adultos, el 31% del personal se encuentra en UCI Quirúrgica, el 16% de la población está en UCI Pediátrica y el 10% restante se encuentra en UCI Neonatal.

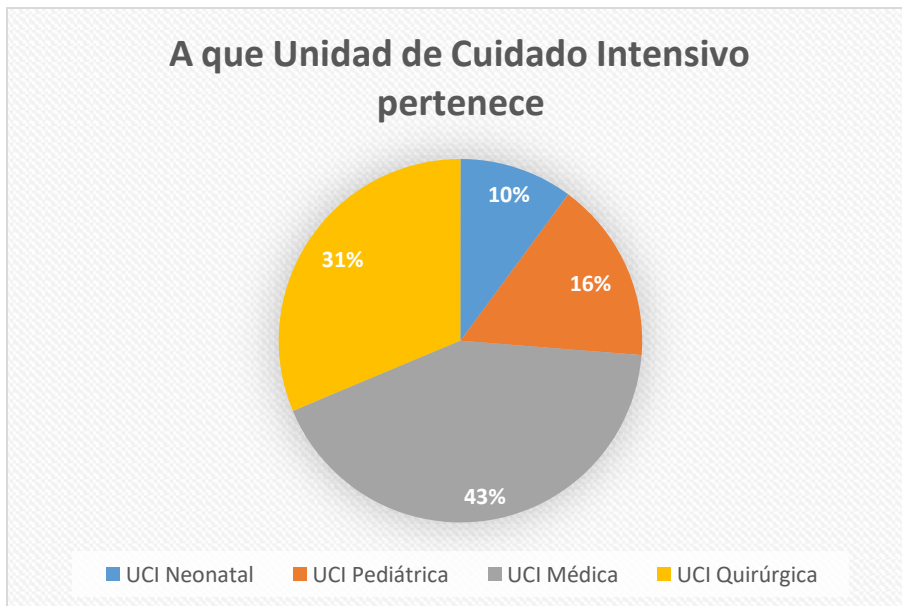


Figura 9. Unidad de Cuidado Intensivo, monitor de signos vitales de referencia 1.



### ✓ Resultados Pruebas de Usabilidad:

En la Figura 10. Se encuentra la frecuencia de consulta o manipulación que le da todo el personal de las UCI'S a los monitores de signos vitales de referencia 1. Adicionalmente, se ve reflejado que el 74% del personal utiliza el monitor muy frecuentemente, el 20% lo usa frecuentemente y el 6% restante lo utiliza muy poco frecuente.

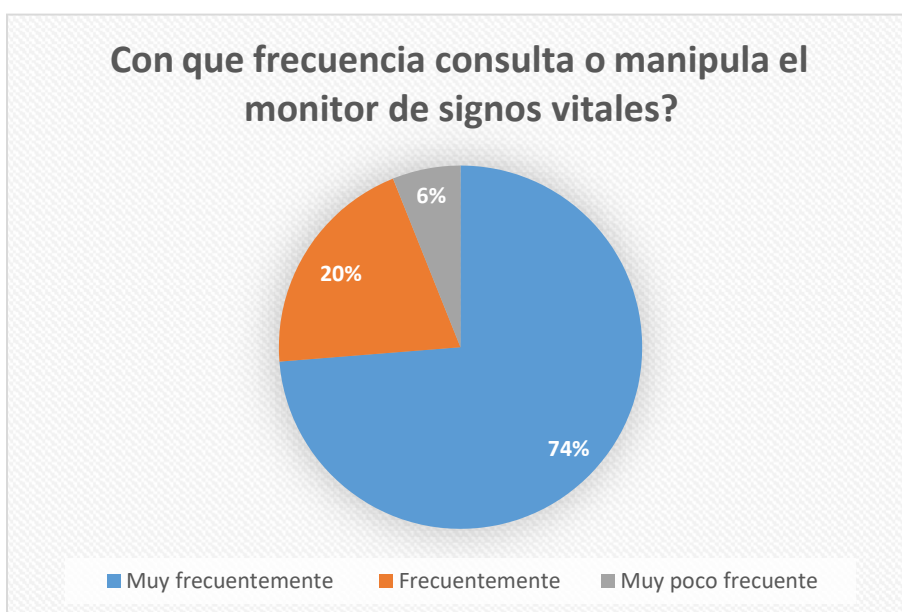


Figura 10. Frecuencia de consulta o manipulación del monitor de signos vitales de referencia 1.

En la Figura 11. Se encuentran los parámetros que han utilizado el personal durante la practica en el proceso de atención de las Unidades de Cuidado Intensivo a los monitores de signos vitales de referencia 1.

Se tuvieron en cuenta 18 parámetros, los cuales fueron los siguientes:

1. Saturación de Oxígeno (SpO<sub>2</sub>): 96,97% de las personas
2. Temperatura: 85,86% de las personas
3. Presión no Invasiva (NIBP): 78,79% de las personas
4. IBP (Presión Invasiva): 77,78% de las personas
5. Electrocardiografía (ECG 3 Derivaciones): 76,77% de las personas
6. BIS (Índice Biespectral): 76,77% de las personas
7. CO (Gasto cardiaco): 56,57% de las personas
8. Respiración por impedancia: 44,44% de las personas
9. CO<sub>2</sub> (Dióxido de carbono): 43,43% de las personas
10. FiO<sub>2</sub> (Fracción inspirada de oxígeno): 40,4% de las personas
11. Electrocardiografía (ECG – 8 Derivaciones): 38,38% de las personas
12. Electrocardiografía (ECG – 12 Derivaciones): 34,34% de las personas
13. Electroencefalografía (EEG – 8 canales): 23,23% de las personas
14. APCO (Gasto Cardiaco Continuo): 21,21% de las personas
15. EsCCO (Gasto cardiaco continuo y no invasivo): 21,21% de las personas
16. Ec1 (Análisis de arritmias): 19,19% de las personas

17. Th-RESP (Respiración por Termistor): 12,12 de las personas  
 18. NMT (Estimulación de nervios periféricos): 5,05% de las personas

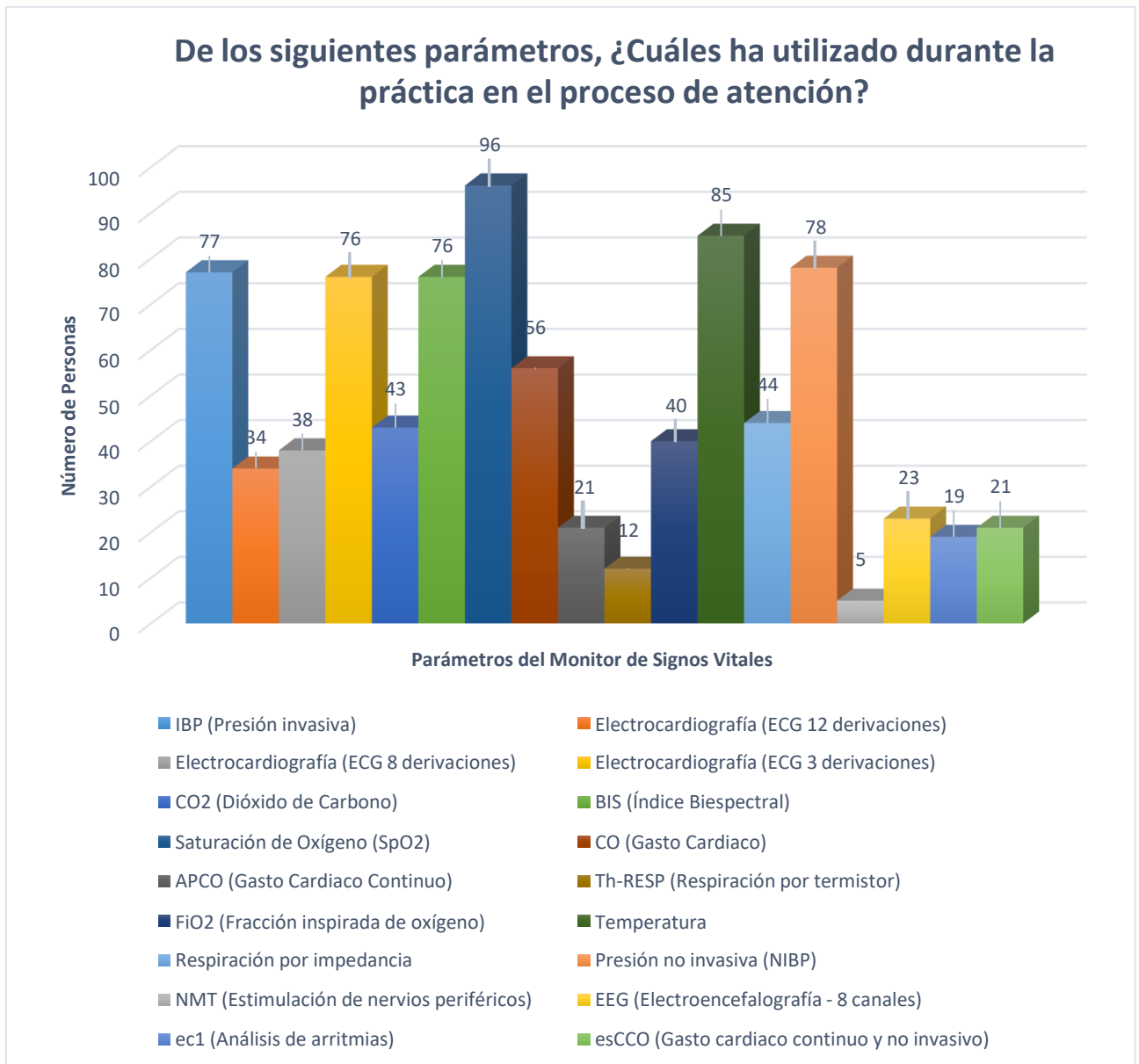


Figura 11. Parámetros que han utilizado durante la práctica en el proceso de atención, monitor de signos vitales de referencia 1.

En la Figura 12. Se encuentran algunas de las causas por las cuales no han utilizado los parámetros del monitor de signos vitales de referencia 1. Se ve reflejado que el 48% de la población encuestada, manifiesta que la causa principal es el tipo de paciente, el 25% corresponde a la falta de entrenamiento, el 23% es el desconocimiento de algunos parámetros y el 4% restante indica que es otra causa por la cual no han utilizado algunos parámetros de este monitor.

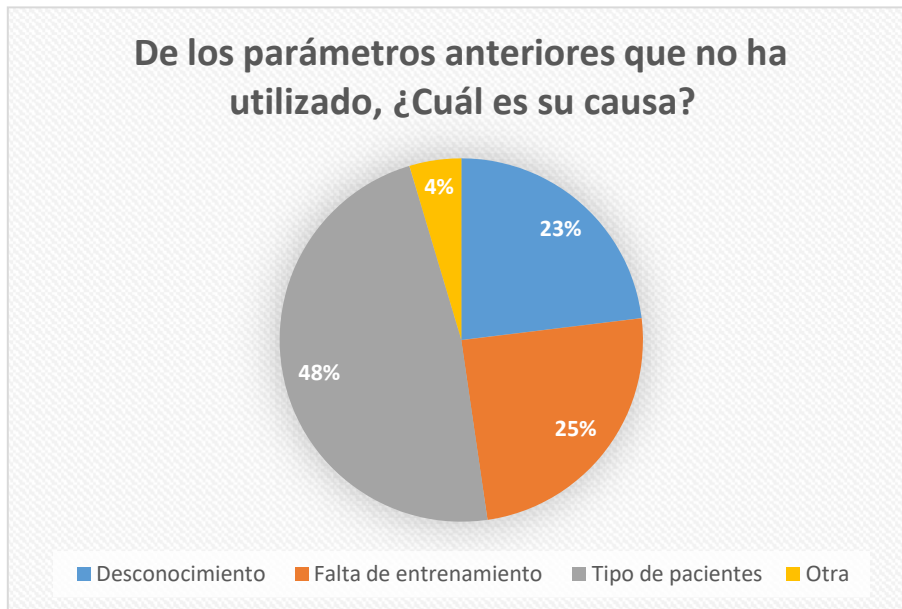


Figura 12. Causas por las cuales no han utilizado algunos parámetros, monitor de signos vitales de referencia 1.

En la Figura 13. Se encuentran los comentarios de otras causas por las cuales no utilizan el monitor de signos vitales. Lo anterior, se ve reflejado que las palabras grandes y que se encuentran en negrilla, fueron las que más se repitieron en los comentarios de la población encuestada.

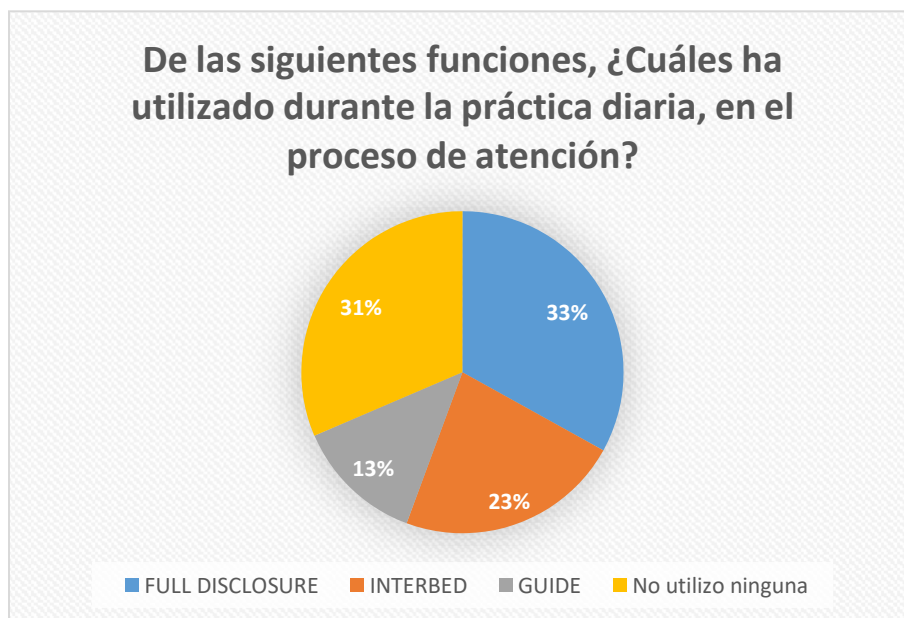


Figura 13. Otras causas por las cuales no han utilizado algunos parámetros, monitor de signos vitales de referencia 1.

En la Figura 14. Se encuentran unas funciones adicionales que tienen los monitores de signos vitales de referencia 1, las cuales son:

- FULL DISCLOSURE: Visualización de los parámetros segundo a segundo.
- INTERBED: Entre camas (mínimo 8) muestra una forma de onda, datos numéricos y alarma de cada cama.
- GUIDE: Aclara el funcionamiento y ayuda cuando ocurren alarmas técnicas.

A la población de estudio se le preguntó, si han utilizado alguna de las funciones adicionales durante la práctica diaria, en el proceso de atención. Se puede visualizar que el 33% del personal utiliza la función de FULL DISCLOSURE, pero el 31% del personal no utiliza ninguna función que le brinda el monitor de signos vitales. El 23% de la población utiliza la función de INTERBED y el 13% restante utiliza la función de GUIDE.



*Figura 14. Funciones adicionales que han utilizado durante la práctica diaria, en el proceso de atención, monitor de signos vitales de referencia 1.*

En la Figura 15. Se encuentran algunas causas por las cuales no utilizan las funciones del monitor de signos vitales. Se puede observar que el 40% de la población, no tiene conocimiento de todas las funciones que brinda el equipo, el 31% del personal dice que es la falta de entrenamiento del equipo, el 26% informa que es por el tipo de paciente y el 3% restante informa que es otra causa por la cual no utiliza alguna de estas funciones.

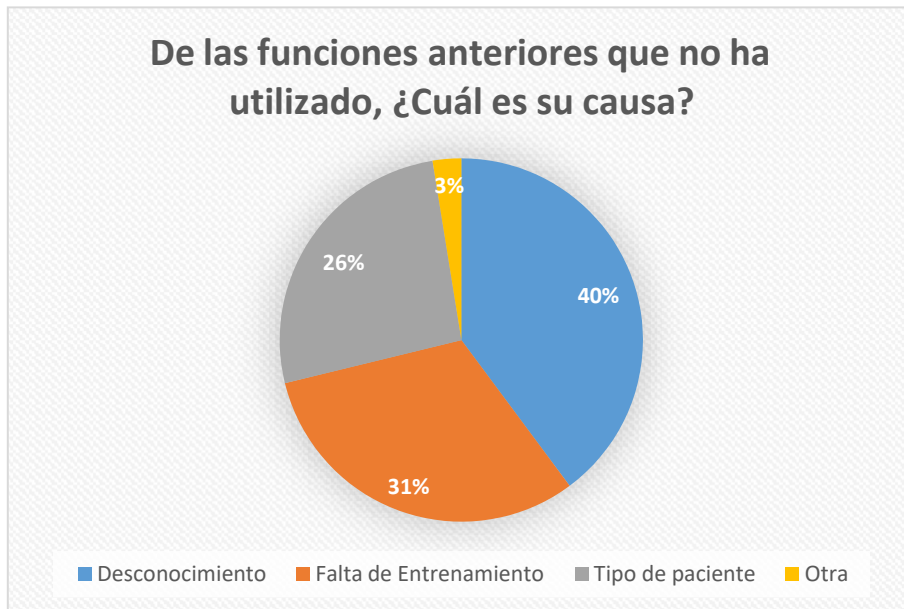


Figura 15. Causas por las cuales no han utilizado las funciones adicionales, monitor de signos vitales de referencia 1.

En la Figura 16. Se encuentran los comentarios de Otras causas por las cuales no han utilizado las funciones adicionales del monitor de signos vitales. Se ve reflejado que las palabras grandes y que se encuentran en negrilla, fueron las que más se repitieron.



Figura 16. Otras causas por las cuales no han utilizado las funciones adicionales, monitor de signos vitales de referencia 1.

En la Figura 17, Se encuentra el enunciado de Falso y verdadero, en donde se va a cuantificar el almacenito que tiene el monitor de signos vitales. Se puede observar que el 86% de la población conoce el almacenamiento del equipo biomédico y el 14% no lo conocen

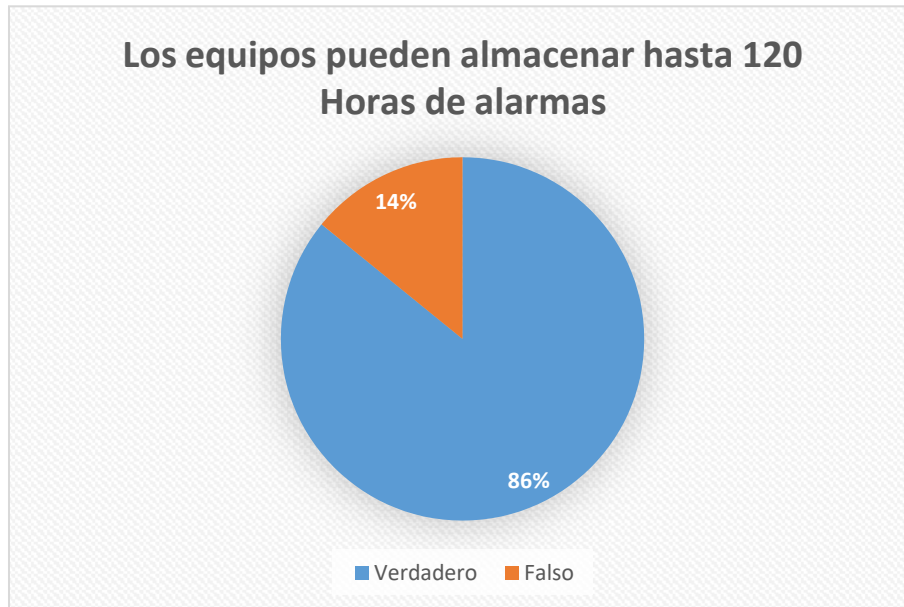


Figura 17. Almacenamiento, monitor de signos vitales de referencia 1.

#### ✓ Resultados Análisis Heurístico:

En la Figura 18. Se encuentran los resultados del Análisis Heurístico, basado en Jakob Nielsen. Se presentan algunos enunciados del equipo y se deben calificar en la siguiente escala:

- 1 = Deficiente
- 2 = Aceptable
- 3 = Bueno
- 4 = Sobresaliente

Siendo 1 = Deficiente, la calificación más baja y 4 = Sobresaliente, la calificación más alta. Los enunciados obtuvieron las siguientes calificaciones:

- **El dispositivo es de fácil uso:** el 62,6% de la población contestó que es bueno, el 21,2% dijo que es sobresaliente, el 15,2% informó que era aceptable y finalmente el 1% restante informó que era deficiente.
- **La información es fácil de encontrar y visualizar (terminología, iconos, colores):** el 61,6% de la población contestó que es bueno, el 20,2% dijo que era aceptable, el 17,2% informó que era sobresaliente y finalmente el 1% contestó que era deficiente.

- **Capacidad del equipo de informar las alertas al usuario:** El 60,6% de la población contestó que es bueno, el 30,3% dijo que es sobresaliente, el 8,1% informó que era aceptable y el 1% restante contestó que era deficiente.
- **Capacidad del equipo de detectar alertas en el paciente:** El 57,6% de la población contestó que es bueno, el 32,3% indicó que era sobresaliente y el 10,1% dijo que era aceptable.
- **El tiempo de respuesta para la medición de parámetros, es el adecuado:** El 69,7% de la población respondió que es bueno, el 18,2% informó que era sobresaliente y el 12,1% dijo que era aceptable.

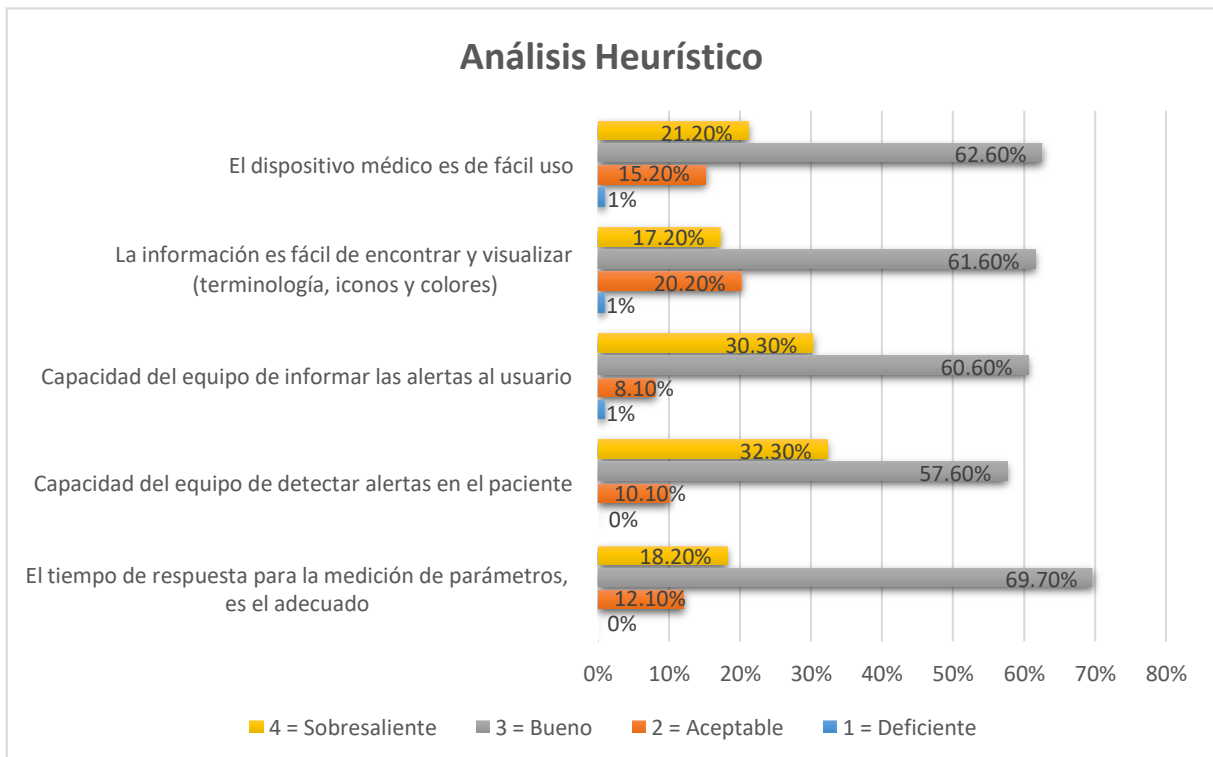


Figura 18. Resultados del Análisis Heurístico, monitor de signos vitales de referencia 1.

En la Figura 19, se ve reflejada la satisfacción que tuvo la encuesta con todo el personal. Adicionalmente, se encuentra que un 97% de la población le gustó y demostró mucho interés en el estudio y un 3% del personal le disgustó realizar la encuesta, ellos no especificaron cual fue la razón.

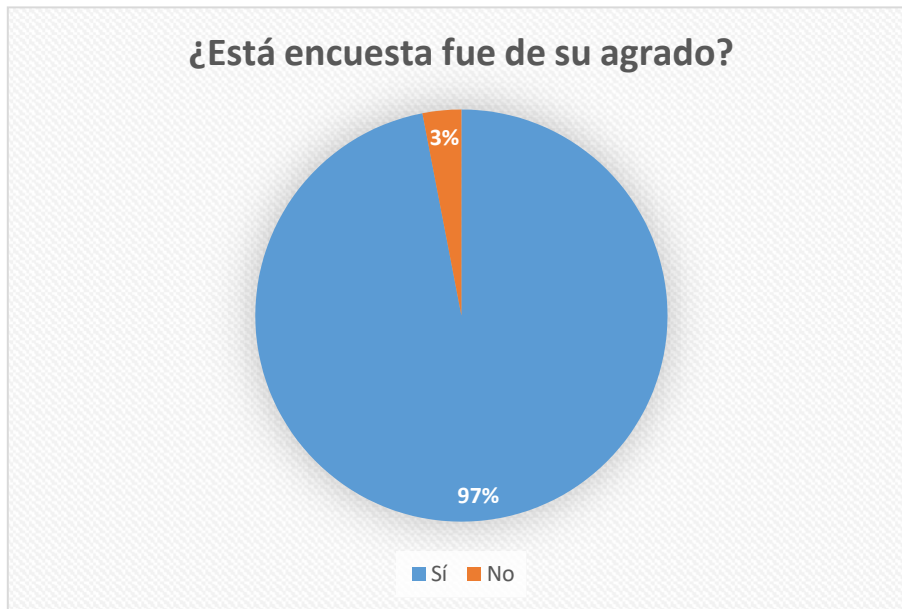


Figura 19. Satisfacción de la encuesta, monitor de signos vitales de referencia 1.

En la Figura 20. Se relacionaron los años de experiencia que tenía el personal asistencial encuestado, en función de las causas por las cuales no utilizan los parámetros que ofrece el monitor de signos vitales de referencia 1. Se encuentra que el personal que tiene entre 6 meses – 1 año de experiencia, 9 personas indican que la causa es tipo de paciente, 8 personas indican que la causa es el desconocimiento y 4 personas indican que es falta de entrenamiento; 1 año – 3 años de experiencia, 13 personas indican que la causa es tipo de paciente, 9 personas indican que la causa es falta de entrenamiento y desconocimiento, y 3 personas indican que es otra la causa; 3 años – 5 años de experiencia, 9 personas indican que la causa principal es tipo de pacientes, 7 personas indican que la causa es falta de entrenamiento y 4 personas indican que es desconocimiento; más de 5 años de experiencia, 31 personas indican que la causa es tipo de pacientes, 12 personas indican que la causa es falta de entrenamiento, 9 personas indican que la causa es desconocimiento y 3 personas indican que es otra.



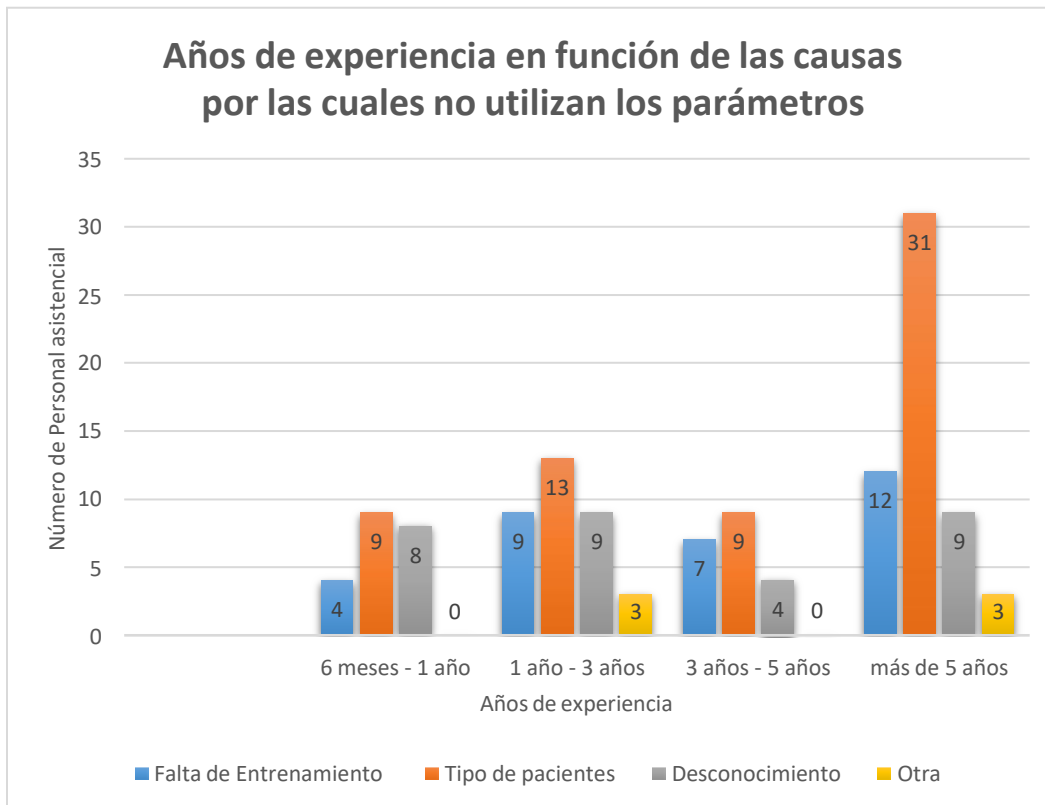


Figura 20. Años de experiencia en función de las causas por las cuales no utilizan los parámetros, monitor de signos vitales referencia 1.

## 4.2 Encuesta de monitores de signos vitales de referencia 2:

Para la encuesta de monitores de signos vitales de referencia 2, se obtuvieron 64 respuestas, de las cuales solo 62 personas, de las 64 accedieron al tratamiento de datos personales para fines académicos del estudio. Ver Anexo 4 en donde se encuentra la encuesta de monitor de signos vitales de referencia 2.

### ✓ Resultados Análisis Demográficos:

En la Figura 21. Se ve representado el nivel académico de las personas encuestadas. El 50% de la población tiene un Postgrado, el 27% corresponde al personal profesional, el 16% representa a los Técnicos Intermedio Profesional y el 7% de la población restante son tecnólogos.

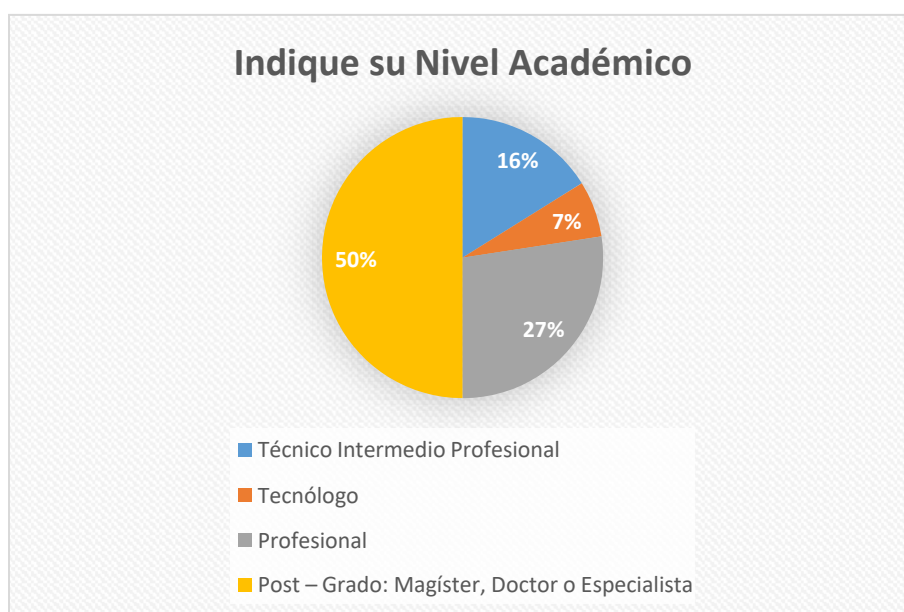


Figura 21. Nivel Académico, monitor de signos vitales de referencia 2.

En la Figura 22. Se encuentra el rango de esta de la población encuestada. Se ve reflejado que el 50% del personal está en un rango de 30 – 39 años, el 24% corresponde a personal de 20 – 29 años, el 18% está en un rango de 40 – 49 años y el 8% está en un rango de 50 – 59 años.

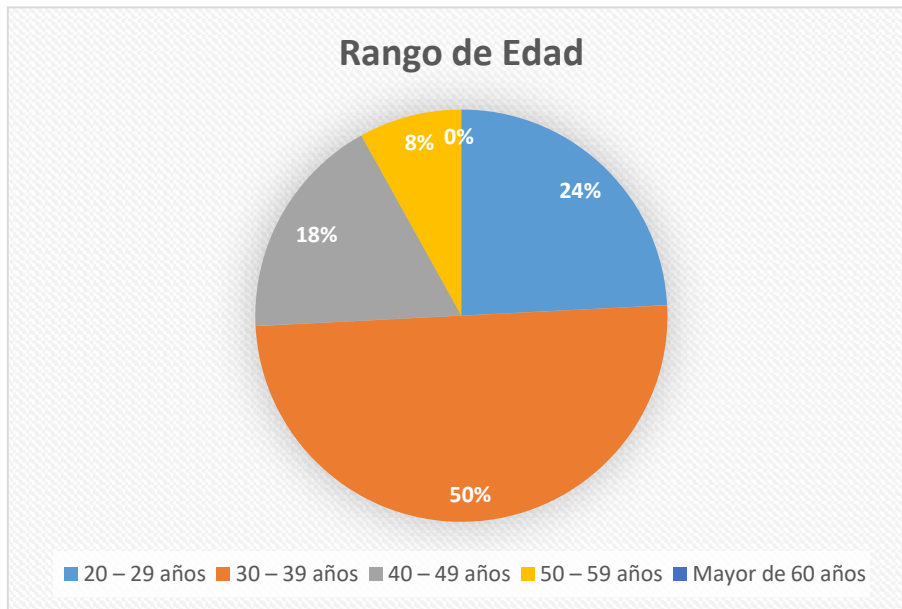


Figura 22. Rango de Edad, monitor de signos vitales de referencia 2.

En la Figura 23. Se encuentra el género de la población encuestada. El 63% corresponde al género femenino y el 37% al género masculino.

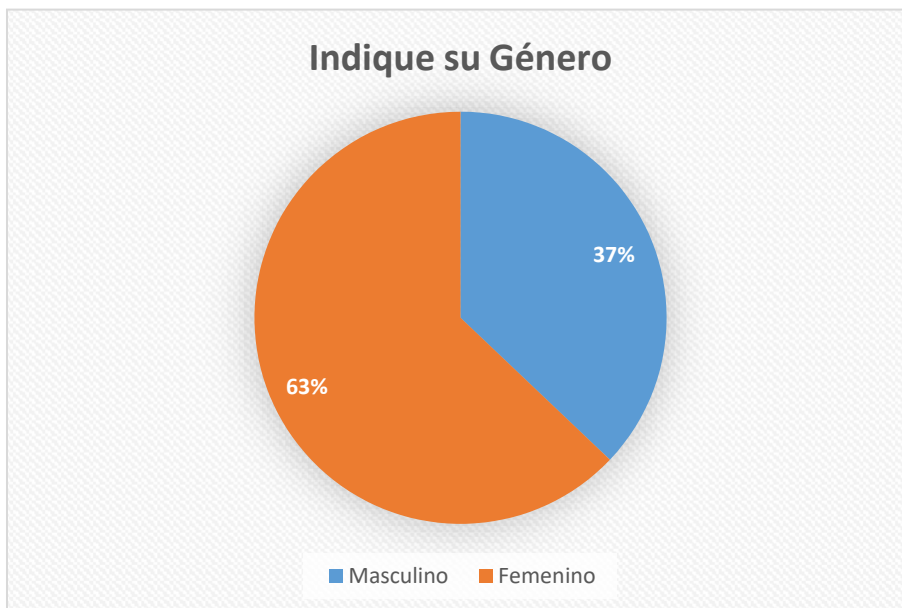


Figura 23. Género, monitor de signos vitales de referencia 2.

En la Figura 24. Se encuentra los años de experiencia que tiene el personal en el servicio. El 50% de la población encuestada tiene más de 5 años de experiencia, el 21% de la población tiene entre 1 – 3 años de experiencia, el 15% de la población tiene entre 3 – 5 años de experiencia y el 14% restante entre 6 meses – 1 año de experiencia.

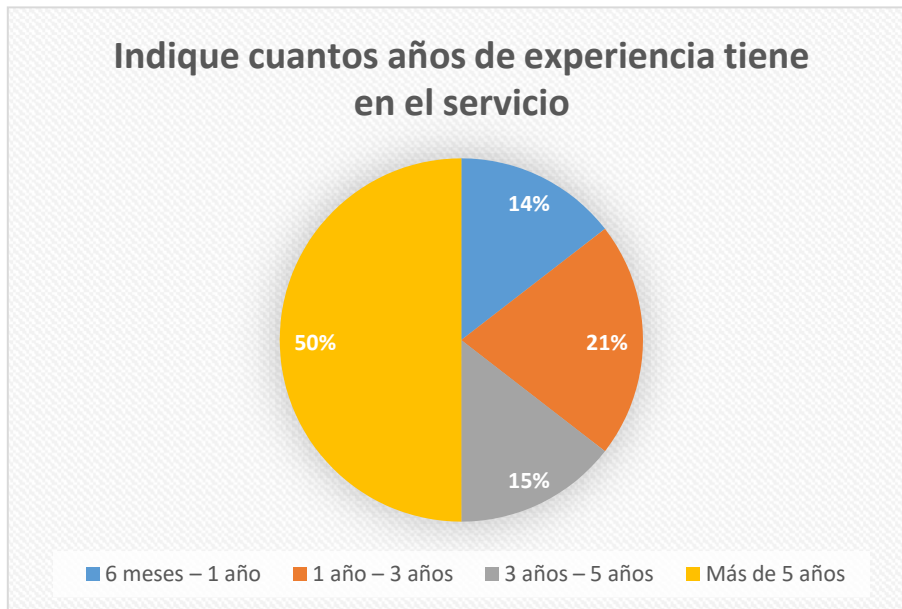


Figura 24. Años de experiencia en el servicio, monitor de signos vitales de referencia 2.

En la Figura 25. Se ve reflejado como esta dividida la población encuestada en las Unidades de Cuidado Intensivo. El 47% corresponde a la UCI Médica de Adultos, el 40% del personal se encuentra en UCI Quirúrgica, el 10% de la población está en UCI Pediátrica y el 3% restante se encuentra en UCI Neonatal.

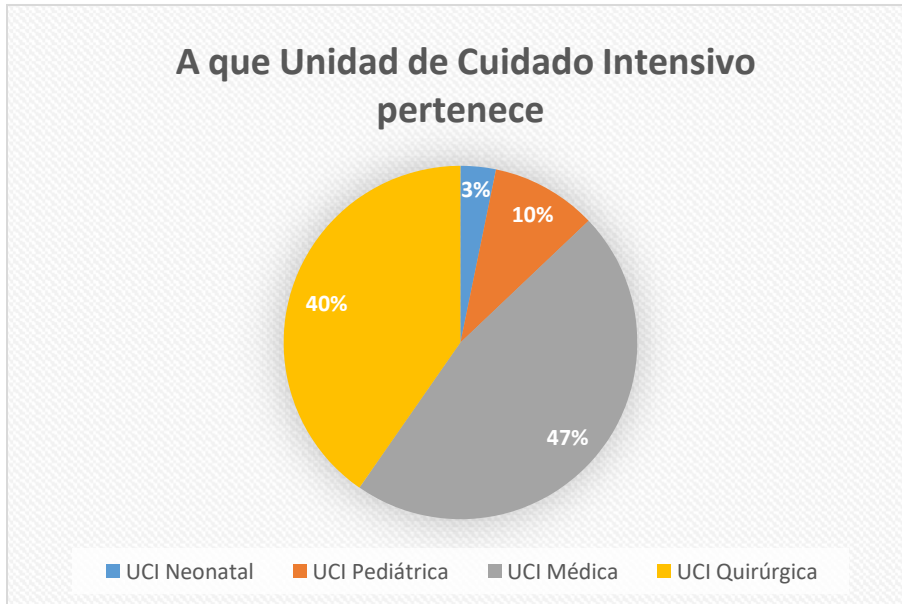


Figura 25. Unidad de Cuidado Intensivo, monitor de signos vitales de referencia 2.

✓ **Resultados Pruebas de Usabilidad:**

En la Figura 26. Se encuentra la frecuencia de consulta o manipulación que le da todo el personal de las UCI'S a los monitores de signos vitales de referencia 2.

Adicionalmente, se ve reflejado que el 58% del personal utiliza el monitor muy frecuentemente, el 37% lo utiliza frecuentemente y el 5% restante lo utiliza muy poco frecuente.

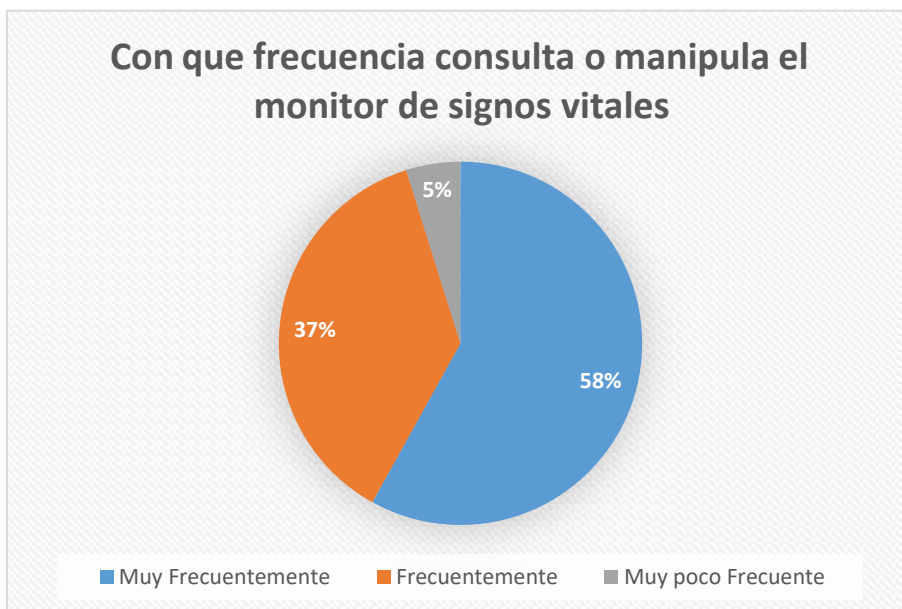


Figura 26. Frecuencia de consulta o manipulación, monitor de signos vitales de referencia 2.

En la Figura 27. Se encuentran los parámetros que han utilizado el personal durante la practica en el proceso de atención de las Unidades de Cuidado Intensivo a los monitores de signos vitales de referencia 2.

Se tuvieron en cuenta 6 parámetros, los cuales fueron los siguientes:

- Monitorización de SpO2 (Saturación de Oxígeno): 98,39% de las personas
- Monitorización de PANI (Presión Arterial no invasiva): 95,16% de las personas
- Monitorización de PAI (Presión Arterial invasiva): 93,55% de las personas
- Temperatura: 97,1% de las personas
- Monitorización de ECG (Electrocardiograma 12 - derivaciones): 75,81% de las personas
- Monitorización de CO2 (Dióxido de carbono): 46,77% de las personas

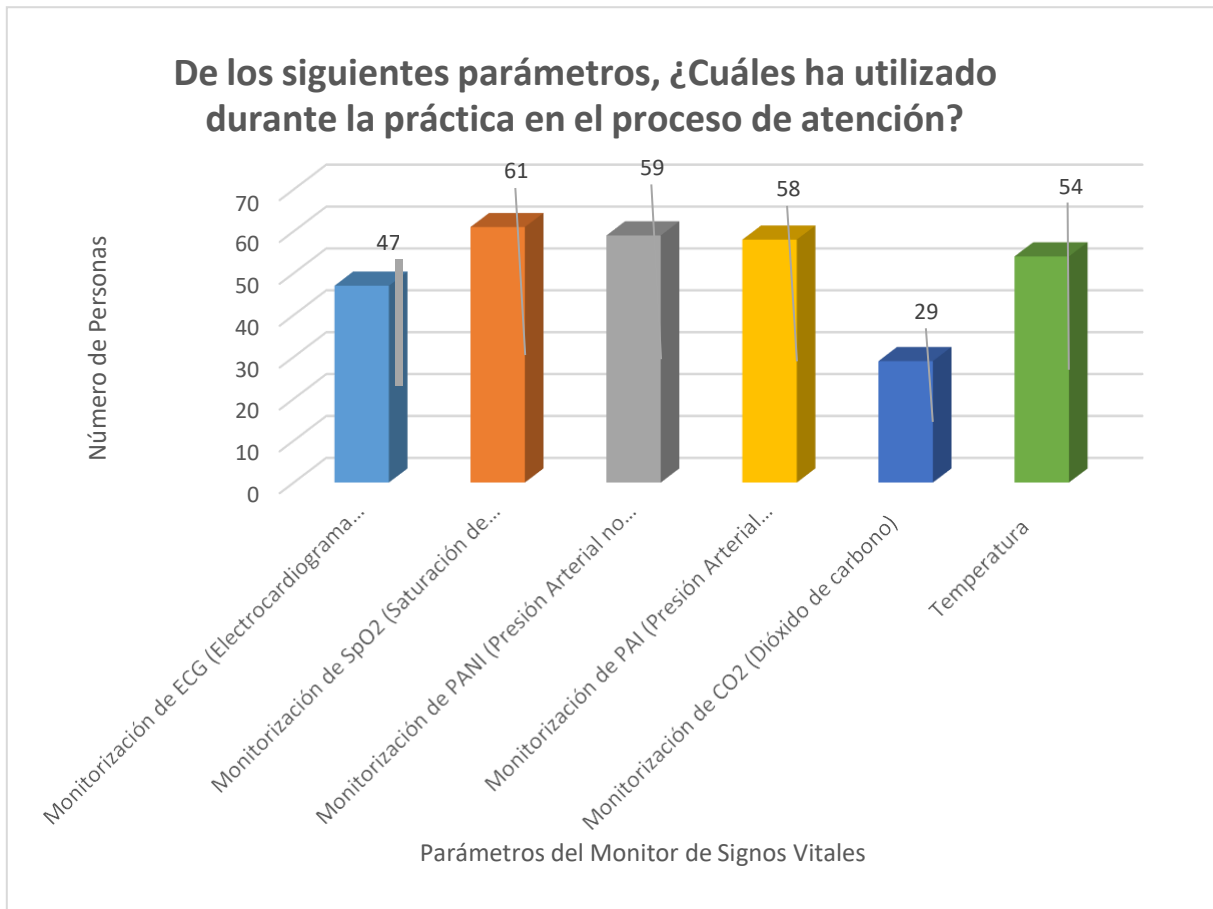


Figura 27. Parámetros que han utilizado durante la práctica en el proceso de atención, monitor de signos vitales referencia 2.

En la Figura 28. Se encuentran algunas de las causas por las cuales no han utilizado los parámetros del monitor de signos vitales referencia 2. Se ve reflejado que el 50% de la población encuestada, argumenta que la causa principal es el tipo de paciente, el 22% informó que es otra causa adicional por la cual no utiliza algunos parámetros, el 15% indicó que era desconocimiento de los parámetros y el 13% restante dijo que se debía a la falta de entrenamiento del equipo.

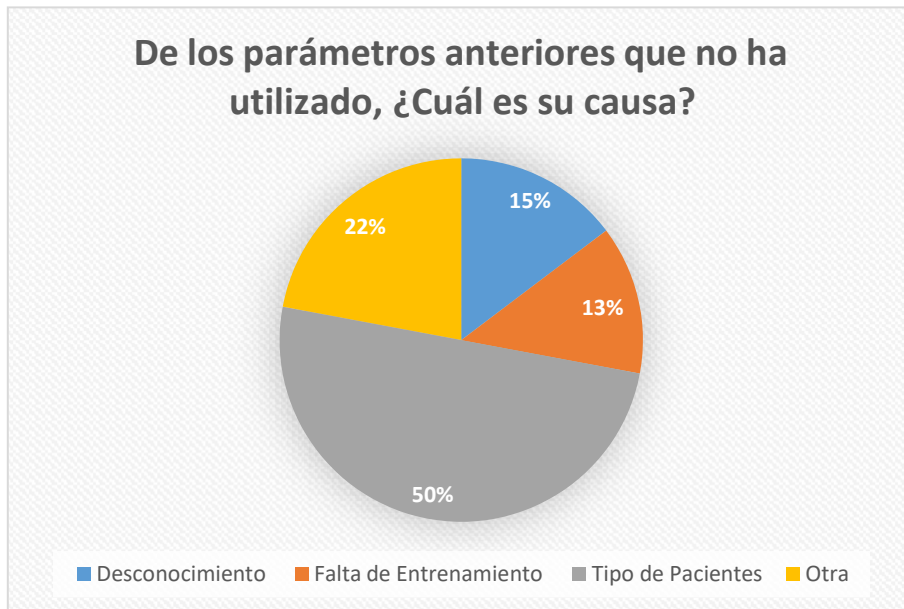


Figura 28. Causas por las cuales no han utilizado algunos parámetros, monitor de signos vitales referencia 2.

En la Figura 29. Se encuentran los comentarios de Otras causas por las cuales no utilizan el monitor de signos vitales. Se ve reflejado que las palabras grandes y que se encuentran en negrilla, fueron las que más se repitieron.



Figura 29. Otras causas por las cuales no han utilizado algunos parámetros, monitor de signos vitales de referencia 2.

En la Figura 30. Se encuentran unas funciones adicionales que tienen los monitores de signos vitales de referencia 2, las cuales son:

- Activación de la monitorización de ST
- Activación de la monitorización del intervalo QT/QTc

A la población se le pregunto, si conocen alguna de las dos funciones. Se puede visualizar que el 44% del personal no conoce ninguna de las dos aplicaciones del monitor de signos vitales de referencia 2, el 32% conoce las dos funciones mencionadas, el 19% conoce la Activación de la monitorización de ST y el 5% conoce la Activación de la monitorización del intervalo QT/QTc.

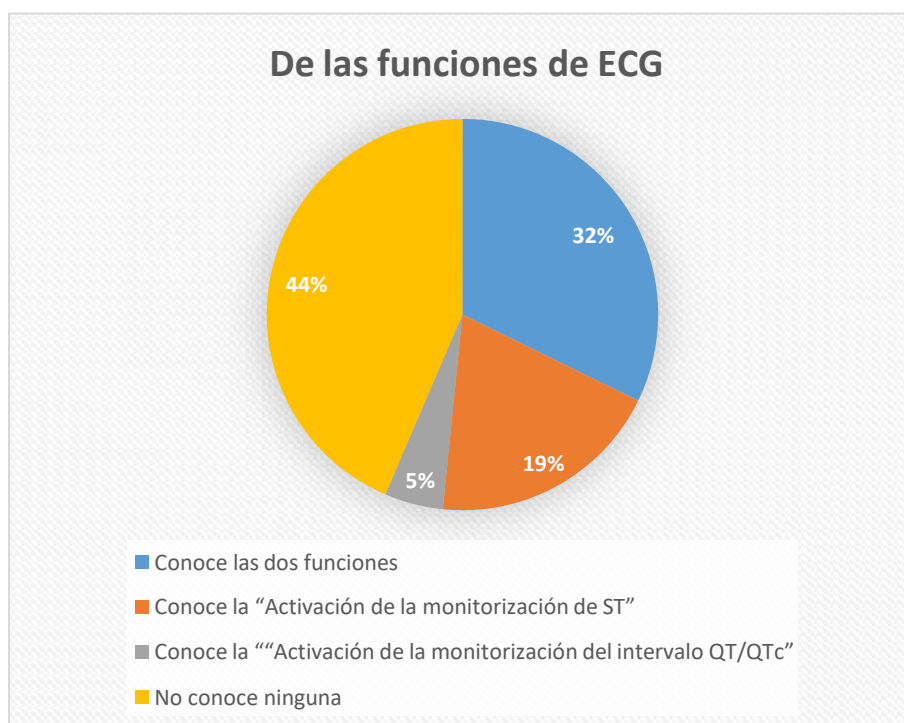


Figura 30. Funciones adicionales del monitor de signos vitales de referencia 2.

En la Figura 31, se encuentra la función de "Early Warning Score (EWS)" o Sistema de puntuación de alerta temprano. Se puede visualizar que el 74% de la población encuestada, no conoce la aplicación y solo el 26% de la población si la conoce.



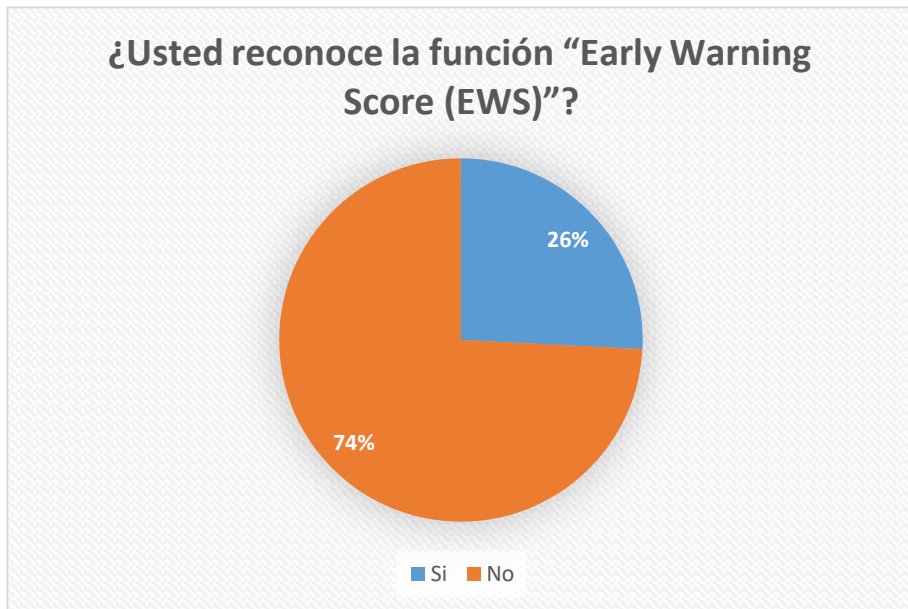


Figura 31. Función adicional del monitor de signos vitales de referencia 2.

En la Figura 32, Se encuentra bajo el enunciado de Falso y Verdadero. En donde se va a cuantificar el conocimiento que tienen de la Monitorización del ECG. Se puede observar que el 85% de la población, si conoce la verificación del del estado del marcapasos por medio de la monitorización del ECG y el 15% de la población no tiene muy claro la Monitorización del ECG.

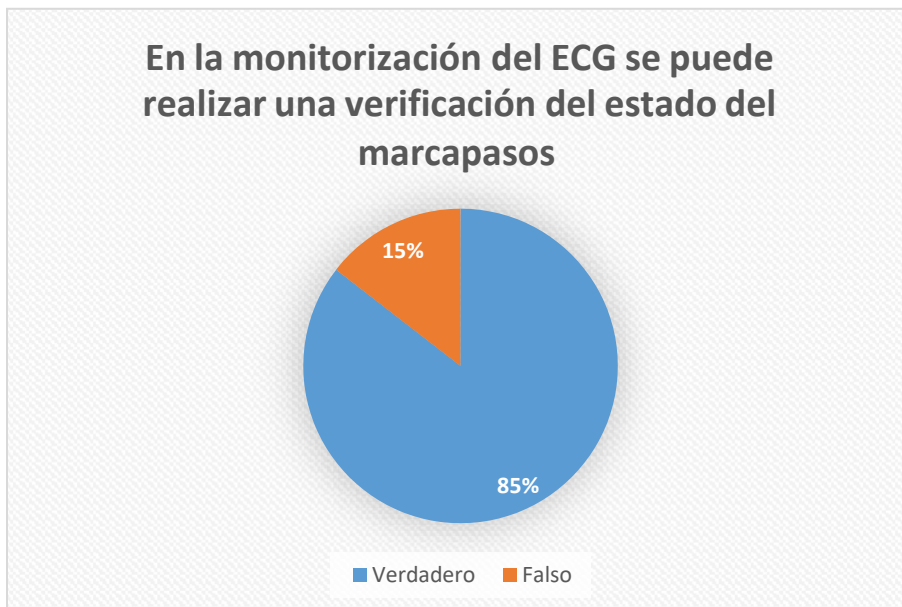


Figura 32. Monitorización del ECG en monitores de signos vitales de referencia 2.

En la Figura 33, Se encuentra bajo el enunciado de Falso y Verdadero. En donde se va a cuantificar el conocimiento que tienen del equipo en la visualización del resumen

ECG de 24 horas. Se puede observar que el 74% de la población, si conoce la aplicación y el 24% restante de la población no tiene muy claro la visualización del resumen ECG.

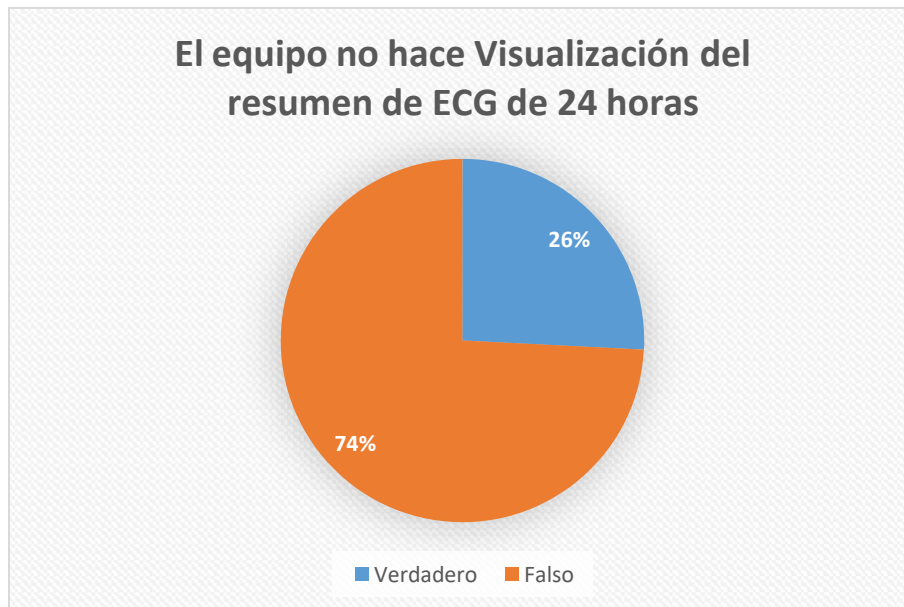


Figura 33. Resumen de ECG en monitores de signos vitales de referencia 2.

En la Figura 34, Se encuentra bajo el enunciado de Falso y Verdadero. En donde se va a cuantificar el conocimiento que tienen en la Monitorización de SpO2 (Saturación de oxígeno). Se puede observar que el 76% de la población, si realiza el ajuste de alternancia de visualización PI (Medición de Índice de perfusión) y FP (Frecuencia de pulso) y el 24% restante de la población no tiene muy claro la Monitorización de Saturación de oxígeno.

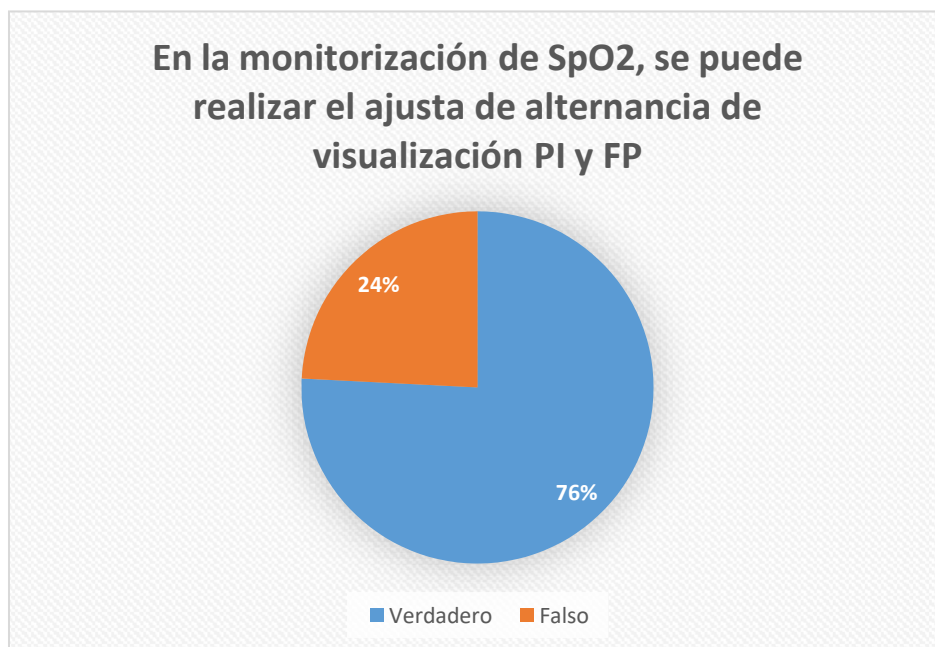


Figura 34. Monitorización de SpO2 en monitor de signos vitales de referencia 2.

✓ **Resultados Análisis Heurístico:**

En la Figura 35. Se encuentran los resultados del Análisis Heurístico, basado en Jakob Nielsen. Se presentan algunos enunciados del equipo y se deben calificar en la siguiente escala:

- 1 = Deficiente
- 2 = Aceptable
- 3 = Bueno
- 4 = Sobresaliente

Siendo 1 = Deficiente, la calificación las baja y 4 = Sobresaliente, la calificación más alta. Los enunciados obtuvieron las siguientes calificaciones:

- **El dispositivo es de fácil uso:** el 64,5% de la población contestó que es bueno, el 21% del personal informo que es aceptable y el 14,5% dijo que es sobresaliente.
- **La información es fácil de encontrar y visualizar (terminología, iconos, colores):** el 59,7% de la población contestó que es bueno, el 21% del personal informo que es aceptable, el 17,7% dijo que es sobresaliente y el 2% de la población faltante contestó que era deficiente.
- **Capacidad del equipo de informar las alertas al usuario:** el 56,5% de la población contestó que es bueno, el 29% del personal informo que es sobresaliente y el 14,5% dijo que es aceptable.
- **Capacidad del equipo de detectar alertas en el paciente:** el 50% de la población contestó que es bueno, el 30,6% del personal informo que es sobresaliente y el 19,4% dijo que es aceptable.
- **El tiempo de respuesta para la medición de parámetros, es el adecuado:** El 66,1% de la población contestó que es bueno, el 19,4% del personal informo que es sobresaliente y el 14,5% dijo que es aceptable.

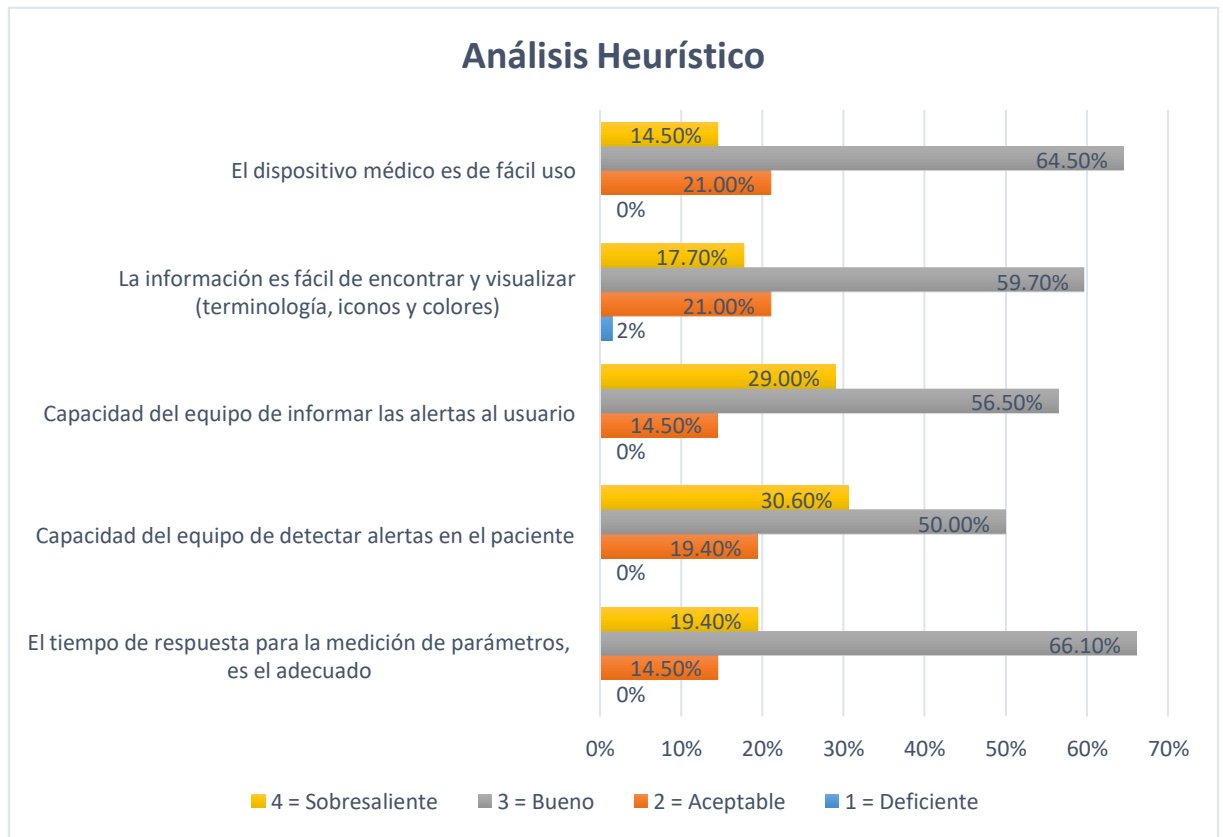


Figura 35. Resultados del Análisis Heurístico, monitor de signos vitales de referencia 2.

En la Figura 36, se ve reflejada la satisfacción que tuvo la encuesta con todo el personal. Adicionalmente, se encuentra que un 95% de la población le gustó y demostró mucho interés en el estudio y el 5% de la población restante no le gustó realizar la encuesta, ellos no especificaron cual fue la razón.

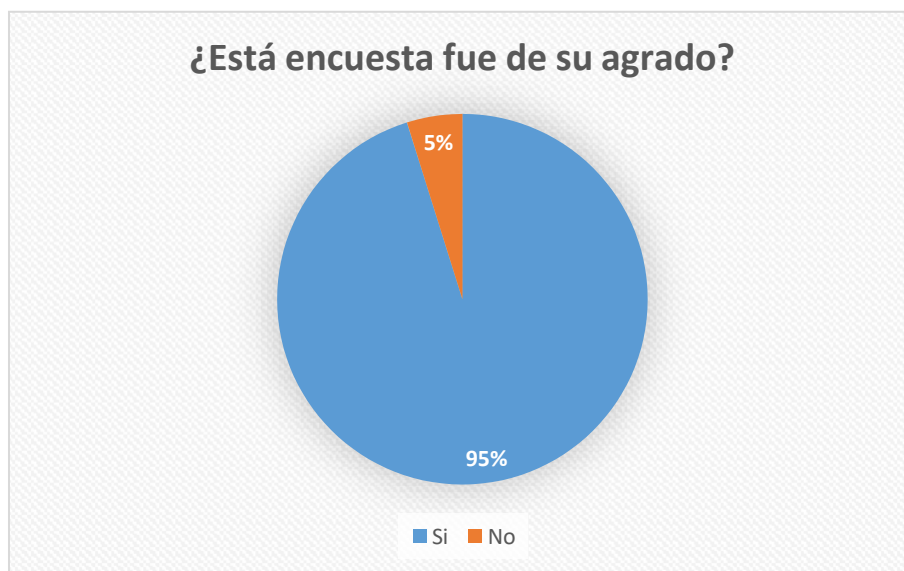


Figura 36. Satisfacción de la encuesta, monitor de signos vitales de referencia 2.

En la Figura 37. Se relacionaron los años de experiencia que tenía el personal asistencial encuestado, en función de las causas por las cuales no utilizan los parámetros que ofrece el monitor de signos vitales de referencia 2. Se encuentra que el personal que tiene entre 6 meses – 1 año de experiencia, 9 personas indican que la causa es desconocimiento y 6 personas indican que la causa es tipo de paciente; 1 año – 3 años de experiencia, 8 personas indican que la causa es tipo de paciente, 3 personas indican que la causa es falta de entrenamiento y desconocimiento, y 2 personas indican que es otra la causa; 3 años – 5 años de experiencia, 5 personas indican que la causa principal es tipo de pacientes, 2 personas indican que la causa es falta de entrenamiento y otra; más de 5 años de experiencia, 15 personas indican que la causa es tipo de pacientes, 11 personas indican que la causa es otra, y 4 personas indican que la causa es falta de entrenamiento con desconocimiento.

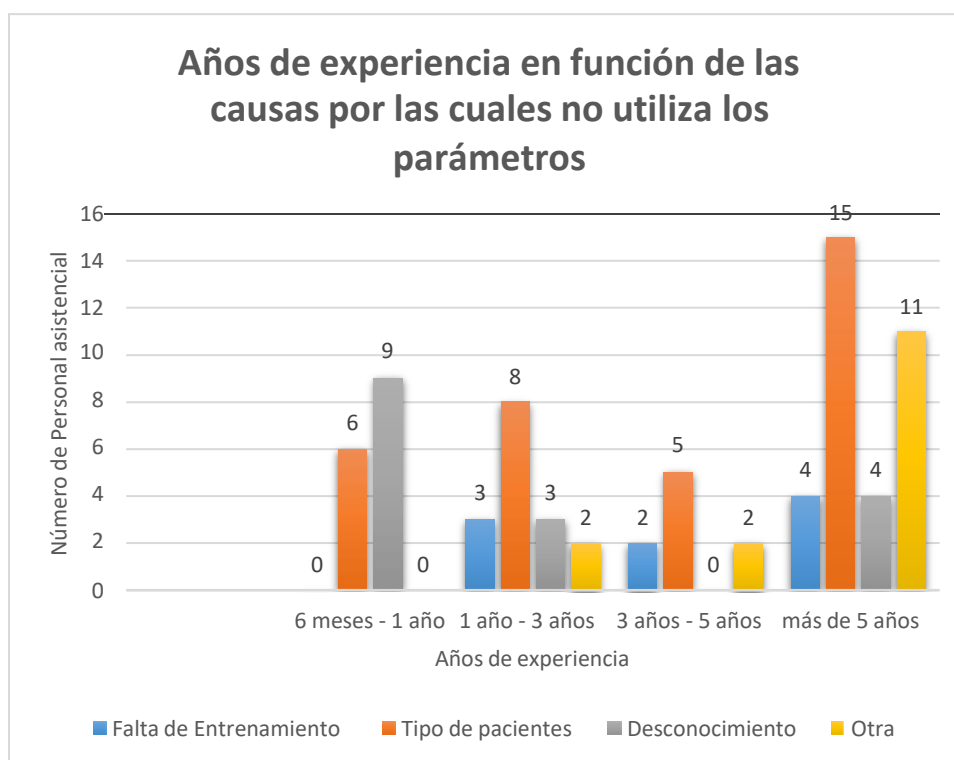


Figura 37. Años de experiencia en función de las causas por las cuales no utilizan los parámetros, monitor de signos vitales referencia 2.

## 5. DISCUSIÓN

Se realizó una búsqueda de literatura en bases de datos como: Pubmed, Medline, SciELO, Academic Search Complete, ScienceDirect, entre otras. Existe muy poca investigación en la prevalencia global de infrautilización o subutilización de equipos biomédicos. Los pocos estudios de investigación mencionan métodos indirectos para evaluar la subutilización, sin embargo, no hay forma de determinar cuáles son las áreas en las que las tasas son altas, experimentando un uso excesivo o áreas en el que las tasas son bajas y sufren una subutilización [25]. Esto hace relevante analizar con detenimiento y discutir los hallazgos de esta investigación. Se divide la discusión en función de los elementos analizados.

### 5.1 Monitores de signos vitales de referencia 1

En la Figura 11. Se encuentran los parámetros que han utilizado el personal durante la práctica en el proceso de atención de las Unidades de Cuidado Intensivo a los monitores de signos vitales de referencia 1. Se resaltan 6 parámetros de la Figura 11, los cuales son:

Los tres parámetros más utilizados:

- Saturación de Oxígeno (SpO<sub>2</sub>): 96,97% de las personas
- Temperatura: 85,86% de las personas
- Presión no Invasiva (NIBP): 78,79% de las personas

Los tres parámetros menos utilizados:

- NMT (Estimulación de nervios periféricos): 5,05% de las personas
- Th-RESP (Respiración por Termistor): 12,12% de las personas
- Ec1 (Análisis de arritmias): 19,19% de las personas

Es evidente que en la práctica se espera que todo el personal asistencial de las Unidades de Cuidado Intensivo, utilicen la totalidad del equipo biomédico, o por lo menos un 80% del monitor de signos vitales. Dentro de la investigación y al analizar los resultados de las Figuras 12 y 13, entendemos por qué en este caso el personal encuestado no usa el equipo biomédico en su totalidad. Se encontró que existen 3 causas principales, la primera es el tipo de paciente con un 48%, debido a que no en todas las UCIS se presentan los mismos pacientes con características similares; la segunda es falta de entrenamiento con un 25% y la tercera es desconocimiento con un 23%. Las dos últimas causas se presentan porque se cambia el personal y no se capacita de una manera apropiada, de suerte que, la solución más apropiada para estas situaciones se logrará con un acompañamiento y capacitación continua por parte del hospital, que garantice el aprendizaje y la preparación del personal asistencial.

En la Figura 14. Se encuentran unas funciones adicionales que tienen los monitores de signos vitales de referencia 1. Los resultados indicaron que el 33% del personal no utiliza ninguna de las funciones que le brinda el equipo biomédico, para hacer mucho más sencillo la monitorización y el servicio de cada uno de los pacientes. Adicionalmente, en la Figura 15 y 16 se identificó las causas principales por las cuales no tenían conocimiento de las funciones, las dos causas más relevantes fueron desconocimiento total y falta de entrenamiento.

En la Figura 18. Se encuentran los resultados del Análisis Heurístico, basado en Jakob Nielsen. Se identificó que en los cinco enunciados propuestos tuvo una calificación buena. Demostrando así, que los monitores de signos vitales que se adquieren en las Unidades de Cuidado Intensivo para la Fundación Santa Fe de Bogotá son muy completos en todos sus aspectos.

## **5.2 Monitores de signos vitales de referencia 2:**

En la Figura 27. Se encuentra los parámetros que ha utilizado el personal durante la práctica en el proceso de atención de las Unidades de Cuidado Intensivo a los monitores de signos vitales de referencia 2. Se resaltan 6 parámetros de la Figura 27, los cuales son:

Los tres parámetros más utilizados:

- Monitorización de SpO2 (Saturación de Oxígeno): 98,39% de las personas
- Monitorización de PANI (Presión Arterial no invasiva): 95,16% de las personas
- Monitorización de PAI (Presión Arterial invasiva): 93,55% personas

Los tres parámetros menos utilizados:

- Monitorización de CO2 (Dióxido de carbono): 46,77% de las personas
- Monitorización de ECG (Electrocardiograma 12 - derivaciones): 75,81% de las personas
- Temperatura: 97,1% de las personas

Es evidente que en la práctica se espera que todo el personal asistencial de las Unidades de Cuidado Intensivo, utilicen la totalidad el equipo biomédico, o por lo menos un 80% del monitor de signos vitales. Dentro de la investigación y al analizar los resultados de las Figuras 28 y 29, entendemos por qué en este caso el personal encuestado no usa el equipo biomédico en su totalidad. Se encontró que existen 3 causas principales, la primera es el tipo de paciente con un 50%, debido a que no en todas las UCI'S se presentan los mismos pacientes con características similares; la segunda es falta de entrenamiento con un 15% y la tercera es desconocimiento con un 15%. Las dos últimas causas se presentan porque se cambia el personal y no se capacita de una manera apropiada, de suerte que, la solución más apropiada para estas situaciones se logrará con un acompañamiento y capacitación continúa por parte del hospital, que garantice el aprendizaje y la preparación del personal asistencial.

En la Figura 30. Se encuentra funciones adicionales que tienen los monitores de signos vitales de referencia 2. Se analizó que el 44% del personal no conoce ninguna de las aplicaciones que brinda el equipo para dar un buen servicio a los pacientes.

En la Figura 31. Se encuentra la función de "Early Warning Score (EWS)" o Sistema de puntuación de alerta temprano. Se puede visualizar que el 74% de la población encuestada, no conoce la aplicación. Esto es muy relevante a la hora de evaluar el estado del paciente porque es un sistema que permite identificar cualquier alarma lo más pronto posible y se debe tener siempre encendida en las Unidades de Cuidado Intensivo.

En la Figura 35. Se encuentra los resultados del Análisis Heurístico, basado en Jakob Nielsen. Se identificó que en los cinco enunciados propuestos tuvieron una calificación buena. Demostrando así, que los monitores de signos vitales que se adquieren

en las Unidades de Cuidado Intensivo para la Fundación Santa Fe de Bogotá son muy completos en todos sus aspectos.

Globalmente podemos ver que en esta investigación de ambas referencias de los monitores de signos vitales tienen en común las causas principales por las cuales no utilizan los parámetros, ver figura 20 y figura 37. En las figuras se comparó los años de experiencia que tenía el personal en función a las causas por las cuales no utilizaban los parámetros. Las dos gráficas, coinciden mucho en las tres causas principales, las cuales fueron: tipo de pacientes, falta de entrenamiento y desconocimiento. Demostrando que es muy importante estar realizando entrenamientos constantemente para el personal asistencial que se encuentra en las unidades de cuidado intensivo. Cabe resaltar, que todo el personal asistencial que llega nuevo al servicio, se le realizan capacitaciones de los equipos biomédicos que van a usar.

Esto convierte a este trabajo en la primera estrategia para el diseño y aplicación de una estrategia que permitió analizar e identificar el porcentaje del uso de los monitores de signos vitales de Unidades de Cuidado Intensivo Neonatal, Pediátrica, Médica de Adultos y Quirúrgicos en la Fundación Santa Fe de Bogotá, que podría ser base para futuras investigaciones.

Es importante resaltar que la mayoría del personal demostró mucho interés en el proyecto, ya que ellos son la población que más se va a beneficiar con esta investigación. Además, manifestaron que desean participar en próximos estudios que se lleguen a generar.

Los beneficios que trae el proyecto para las Unidades de Cuidado Intensivo son los siguientes:

- Evaluación de la adquisición de los equipos biomédicos, según los requerimientos que necesitan en cada Unidad de Cuidado Intensivo, para optimizar los costos que generan.
- Capacitaciones de usabilidad constantes para el personal, que lo requiera.
- Capacitaciones de usabilidad obligatorias para el personal nuevo.
- Actualizaciones frecuentes de los equipos biomédicos por parte de los proveedores, para el personal.



## 6. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Al momento de ejecutar el proyecto, es importante reconocer que existieron algunas modificaciones en el cronograma planteado:

- Equipos biomédicos: Se investigó alrededor de 63 equipos biomédicos, se revisó todas las especificaciones clínicas, se estudió el manual de servicio y se había realizado las reuniones con todos los proveedores que se tenían propuesto en la primera y segunda etapa de la investigación (este proceso tomo bastante tiempo dilatando el cronograma propuesto). La desviación del cronograma se comentó con los tutores metodológico y temático, llegando a la solución de enfocarse en un solo equipo biomédico y no abarcar todos los equipos biomédicos que se encontraban en las Unidades de Cuidado Intensivo.
- Agilizar la elaboración de encuestas: Se realizaron varias encuestas piloto de algunos equipos biomédicos, sin embargo, tras reevaluar la aplicabilidad de los instrumentos se consideró junto con el punto anterior enfocarse en un solo equipo biomédico. La desviación del cronograma se comentó con lo tutores metodológico y temático. Según las especificaciones clínicas del equipo biomédico a estudiar, se adelantaron las encuestas, siguiendo unos criterios de evaluación y las recomendaciones por parte de los jefes de las Unidades, los médicos encargados de cada Servicio y los Ingenieros Biomédicos de la Fundación Santa Fe de Bogotá.
- Pertinencia: Dentro del planeamiento y realización de las encuestas se replantea si es necesario o no evaluar todos los parámetros específicos que brinda el equipo biomédico por parte del equipo asistencial. En el caso de la encuesta de monitor de signos vitales referencia 1 que son 18 parámetros, y en el caso de la encuesta de monitor de signos vitales referencia 2 que son 6 parámetros. Esto potencialmente podría ayudar a la gestión de adquisición de la tecnología.

Teniendo en cuenta el planteamiento del problema, la ejecución de la investigación y los resultados presentados, considero a futuro que se pueden desarrollar e implementar estrategias de la usabilidad, algunas como:

- ✓ Desarrollar la misma estrategia de usabilidad para los equipos Biomédicos, en los departamentos que tengan alta demanda de personal y tecnologías de alta complejidad.
- ✓ Realizar evaluaciones y capacitaciones constantes al personal de los equipos biomédicos que usan en cada servicio.
- ✓ Analizar las tecnologías que se van a adquirir en la Fundación Santa Fe de Bogotá estableciendo las especificaciones clínicas y técnicas, según lo que requiera el servicio y teniendo en cuenta el costo-beneficio que generara.

Además, en un futuro esta herramienta puede convertirse en una base para el planteamiento de planes de mejora continua en el servicio de ingeniería clínica y del servicio estudiado en cuestión.

## 7. CONCLUSIONES

- ✓ Se logró diseñar una estrategia que permitió identificar y cuantificar el porcentaje de usabilidad y un análisis heurístico de los monitores de signos vitales en las Unidades de Cuidado Intensivo Neonatal, Pediátrica, Médica de Adultos y Quirúrgicos.
- ✓ Es importante alinear los procesos de adquisición con las herramientas de usabilidad de los equipos biomédicos y sus servicios de funcionamiento para que el uso de recursos se optimice, sin perder el objetivo de la prestación enmarcada en la seguridad del paciente y garantizar el seguimiento a dichas adquisiciones.
- ✓ En las Unidades de Cuidado Intensivo, evidenciamos que se utilizó menos del 40% de los parámetros adquiridos con el monitor de signos vitales referencia 1, en el otro caso usamos casi el 60% con el monitor de signos vitales de referencia 2. El principal motivo de esto es el desconocimiento del personal de la tecnología con la que contamos.
- ✓ De acuerdo con los resultados del proyecto, es factible plantear un proceso de reentrenamiento y evaluar la adherencia en el uso de los monitores de signos vitales para todo el personal que lo requiera y principalmente la población de unidades de cuidado intensivo.
- ✓ Es pertinente ampliar el alcance de este proyecto a otros equipos de la institución principalmente por los hallazgos evidenciados y las oportunidades de mejoramiento que se identificaron en este primer ejercicio.

## REFERENCIAS

- [1] Fundación Santa Fe de Bogotá, “Instituto de Cáncer Carlos Ardila Lülle,” 2016. <https://www.fsfb.org.co/wps/portal/fsfb/inicio/servicioensalud/institutos-hospitales/sectionItem/instituto-de-oncologia-carlos-ardila-lulle!/ut/p/z1/vVPLbslwEPyWHjhadh7g5EioCkVFRckU4kvlvMCVY4fEhPL3dSoq0UoQIZT6YlvenZ2ZXUMC15AIWrMNVUwKyvU9JIN3fz6xDctGM-fJwG> (accessed Aug. 24, 2021).
- [2] Fundación Santa Fe de Bogotá, “Historia,” 2016. [https://www.fsfb.org.co/wps/portal/fsfb/inicio/acercadefsfb/sobre-la-fsfb/sectionItem/historia-fsfb!/ut/p/z1/IZFBj4lwEIV\\_iweO0iklit7AzblaG9BixF5M3RRoopSU7pLsr9-62YMagzq3Sb73ZuYNYihHrObfsuRGqpfbb9jo32afPiY-ECDdzyGkPjLKB1jQjNA2z8AriqEaO1FBCBOPMRe1186PafvAV](https://www.fsfb.org.co/wps/portal/fsfb/inicio/acercadefsfb/sobre-la-fsfb/sectionItem/historia-fsfb!/ut/p/z1/IZFBj4lwEIV_iweO0iklit7AzblaG9BixF5M3RRoopSU7pLsr9-62YMagzq3Sb73ZuYNYihHrObfsuRGqpfbb9jo32afPiY-ECDdzyGkPjLKB1jQjNA2z8AriqEaO1FBCBOPMRe1186PafvAV) (accessed Aug. 24, 2021).
- [3] Fundación Santa Fe de Bogotá, “Ejes.” [https://www.fsfb.org.co/wps/portal/fsfb/inicio/acercadefsfb/sobre-la-fsfb/sectionItem/ejes!/ut/p/z1/IZFNj4lwEIZ\\_iweO0ikIC3oDzalbG9BixF4MbipghJJSJfHXWzd7ULOBdW6Ted75eAcxICBWPzciS1UhqvSk8y372EXhzMbEBup-Ygc8Yi\\_8yMGExoA2PwA8hQf-yvIJQBBaiL2vf-z0P30HwLrbf\\_UN0A5Ykk5ohlidqnxYVAeBEn7kzb3kVXvi6pLkBy65NM9Se5YrVTdjAwxo29bMhMhO3PwWpQF\\_SXLRKJQ8k\\_os1rnYEI6BIPSn4K1XUYRjEtAR\\_gW6XtNnTI3GcXJd8I2rRvNiPrgB\\_u68FA!!/dz/d5/L2dBISevZ0FBIS9nQSEh/](https://www.fsfb.org.co/wps/portal/fsfb/inicio/acercadefsfb/sobre-la-fsfb/sectionItem/ejes!/ut/p/z1/IZFNj4lwEIZ_iweO0ikIC3oDzalbG9BixF4MbipghJJSJfHXWzd7ULOBdW6Ted75eAcxICBWPzciS1UhqvSk8y372EXhzMbEBup-Ygc8Yi_8yMGExoA2PwA8hQf-yvIJQBBaiL2vf-z0P30HwLrbf_UN0A5Ykk5ohlidqnxYVAeBEn7kzb3kVXvi6pLkBy65NM9Se5YrVTdjAwxo29bMhMhO3PwWpQF_SXLRKJQ8k_os1rnYEI6BIPSn4K1XUYRjEtAR_gW6XtNnTI3GcXJd8I2rRvNiPrgB_u68FA!!/dz/d5/L2dBISevZ0FBIS9nQSEh/) (accessed Nov. 26, 2021).
- [4] Food and Drug Administration, “Dispositivos Médicos | FDA.” <https://www.fda.gov/consumers/articulos-en-espanol/dispositivos-medicos> (accessed Sep. 12, 2021).
- [5] Food and Drug Administration, “CFR - Code of Federal Regulations Title 21.”
- [6] Food and Drug Administration and C. de D. y S. Radiológica, “Aplicación de los factores humanos y la ingeniería de usabilidad a los dispositivos médicos | FDA.” <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/applying-human-factors-and-usability-engineering-medical-devices> (accessed Sep. 12, 2021).
- [7] Ministerio de Salud y Protección Social, “Resolución 4725 de 2005,” *República Colomb.*, vol. 0, no. Diciembre 26, p. 31, 2005, [Online]. Available: [http://www.who.int/medical\\_devices/survey\\_resources/health\\_technology\\_national\\_policy\\_colombia.pdf](http://www.who.int/medical_devices/survey_resources/health_technology_national_policy_colombia.pdf).
- [8] N. Bevan, “Measuring usability as quality of use,” *Softw. Qual. J.* 1995 42, vol. 4, no. 2, pp. 115–130, Jun. 1995, doi: 10.1007/BF00402715.
- [9] J. Nielsen, “Iterative user-interface design,” *Computer (Long. Beach. Calif.)*, vol. 26, no. 11, pp. 32–41, Nov. 1993, doi: 10.1109 / 2.241424.
- [10] S. J. Shackel, B., & Richardson, “Human Factors for Informatics Usability - Google Libros,” 1991. [https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=KSHrPgLIMJIC&oi=fnd&pg=PR7&dq=Shackel,+B.,+%26+Richardson,+S.+J.+\(1991\).+Human+factors+for+informatic+s+usability:+Cambridge+University+Press.&ots=IXQnOSWUya&sig=3YoW9UOeuB1J-VtvYUr9QZVIRvg#v=onepage&q=Shackel](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=KSHrPgLIMJIC&oi=fnd&pg=PR7&dq=Shackel,+B.,+%26+Richardson,+S.+J.+(1991).+Human+factors+for+informatic+s+usability:+Cambridge+University+Press.&ots=IXQnOSWUya&sig=3YoW9UOeuB1J-VtvYUr9QZVIRvg#v=onepage&q=Shackel) (accessed Sep. 13, 2021).
- [11] B. Shneiderman, C. Plaisant, M. Cohen, S. Jacobs, N. Elmqvist, and N.

- Diakopoulos, "Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction, 6th Edition," *CCE Fac. Books B. Chapters*, Apr. 2016, Accessed: Sep. 13, 2021. [Online]. Available: [https://nsuworks.nova.edu/gscis\\_facbooks/18](https://nsuworks.nova.edu/gscis_facbooks/18).
- [12] Steve Krug, "No me hagas pensar | Steve Krug," 2014. <https://sensible.com/dont-make-me-think/> (accessed Sep. 13, 2021).
- [13] S. Feiner, "COMS W4170 UI Design and Evaluation," 2018, Accessed: Sep. 13, 2021. [Online]. Available: <http://www.nngroup.com/articles/how-to-conduct-a-heuristic-evaluation/>.
- [14] P. Hou, "Understanding of Virtual Reality with Visual Sensor Networks," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1169, no. 1, p. 012036, Feb. 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1169/1/012036.
- [15] "ISO 9241-11:1998(en), Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) — Part 11: Guidance on usability." <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-1:v1:en> (accessed Sep. 13, 2021).
- [16] Y. M. Fuentes Morán, "Usabilidad de los sistemas de información en salud dentro de escenarios de atención crítica: un estudio de los sistemas de historia clínica en IPS de alta complejidad colombianas," p. 400, 2013, [Online]. Available: <http://www.bdigital.unal.edu.co/43054/>.
- [17] J. Nielsen, "Nielsen Ch 6 Think-aloud.pdf," p. 362, 1993.
- [18] B. TA *et al.*, "Incidence of adverse events and negligence in hospitalized patients. Results of the Harvard Medical Practice Study I," *N. Engl. J. Med.*, vol. 324, no. 6, pp. 370–376, 1991, doi: 10.1056/NEJM199102073240604.
- [19] L. P. S. L. ALFONSO MARIN, "INCIDENCIA DE EVENTOS ADVERSOS ASOCIADOS A DISPOSITIVOS MÉDICOS EN UNA INSTITUCIÓN DE SALUD EN COLOMBIA," *INCIDENCIA DE EVENTOS ADVERSOS ASOCIADOS A DISPOSITIVOS MÉDICOS EN UNA INSTITUCIÓN DE SALUD EN COLOMBIA. [J.]*, 4, 8, pp.71-84. ISSN 1909-9762. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1909-97622010000200007&lng=e&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1909-97622010000200007&lng=e&nrm=iso&tlng=es) (accessed Sep. 13, 2021).
- [20] O. de P. I. y de S. Dick Sawyer, "Hágalo por diseño." <https://www.si.mahidol.ac.th/simi/hci/DoltByDesign.htm> (accessed Sep. 13, 2021).
- [21] J. H. Obradovich and D. D. Woods, "Users as designers: How people cope with poor HCI design in computer-based medical devices," *Hum. Factors*, vol. 38, no. 4, pp. 574–592, 1996, doi: 10.1518/001872096778827251.
- [22] Z. J, J. TR, P. VL, P. DL, and K. T, "Using usability heuristics to evaluate patient safety of medical devices," *J. Biomed. Inform.*, vol. 36, no. 1–2, pp. 23–30, 2003, doi: 10.1016/S1532-0464(03)00060-1.
- [23] J. P. Ángel-López and N. Arzola de la Peña, "Usability Evaluation for a Vital Signs Monitor Prototype," *IFMBE Proc.*, vol. 60, no. 52, pp. 520–523, 2017, doi: 10.1007/978-981-10-4086-3.
- [24] ELKIN HERNÁN OTÁLVARO CIFUENTES, Director de Dispositivos Médicos y Otras Tecnologías, and INVIMA, "TECNOVIGILANCIA PASADO, PRESENTE Y FUTURO," Apr. 12, 2016. <https://www.invima.gov.co/documents/20143/442916/tecnovigilancia-pasado-presente-y-futuro.pdf/b9d8cf84-384d-eb60-ad11-02ee0a1c0519> (accessed Sep. 13, 2021).
- [25] P. Glasziou *et al.*, "Evidence for underuse of effective medical services around the

- world,” *Lancet*, vol. 390, no. 10090, pp. 169–177, 2017, doi: 10.1016/S0140-6736(16)30946-1.
- [26] O. H. P. Studies, “Geographic Variations in Health Care: What Do We Know and What Can Be Done to Improve Health System Performance? | READ online.” [https://read.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/geographic-variations-in-health-care\\_9789264216594-en#page1](https://read.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/geographic-variations-in-health-care_9789264216594-en#page1) (accessed Nov. 12, 2021).
- [27] Ministerio de Salud y Protección Social, “Importancia e interpretación de la pirámide poblacional,” *Boletín Epidemiológico ASIS*, vol. 3, no. 5, pp. 1–6, 2015, [Online]. Available: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/PSP/boletin-asis-Vol.-3-No.5.pdf>.
- [28] M. Gimenez, “Análisis Heurístico para UX: evalúa la usabilidad de tu web - Blog de Hiberus Tecnología.” <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/analisis-heuristico-para-ux-evalua-la-usabilidad-de-tu-web/> (accessed Nov. 22, 2021).
- [29] J. Nielsen, “10 Usability Heuristics for User Interface Design.” <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/> (accessed Oct. 26, 2021).
- [30] “TAMAÑO DE UNA MUESTRA PARA UN ESTUDIO ANALÍTICO EN POBLACIONES FINITAS| BioEstadística Sin Lágrimas - YouTube.” <https://www.youtube.com/watch?v=vskqK9cxhck> (accessed Dec. 15, 2021).

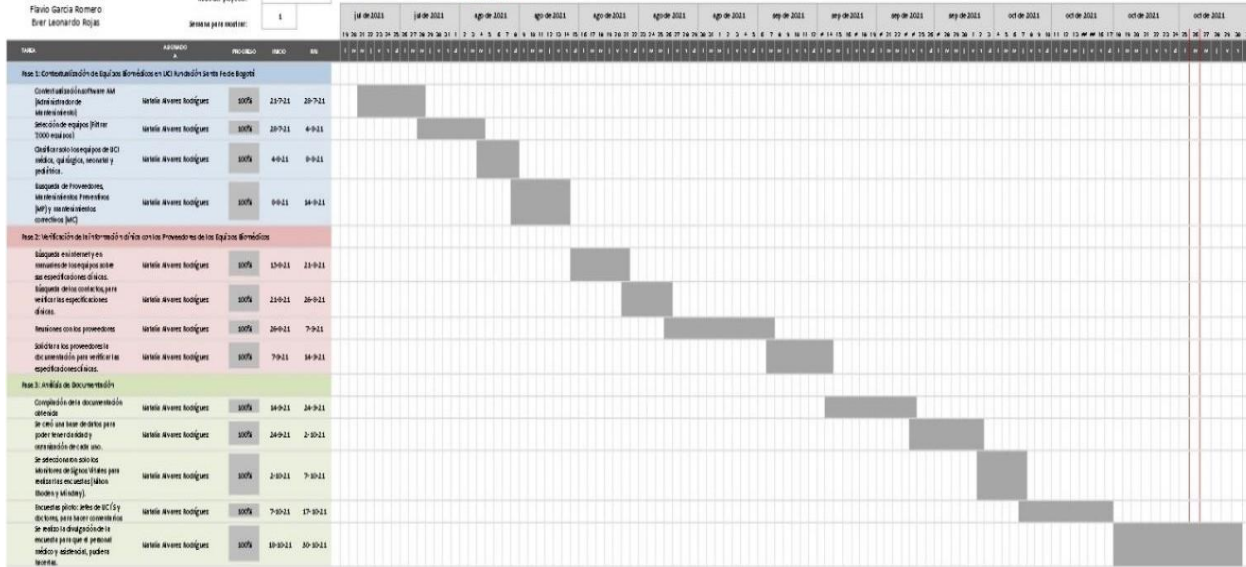
# ANEXOS

ESTRATEGIA PARA LA IDENTIFICACION DE LA USABILIDAD DE MONITORES DE SIGNOS VITALES EN LAS UCI DE UN HOSPITAL UNIVERSITARIO DE ALTA COMPLEJIDAD

Natalia Alvarez  
Carolina Díaz Sánchez  
Flavio García Romero  
Ever Leonardo Rojas

Inicio del proyecto:  
Semana para mostrar:

mié, 21/07/2021  
1



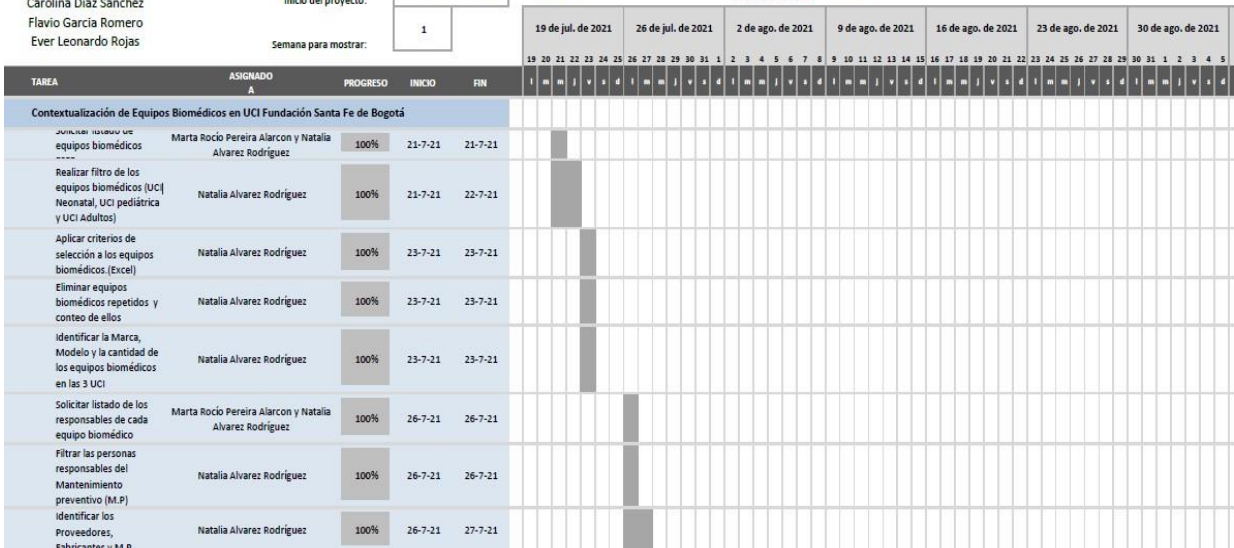
Anexo 1. Diagrama de Gantt propuesto con las fases del Proyecto

ESTRATEGIA PARA LA IDENTIFICACION DE LA USABILIDAD DE MONITORES DE SIGNOS VITALES EN LAS UCI DE UN HOSPITAL UNIVERSITARIO DE ALTA COMPLEJIDAD

Natalia Alvarez  
Carolina Díaz Sánchez  
Flavio García Romero  
Ever Leonardo Rojas

Inicio del proyecto:  
Semana para mostrar:

mié, 21/7/2021  
1



Anexo 2. Cronograma del Proyecto.



# ENCUESTA MONITOR SIGNOS VITALES Marca: Nihon Kohden

La siguiente encuesta es con fines académicos de investigación por parte del departamento de Ingeniería Clínica. Su tiempo promedio de respuesta es de 4 minutos.  
Muchas gracias por ser parte de nuestro estudio.

\* Obligatorio

1. Autoriza el tratamiento de datos personales, para fines académicos \*

- Si
- No

2. Indique su Nivel Académico

\*

- Técnico Intermedio Profesional
- Tecnólogo
- Profesional
- Post – Grado: Magíster, Doctor o Especialista
- Otro

*Anexo 3. Encuesta de Monitor de Signos Vitales de referencia 1.*





# ENCUESTA MONITOR SIGNOS VITALES Marca: MINDRAY

La siguiente encuesta es con fines académicos de investigación por parte del departamento de Ingeniería Clínica. Su tiempo promedio de respuesta es de 4 minutos.  
Muchas gracias por ser parte de nuestro estudio.

\* Obligatorio

1. Autoriza el tratamiento de datos personales, para fines académicos

- Si
- No

2. Indique su Nivel Académico \*

- Técnico Intermedio Profesional
- Tecnólogo
- Profesional
- Post – Grado: Magíster, Doctor o Especialista
- Otro

*Anexo 4. Encuesta de monitor de signos vitales de referencia 2.*