

ESCUELA  
COLOMBIANA  
DE INGENIERÍA  
JULIO GARAVITO



Universidad del  
**Rosario**

**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 Alvarez Rodríguez**

**Tutores**

**M.Sc. Jefferson Sarmiento Rojas**

**M.Sc. Pedro Antonio Aya Parra**

**14 de diciembre de 2021**

**INGENIERÍA BIOMÉDICA**



Figura 1. Fundación Santa Fe de Bogotá [1].

## INTRODUCCIÓN

- La Fundación Santa Fe de Bogotá fue fundada en 1972.
- El Hospital Universitario de la Fundación Santa Fe de Bogotá fue inaugurado en el año 1983.
- Su misión es liderar e influir positivamente en el sector de la salud y contribuir al bienestar de los individuos y de las comunidades [1].



Figura 2. Logo Fundación Santa Fe de Bogotá [2].

**Ejes  
Fundacionales**



Figura 4. Ejes Fundacionales de la Fundación Santa Fe de Bogotá [3].

- Joint Commission International - 2010 hasta la fecha "Academic Medical Center Hospital".
- ICONTEC - ISQua - 2008 y reacreditación con excelencia para el Hospital Universitario y por primera vez para el Instituto de Cáncer Carlos Ardila Lülle – 2019 [1].

## Acreditaciones



Figura 3. Acreditaciones Fundación Santa Fe de Bogotá [1].



Fundación  
Santa Fe de Bogotá

# INTRODUCCIÓN

- Departamento de Ingeniería Clínica 2014.
- Referencia a nivel nacional y reconocimiento internacional.
- Necesidad de fomentar y fortalecer la investigación.
- Acompañamientos a ingenieros biomédicos en salas de cirugías.
- Proceso de adquisición y evaluación de tecnologías (Acelerador lineal y resonador magnético).
- Acompañamiento a zonas hospitalarias (radiología y Unidades de Cuidado Intensivo).



Jefe de Ingeniería Clínica  
y Activos Fijos



Coordinadora de  
Tecnologías Biomédicas



Médico Intensivista  
Epidemiólogo

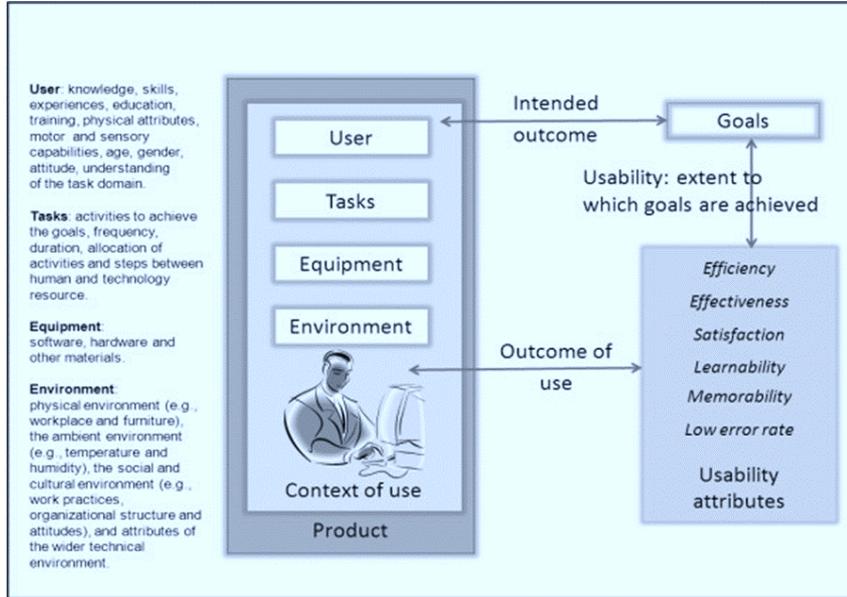


Practicante de Ingeniería  
Biomédica



# INTRODUCCIÓN

## La Usabilidad



- Facilidad de uso de una aplicación o producto interactivo, definición que viene desde **la interacción de Humano – Computados HCI** [6][7][8][9].
- Según **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 [10].

Figura 5. Componentes de la Usabilidad. Tomado de: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals y J. Nielsen, "Nielsen Ch 6 Think-aloud.pdf" [4][5].



# INTRODUCCIÓN



## Dimensión Empírica

Es un atributo de calidad cuya definición formal es resultado de la enumeración de los diferentes componentes o variables a través de los cuales puede ser medidas [11].

## Dimensión Dependiente

La usabilidad debe permitir al usuario lograr realizar la tarea que desee de manera fácil y divertida [12].

## Dimensión Relativa

Norma ISO 9241-11 define la usabilidad: "Grado de eficacia, eficiencia y satisfacción con la que usuarios pueden lograr objetivos específicos, en contextos de uso específicos" [13].



# INTRODUCCIÓN



## Organización Mundial de la Salud

Figura 6. Organización Mundial de la Salud (OMS) [14].

Según la **OMS**, los eventos médicos adversos en pacientes relacionados con dispositivos médicos en Estados Unidos son **más de un millón** cada año [15][16]. Han sido por consecuencia directa de errores humanos [17].



Figura 7. Administración de Medicamentos y Alimentos (FDA) [18].

La **FDA** informo que entre el **45%** y el **50%** de las retiradas de dispositivos médicos en los hospitales fueron consecuencia de un mal diseño del producto [18].



Figura 8. Grupo de Trabajo de Armonización Global (GHTF) [19].

Los datos proporcionados por la **OMS** y el **Grupo de Trabajo de Armonización Global (GHTF)** demuestran que entre el **50%** y el **70%** de los eventos adversos están relacionados con errores de montaje, conexiones y funcionamientos incorrectos [19].



# OBJETIVOS



## Objetivo General:

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

## Objetivos Específicos:

- Identificar las funciones principales de los monitores de signos vitales en las Unidades de Cuidado Intensivo de la Fundación Santa Fe de Bogotá.
- Establecer las especificaciones clínicas de los monitores de signos vitales en las Unidades de Cuidado Intensivo de la Fundación Santa Fe de Bogotá.
- 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.



# METODOLOGÍA

## Problema a solucionar



Definir las especificaciones que se requieren del equipo biomédico y tener en cuenta los costos.

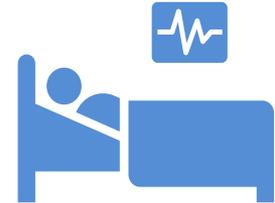


Actualmente, no existe un seguimiento de la usabilidad de los equipos biomédicos.

Adquisición de los equipos biomédicos en la **FSFB**.  
Negociaciones con los proveedores.



Rotación del personal asistencial en las Unidades de Cuidado Intensivo.





# METODOLOGÍA



## Fases de la investigación

### Fase 1

Contextualización de equipos biomédicos en las UCI'S de FSFB.

### Fase 2

Verificación de la información clínica con los proveedores de los equipos biomédicos.

### Fase 3

Análisis de documentación y de la estructuración de encuestas.

### Fase 4

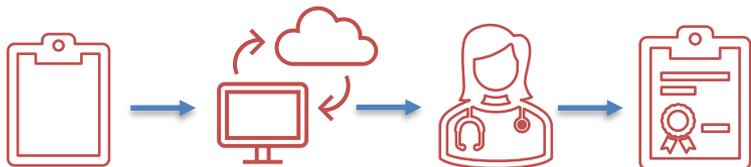
Consolidación y aplicación de las encuestas de monitores de signos vitales.



**Nota:** Investigación no se mencionarán los modelos de los equipos biomédicos, dado que por políticas de privacidad y tratamiento de datos la FSFB no autorizó la divulgación de la información.

UCI'S: Unidades de Cuidado Intensivo

## Consolidación y aplicación de las encuestas



### Análisis Demográfico

El tamaño de la población, la edad de la población, el género, la ocupación, los niveles de educación.

### Pruebas de Usabilidad

Se realizó preguntas de las especificaciones clínicas de cada msv para medir y cuantificar el uso que les dan a los equipos biomédicos.

### Análisis Heurístico

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 [20].

*msv: Monitor de signos vitales*



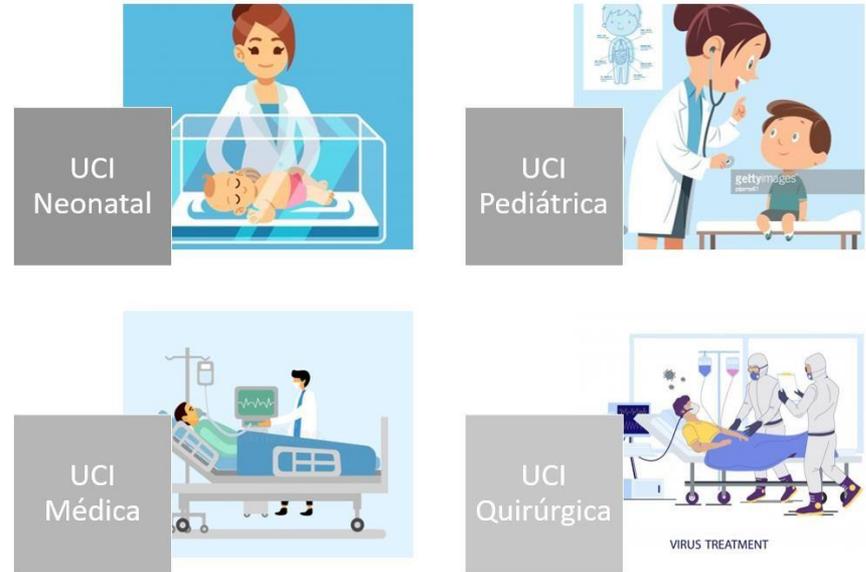
# RESULTADOS



## Análisis Demográfico

- Total de **214** personas.
- Población: personal asistencial, médicos residentes, médicos especialistas de apoyo e intensivistas.
- La encuesta del monitor de signos vitales de referencia 1, la realizaron **103** personas, correspondiente a un **48%**; 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 **30%**; 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.

80 personas



134 personas

Figura 9. Unidades de Cuidado Intensivo (UCI'S) en la FSFB.

UCI'S: Unidades de Cuidado Intensivo



# RESULTADOS



De los siguientes parámetros, ¿Cuáles ha utilizado durante la práctica en el proceso de atención?

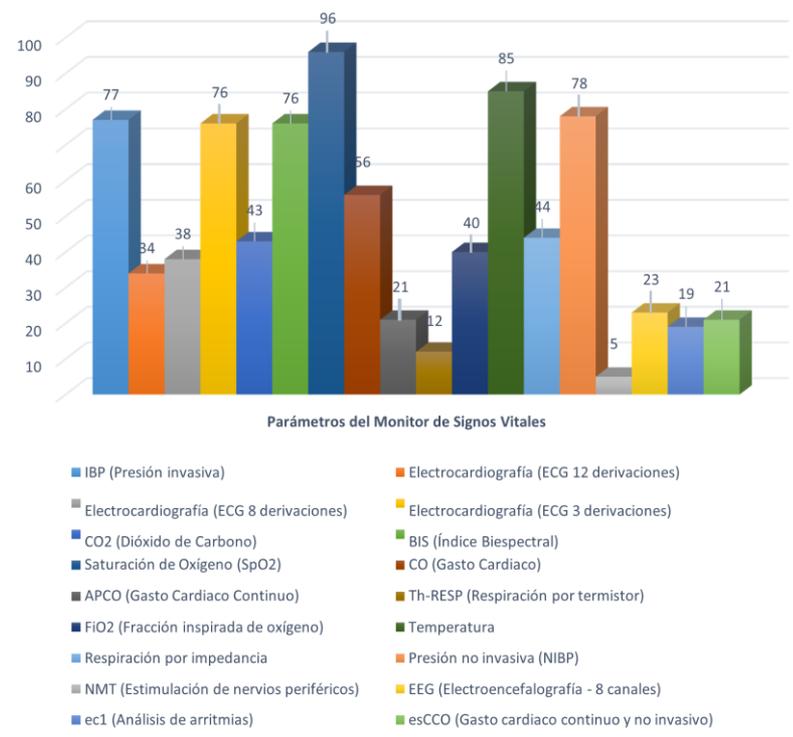


Figura 10. Parámetros que han utilizado durante la práctica en el proceso de atención, msv de referencia 1.

## Pruebas de Usabilidad Encuesta 1

De los parámetros anteriores que no ha utilizado, ¿Cuál es su causa?

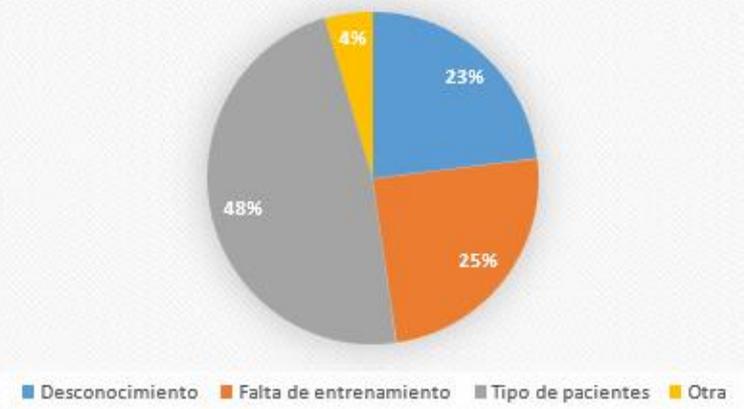


Figura 11. Causas por las cuales no han utilizado algunos parámetros, monitor de signos vitales de referencia 1.



# RESULTADOS

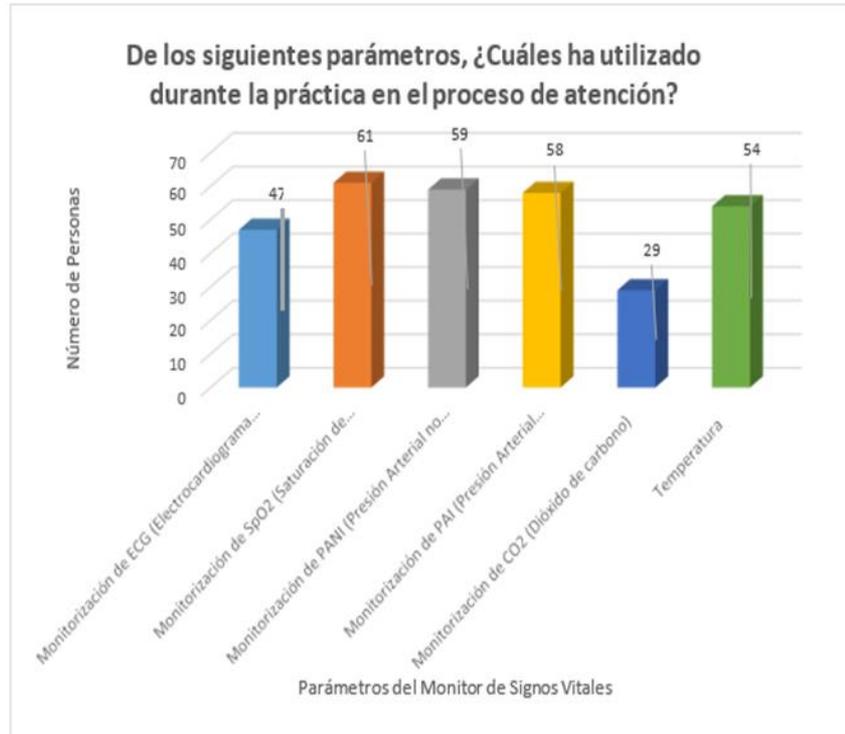


Figura 12. Parámetros que han utilizado durante la práctica en el proceso de atención, monitor de signos vitales referencia 2.

## Pruebas de Usabilidad Encuesta 2

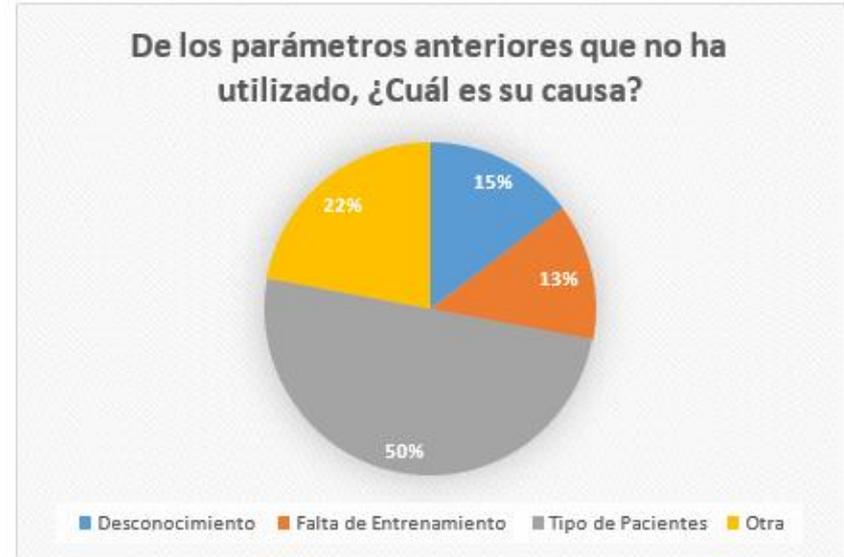


Figura 13. Causas por las cuales no han utilizado algunos parámetros, monitor de signos vitales de referencia 2.



# RESULTADOS

## Análisis Heurístico

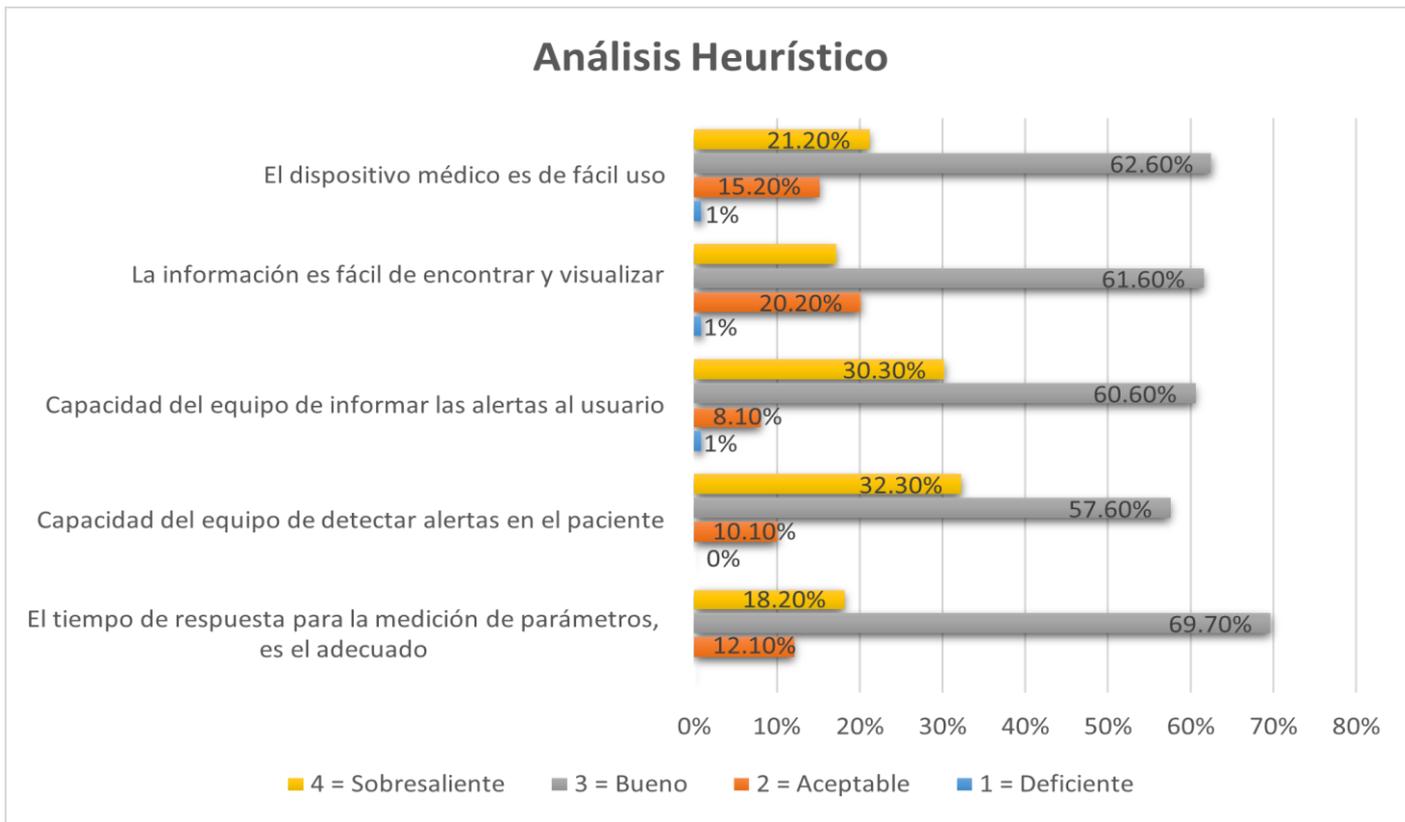


Figura 14. Resultados del Análisis Heurístico, monitor de signos vitales de referencia 1.



# RESULTADOS

## Análisis Heurístico

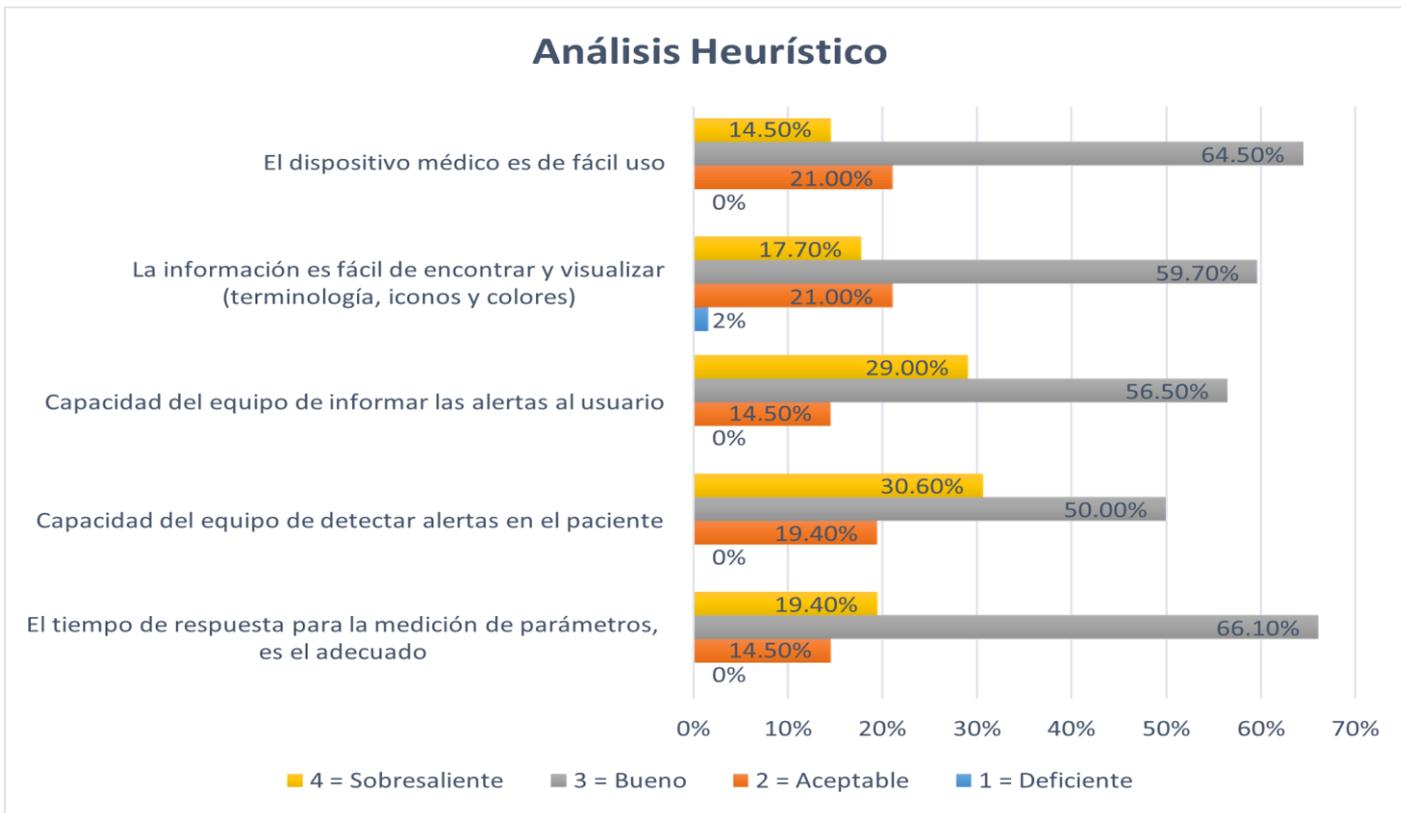


Figura 15. Resultados del Análisis Heurístico, monitor de signos vitales de referencia 2.

# DISCUSIÓN DE RESULTADOS

## Encuesta referencia 1

Los tres parámetros **más utilizados**:

- **Saturación de Oxígeno** (SpO2): 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



Nota: las causas por las cuales no usan todos los parámetros: 50% tipo de paciente, 47% falta de entrenamiento y desconocimiento, 3% otras causas diferentes

## Encuesta referencia 2

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: 87,1% de las personas



# DISCUSIÓN DE RESULTADOS

## Encuesta referencia 1

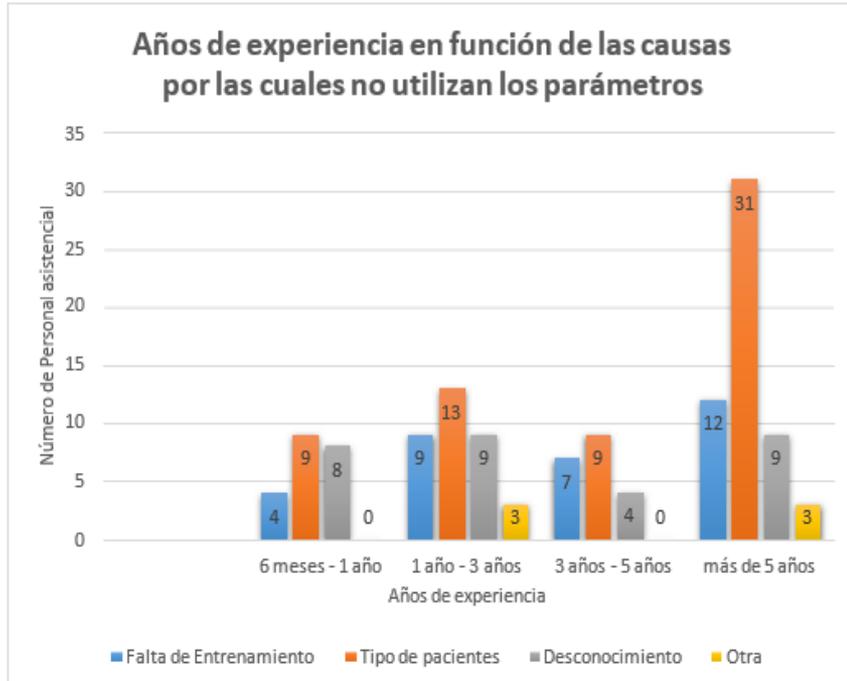


Figura 16. Años de experiencia en función de las causas por las cuales no utilizan los parámetros, monitor de signos vitales referencia 1.

## Encuesta referencia 2

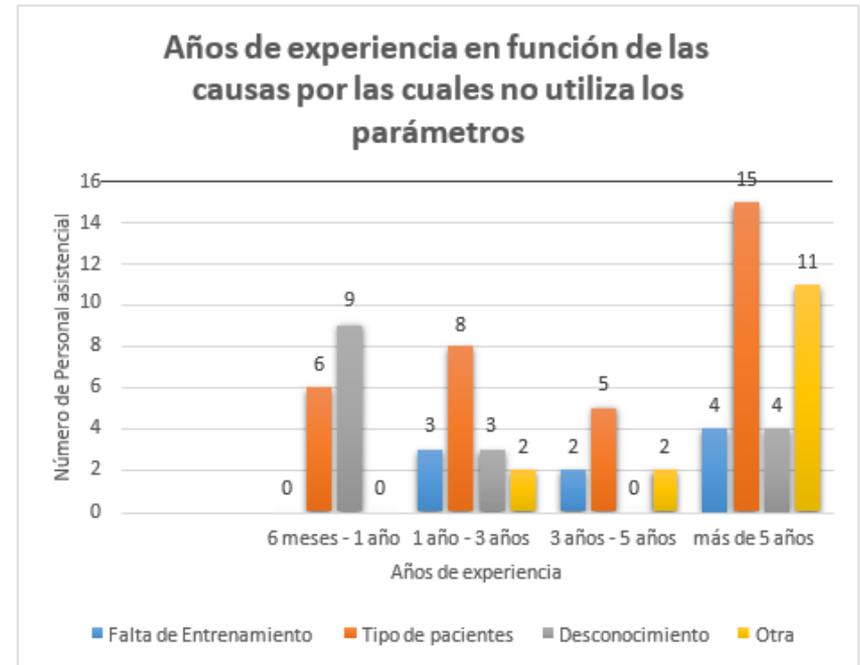


Figura 17. Años de experiencia en función de las causas por las cuales no utilizan los parámetros, monitor de signos vitales referencia 2.

# RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS



## Recomendaciones



Equipos biomédicos



Agilizar la elaboración de las encuestas



Pertinencia

## Trabajos futuros

- 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 que utiliza los equipos biomédicos en cada servicio.
- Analizar estrictamente las tecnologías que se van a adquirir en la FSFB 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.

# 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.



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.





## CONCLUSIONES



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 lo hallazgos evidenciados y las oportunidades de mejoramiento que se identificaron en este primer ejercicio.



**GRACIAS**



# 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-ardilalulle!/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/historiafsfb!/ut/p/z1/lZFBj4lwEIV\\_iveO0iklit7AzblaG9BIXF5M3RRoopSU7pLsr9-62YMagzq3Sb73ZuYNYihHrObfsuRGqopofbb9jo32afPiY-ECDdzyGkPjLKB1jQjNA2z8AriqEaO1FBCBOPMRe1186PafvAV](https://www.fsfb.org.co/wps/portal/fsfb/inicio/acercadefsfb/sobre-la-fsfb/sectionItem/historiafsfb!/ut/p/z1/lZFBj4lwEIV_iveO0iklit7AzblaG9BIXF5M3RRoopSU7pLsr9-62YMagzq3Sb73ZuYNYihHrObfsuRGqopofbb9jo32afPiY-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/lZFNj4lwEIZ\\_iveO0iklC3oDzalbG9BIXF4MbipghJJSjfhXWzd7ULOBDw6Ted75eAcxlCBWpZciS1UhqvSk8y372ExhzMbEBup-Ygc8Yi\\_8yMGExoA2PwA8hQf-yvIJQBaiL2vf-z0P30HwLrbf\\_UN0A5YkkSohlidqnxYVAeBEn7kzb3kVXvi6pLkBy65NM9Se5YrVTdjAwxo29bMhMhO3PwWpQF\\_SXLRKJQ8k\\_os1rnYEI6BIPSn4K1XUYRjEtAR\\_gW6XtNnTi3GcXJd8I2rRvNiPrgB\\_u68FA!//dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/\(accessed Nov. 26, 2021\).](https://www.fsfb.org.co/wps/portal/fsfb/inicio/acercadefsfb/sobre-la-fsfb/sectionItem/ejes!/ut/p/z1/lZFNj4lwEIZ_iveO0iklC3oDzalbG9BIXF4MbipghJJSjfhXWzd7ULOBDw6Ted75eAcxlCBWpZciS1UhqvSk8y372ExhzMbEBup-Ygc8Yi_8yMGExoA2PwA8hQf-yvIJQBaiL2vf-z0P30HwLrbf_UN0A5YkkSohlidqnxYVAeBEn7kzb3kVXvi6pLkBy65NM9Se5YrVTdjAwxo29bMhMhO3PwWpQF_SXLRKJQ8k_os1rnYEI6BIPSn4K1XUYRjEtAR_gW6XtNnTi3GcXJd8I2rRvNiPrgB_u68FA!//dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/(accessed Nov. 26, 2021).)
- [4] “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).
- [5] J. Nielsen, “Nielsen Ch 6 Think-aloud.pdf,” p. 362, 1993.
- [6] 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.
- [7] J. Nielsen, “Iterative user-interface design,” *Computer* (Long Beach, Calif.), vol. 26, no. 11, pp. 32–41, Nov. 1993, doi: 10.1109 / 2.241424.
- [8] S. J. Shackel, B., & Richardson, “Human Factors for Informatics Usability - Google Libros,” 1991. [https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=KSHrPglMlJIC&oi=fnd&pg=PR7&dq=Shackel,+B.,+%26+Richardson,+S.+J.+\(1991\).+Human+factors+for+informatic+s+usability:+Cambridge+University+Press.&ots=IXQnOSWUya&sig=3YoW9UOeuB\\_1J-VtvYU9QZVIRvg#v=onepage&q=Shackel](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=KSHrPglMlJIC&oi=fnd&pg=PR7&dq=Shackel,+B.,+%26+Richardson,+S.+J.+(1991).+Human+factors+for+informatic+s+usability:+Cambridge+University+Press.&ots=IXQnOSWUya&sig=3YoW9UOeuB_1J-VtvYU9QZVIRvg#v=onepage&q=Shackel) (accessed Sep. 13, 2021).
- [9] 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).
- [10] Steve Krug, “No me hagas pensar | Steve Krug,” 2014. <https://sensible.com/dont-make-me-think/> (accessed Sep. 13, 2021).
- [11] 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/>.

# Referencias

- [12] 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.
- [13] "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).
- [14] Organización Mundial de la Salud. Disponible en línea: <https://coenfeba.com/la-oms-se-reunira-con-los-miembros-de-la-region-europea-para-debatir-ochos-estrategias-de-salud/>
- [15] 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.
- [16] 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. [], 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).
- [17] 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).
- [18] 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.
- [19] 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).
- [20] 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).