

**Determinación de las limitaciones para la implementación de modelos de
Inteligencia Artificial en Cuidado Intensivo en un Hospital Universitario de Bogotá,
Colombia**

Ever Leonardo Rojas Díaz

Trabajo final de maestría presentado como requisito para optar al título de:
Magister en Ingeniería biomédica

Tutores

PhD Álvaro David Orjuela

PhD Óscar Julián Perdomo



**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA BIOMÉDICA
BOGOTÁ D.C
2022**

Dedicatoria

A la compañera de mi vida, Emma Gómez, por ser la cómplice de mis locuras e inspiración de mis ideas.

AGRADECIMIENTOS

Mi profundo agradecimiento a todo el grupo de docentes de la Maestría en Ingeniería Biomédica de la Universidad del Rosario quienes creyeron en mí, en especial a los Doctores Álvaro Orjuela y Oscar Perdomo quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pudiera crecer día a día como profesional. Al igual un agradecimiento a todo el equipo de Ingeniería Clínica y al Departamento de Medicina Crítica y Cuidado Intensivo de la FSFB.

RESUMEN

La Inteligencia Artificial tiene un crecimiento exponencial en Salud. Dentro de las múltiples especialidades médicas, la Medicina Crítica ha sido destacada por un rápido crecimiento y comportamiento dinámico. En un futuro los centros médicos serán más especializados y tecnológicos. Por lo cual es importante la implementación de los modelos de Inteligencia Artificial, sin embargo, para ello es clave determinar las posibles limitaciones con el objetivo de proponer estrategias de implementación que permita no solo la optimización de los procesos, sino también de los recursos.

Para el desarrollo de este documento se realizó un estudio analítico transversal, cuantitativo, mediante la aplicación de una encuesta en línea a los profesionales relacionados con el cuidado intensivo en uno de los hospitales universitarios de Bogotá, Colombia. En esta encuesta participaron 119 profesionales de la salud que desempeñan labores en el área de cuidado intensivo. Del total de participantes, 31% eran enfermeras, 18.4% médicos especialistas y 15.9% médicos graduados en formación especializada. 8.4% de los participantes eran ingenieros biomédicos. El 72.3% de encuestados respondieron que se sentían familiarizados con el concepto de inteligencia artificial, el 52.9% se considera con afinidad hacia la ingeniería y el 58.8% manifestó estar al tanto de la aplicación de inteligencia artificial en UCI. El 70% de encuestados estuvo de acuerdo con que el futuro de la atención en salud se va a caracterizar por una combinación de humanos e IA y del total el 80% de los participantes estuvieron de acuerdo con el posible beneficio de la implementación de inteligencia artificial en todas las áreas de la práctica clínica.

Está claro que profesionales de la salud dentro de la UCI son los más receptivos del conocimiento en el área tecnológica. Por lo cual es necesario trabajar en educar al equipo sobre los conceptos principales de inteligencia artificial y posibles usos en ingeniería biomédica en el ámbito de UCI, haciendo énfasis en que es una herramienta y no reemplaza al trabajador. Adicionalmente, para las instituciones de salud será clave contar con equipos de profesionales y técnicos con entrenamiento en ingeniería biomédica o asesorarse de un equipo externo especializado.

Palabras clave: Ingeniería Biomédica, Medicina, Cuidado Intensivo, Inteligencia Artificial, Implementación de nuevas tecnologías.

ABSTRACT

Artificial Intelligence has an exponential growth in Health. Within the multiple medical specialties, Critical Care Medicine has been highlighted for its rapid growth and dynamic behavior. In the future, medical centers will not only be more specialized, but also more technological. Therefore, the implementation of Artificial Intelligence models is important, however, for this it is key to determine the possible limitations to propose implementation strategies that allow not only the optimization of processes, but also of resources.

For the development of this document, a cross-sectional, quantitative analytical study was carried out by applying an online survey to professionals related to intensive care in one of the university hospitals in Bogotá, Colombia. 119 health professionals who work in the intensive care area participated in this survey. Of the total number of participants, 31% were nurses, 18.4% medical specialists, and 15.9% medical graduates in specialized training. 8.4% of the participants were biomedical engineers. 72.3% of those surveyed responded that they felt grateful to the concept of artificial intelligence, 52.9% considered themselves with an affinity towards engineering and 58.8% stated that they were aware of the application of artificial intelligence in the ICU. 70% of the respondents agreed that the future of health care will be characterized by a combination of humans and AI and of the total 80% of the participants agreed with the possible benefit of the implementation of intelligence artificial in all areas of clinical practice.

It is clear that health professionals within the ICU are the most sought after for knowledge in the technological area. Therefore, it is necessary to work on educating in concepts of artificial intelligence and possible uses in biomedical engineering in the ICU setting, emphasizing that it is a tool and does not replace the worker. Additionally, for health institutions it will be key to have teams of professionals and technicians with training in biomedical engineering or to seek advice from a specialized external team.

Keywords: Biomedical Engineering, Intensive Care Medicine, Artificial Intelligence, Implementation of new technologies.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
3. JUSTIFICACIÓN.....	15
4. OBJETIVOS	18
4.1 Objetivo General	18
4.2 Objetivos Específicos	18
5. MARCO TEÓRICO	19
5.1 Inteligencia Artificial.....	19
5.2 Medicina Crítica y Cuidado Intensivo.....	20
5.3 Cuidado Intensivo e Inteligencia Artificial.....	21
6. METODOLOGÍA	22
6.1 Características	22
6.2 Etapas del Proyecto	23
6.3 Control de sesgos	24
6.4 Consideraciones éticas	24
7. RESULTADOS	26
7.1 Características sociodemográficas de participantes	26
7.2 Generalidades de Inteligencia Artificial en Salud	30
7.3 Opinión sobre la Inteligencia Artificial en Salud	33
7.4 Campos de aplicación de la IA en salud	34
7.5 IA en errores de tratamiento y protección de datos	37
7.6 Análisis Bivariado	39
8. DISCUSIÓN.....	39
9. LIMITACIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS	43
10. CONCLUSIONES	44
11. REFERENCIAS	45
12. ANEXOS.....	53

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Grupos de participantes por intervalos de edad.....	30
Tabla 2. Grupos por años de experiencia en el area.....	30
Tabla 3. Distribución de participantes por grados de afinidad.....	32
Tabla 4. Conocimiento de aplicación de IA en UCI.....	33
Tabla 5. Clasificación de la afinidad del uso de IA en medicina.....	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de los participantes de la encuesta por sexo.....	28
Figura 2. Distribución de los participantes de la encuesta por Genero.....	28
Figura 3. Distribución de los participantes de la encuesta por Ocupación.....	29
Figura 4. Grupos de participantes por intervalos de edad.....	30
Figura 5. Grupos por años de experiencia en el área	31
Figura 6. Encuestados familiarizados con el concepto de Inteligencia Artificial.....	31
Figura 7. Encuestados afines a la ingeniería y la tecnología.....	32
Figura 8. Encuestados que conocen de aplicación de IA en UCI.....	32
Figura 9. Conocimiento de aplicación de IA en UCI.....	33
Figura 10. Calificación de la afinidad del uso de IA en medicina.....	35
Figura 11. Grado de acuerdo o desacuerdo con el manejo de la información de la investigación de IA en UCI.....	37
Figura 12. Grado de acuerdo o desacuerdo con el uso de IA en errores de tratamiento...38	
Figura 13. Grado de acuerdo o desacuerdo con el uso de IA para la protección de datos y su uso en IA.....	39

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. Grado de acuerdo o desacuerdo con las aplicaciones de IA.....	54
ANEXO 2. Grado de acuerdo o desacuerdo con los campos de aplicación de la IA en UCI.....	55
ANEXO 3. Cuestionario. Determinación de las limitaciones para la implementación de modelos de IA en UCI.....	56
ANEXO 4. Aprobación Comité de Ética Universidad del Rosario.....	63
ANEXO 5. Aprobación Comité de Ética FSFB.....	64
ANEXO 6. Prueba de Hipótesis para proporciones.....	68

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día las computadoras tienen la capacidad de llevar a cabo diferentes actividades como por ejemplo la detección, clasificación y segmentación de patologías o hallazgos clínicos, debido al desarrollo de la Inteligencia Artificial (IA) (1). Sin embargo, la IA no tiene como objetivo reemplazar al ser humano, sino ofrecer herramientas que ayuden en la toma de decisiones clínicas. En este sentido, apoya en actividades en las cuales nos desenvolvemos a diario. El interés en IA ha tomado gran importancia en varios aspectos clínicos, especialmente desde el 2016 dicotomizando su aplicación en dos subtipos la virtual y la física. La IA virtual es aquella que engloba aplicaciones desde la historia clínica digitalizada, redes neuronales para realizar tareas de pronóstico y diagnóstico entre otras. Por otro lado, la IA física hace referencia a su aplicación en robótica y prótesis principalmente (2).

La IA ha dotado de diferentes herramientas al ámbito clínico en especial para el diagnóstico de enfermedades, el desarrollo de medicamentos, sistemas automáticos de monitoreo, predicción de eventos, manejo quirúrgico y análisis de bases de datos entre otras más aplicaciones (3–5). El crecimiento en esta área es exponencial, por ejemplo, la encuesta de Intel realizada en 2018 a profesionales de la salud en Estados Unidos revela que más de la mitad de los encuestados esperan que para el 2023 exista una adopción total de la IA en el entorno sanitario y aún más sorprendente es que algo más del 30% ya emplean algunas soluciones de IA en sus hospitales (6). Sin embargo, para que estas soluciones tengan un impacto es necesario comprender las necesidades y expectativas de los usuarios al igual que se hace primordial la alfabetización digital del equipo y las instituciones.

El aumento en la cantidad de datos junto con la complejidad de estos y de las enfermedades atendidas en la unidad de cuidado intensivo (UCI) se convertirán en un reto para las instituciones en salud, fundamentando la necesidad de personal idóneo para liderar estos procesos (7). Esto reitera la profunda necesidad de potenciar el aprendizaje, en nuevas generaciones de médicos e ingenieros, sobre el aprovechamiento de la tecnología, empleando ambientes digitales y promoviendo su aprendizaje autónomo (8).

En el camino hacia la implementación de la IA en las unidades de Cuidado Intensivo debemos tener en cuenta que requiere ser realizado de forma escalonada y enfocado en superar grandes retos asistenciales, tecnológicos, éticos y de seguridad dentro de cada institución (9). Lo anterior pone de manifiesto la necesidad de comprender la percepción de los grupos multidisciplinarios que trabajan en esta área tal como pudimos evidenciarlo, con las múltiples necesidades tecnológicas en el cuidado intensivo, con la atención de la pandemia por COVID-19 (10).

Por tanto, este trabajo de maestría busca determinar las limitaciones actuales para la implementación de modelos de inteligencia artificial en UCI a través de la percepción de los profesionales relacionados con el cuidado intensivo de una institución en salud de cuarto nivel de complejidad en la ciudad de Bogotá. La percepción de los profesionales nos permitirá hacer un acercamiento a las unidades de cuidado intensivo que nos sirva como base para el planeamiento de las estrategias de implementación de inteligencia artificial en UCI y con esto identificar oportunidades y proponer desarrollo de modelos de IA en UCI orientados a resolver problemas reales, siendo este el primer estudio de su clase en nuestro país.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La IA en el campo de la salud tuvo un crecimiento del 45% entre los años 2014 al 2019, dando a conocer datos relevantes para los investigadores, profesionales y autoridades políticas en términos de estrategias que busquen reducir las brechas del conocimiento en tecnologías de IA como el aprendizaje automático, las redes neuronales de aprendizaje profundo y los registros electrónicos en salud orientados especialmente a la clasificación de datos, diagnóstico, predicción del riesgo entre otros resultados prometedores orientados a la reducción de tasa de hospitalización, reingresos, costos y mortalidad (11).

Pero a pesar de este crecimiento, es llamativo como también se comporta la percepción de los profesionales. Por ejemplo, tres de cuatro encuestados sienten temor de llegar a ser reemplazados debido a la llegada de la IA. En este sentido, se resalta la falta de conocimiento sobre la IA a pesar de tener disponibilidad de información sobre IA (12). Otro ejemplo nos muestra como en Corea solo el 5.9% de los médicos y estudiantes de medicina conocen de IA (13). También, no existen asignaturas que permitan el acercamiento de la IA en estudio de pregrado o posgrado médico (14) (15).

Para el caso de Özcan E, Birdja D y Edworthy JR el tema radica en tener claras las perspectivas de los estudiantes en formación y del grupo multidisciplinario. Es claro que el personal, en especial de áreas como el cuidado intensivo, están abiertos a aprender sobre tecnología y a trabajar en equipo para fortalecer el crecimiento en dicha área. Pero, es importante comprender la dicotomía sobre las opiniones a favor o en contra de los profesionales de la salud. Esto nos deja inquietudes sobre cómo sería la mejor forma de integrar este enfoque multidisciplinario y probar de algún modo los efectos de este intercambio de ideas entre profesionales, encaminados a la identificación de oportunidades en implementación tecnológica (16).

Otros estudios adicionales revelan en los entrevistados que las aplicaciones de IA son de gran importancia en el procesamiento de datos recopilados del monitoreo hemodinámico, como por ejemplo el electrocardiograma y electroencefalograma. Paralelo a esto, hay aplicaciones relevantes que se centran en procedimientos de diagnóstico por imágenes y soporte de flujo de trabajo con un especial énfasis en las áreas críticas de los hospitales

como las UCI (17). Por ello es clave establecer las percepciones de los profesionales en este tipo de áreas, comprender sus flujos de trabajo, al igual que determinar cuánto influye la estandarización de datos y la interoperabilidad de múltiples plataformas en los procesos asistenciales enmarcados en la seguridad del paciente y la calidad de la atención (18).

Varias publicaciones coinciden en que no solo para el área de cuidado intensivo es de gran interés la IA, existen múltiples áreas, desde lo administrativo hasta lo logístico, que pueden verse beneficiadas de la aplicación de esta tecnología (19). Es por esto que se busca adicionalmente con este trabajo fortalecer la comprensión integral de la inteligencia artificial aplicada y como generar avances de los algoritmos en diferentes áreas del conocimiento (20). ¿Por qué enfocarnos en esta área?

El cuidado intensivo tiene un crecimiento tecnológico y profesional muy importante en la actualidad. Proyecciones nos hablan de que los hospitales serán más pequeños y especializados, con más visibilidad de herramientas informáticas y robóticas en áreas críticas (21). Además, la pandemia por COVID-19 expuso la necesidad de un crecimiento rápido en esta área, en especial con el uso de IA (22). Es por ello por lo que esta investigación se orientó en la implementación de la IA en UCI dado el gran impacto clínico que podría llegar a generar en términos de resultados clínicos y en el desarrollo del concepto de medicina de precisión (23).

En cuidado intensivo la mayoría de los modelos de IA se centran en la predicción de la mortalidad y estratificación del riesgo, sin embargo, surgen varias preocupaciones en la implementación como son: la necesidad de políticas de desarrollo e innovación, especificaciones tecnológicas de las instituciones, el entrenamiento del personal, la relación con los modelos de IA a implementar, la necesidad de investigación prospectiva y la adecuada caracterización de variables en entornos clínicos (23). Las preocupaciones previamente mencionadas, junto con la introducción en algunos hospitales de nuevos sistemas de historia clínica electrónica y sistemas de interoperabilidad con fuentes de datos de registro continuo, proponen un reto mayor para el manejo de datos. Y lo más preocupante es que eso también pone en evidencia el desconocimiento por parte del personal con respecto a esta tecnología y su mejor aprovechamiento (9).

Desde aspectos en la formación de los profesionales se han publicado datos específicos en torno al aprendizaje de IA en el pregrado. Tanto así que un 68% de estudiantes de medicina desconoce la implementación de este tipo de tecnologías en su lugar de desempeño (14). Hay diseñadas varias encuestas en este ámbito, pero sus aplicaciones han sido muy globales para enfocarlas al cuidado intensivo, lo cual deja ver brechas específicas en esta área del conocimiento.

Algunas de las herramientas ya publicadas exponen resultados muy interesantes, en especial como que solo el 14% de los usuarios recomendarían sistemas de decisión clínica basados en IA, exponiendo como el personal percibe negativamente dicha implementación, reduciendo el entusiasmo en el uso de esta tecnología. En otros campos se comparte como la implementación se ha realizado de manera inapropiada, con un mal plan de adopción o inclusive en algunos casos considerados por el grupo de trabajo como no útiles (24).

El uso efectivo de la inteligencia artificial implica vencer múltiples obstáculos como recursos económicos y de talento humano para operar, mantener el funcionamiento y aprovechar la tecnología (25). Es clara la necesidad del trabajo multidisciplinario en esta área dado que los datos obtenidos de su aplicación requieren una adecuada gestión y análisis para impactar la calidad de la atención (26).

Estudios sugieren que los médicos y estudiantes de medicina tienen actitudes favorables hacia la IA en su aplicación global (13). Sin embargo, el vacío en el conocimiento en el área de cuidado intensivo y su integración con herramientas tecnológicas hace un llamado a que debemos involucrar a todo el equipo de trabajo y en especial a aquellos que se desempeñan a diario en la UCI dado que es una de las áreas más especializadas en el ámbito clínico y que cuenta con más tecnología dentro de los hospitales. Es por ello por lo que nos preguntamos en este trabajo de investigación: ¿Cuáles son las limitaciones para la implementación de modelos de inteligencia artificial (IA) en cuidado intensivo (UCI) en un hospital universitario?

3. JUSTIFICACIÓN

Una encuesta llevada a cabo en el año 2000 en las Unidades de Cuidado Intensivo (UCI) de Colombia muestra las categorías de las unidades, dentro de las que se encuentran: públicas, privadas, universitarias o no, menos de cinco camas, cinco a siete camas, más de ocho camas y unidades que ofrecen atención a más de un hospital en la región. El 40% de las UCI tienen relación universitaria y/o académica para desarrollar investigación. Siendo relevante eso para considerar el estudio de implementación de nuevas tecnologías en centros académicos. Adicionalmente, la caracterización tecnológica de estas unidades muestra que, la mayoría de las unidades cumplen con los estándares mínimos. Mientras que en otras unidades no existen suficientes equipos para suplir el número de camas de UCI. De la misma manera, no es claro el registro y/o almacenamiento de los datos (27). Convirtiendo la presente investigación en una oportunidad de acercamiento a la percepción del tratamiento de los datos en una unidad de alto nivel de complejidad y con gran disponibilidad de equipos para el desarrollo y la innovación.

Es necesario resaltar el apoyo de equipos multidisciplinarios con el objetivo de abordar las necesidades del conocimiento e implementación de tecnologías en salud. La tecnología avanza rápidamente y se requiere estudiar la percepción del equipo de salud para lograr alinear los procesos de atención en salud con la maduración tecnológica (16).

A nivel internacional, en Alemania los médicos están dispuestos a entregar datos que se obtienen en la atención médica diaria para el desarrollo de modelos de IA (28). Por ello es clave explorar el conocimiento de los equipos en salud para facilitar la cooperación en el manejo de datos, la gestión de los recursos humanos y el aprovechamiento de la tecnología en salud, favoreciendo la educación del personal y fundamentando una cultura organizacional para la alineación de los procesos tecnológicos de las organizaciones (29).

En los años 90, debido al crecimiento de las áreas destinadas a vigilar pacientes con enfermedades severas, demostró que, las computadoras serían de ayuda en la atención diaria de pacientes, pero aun así venía en paralelo el planteamiento de buscar soluciones para que los profesionales pudieran alimentar de datos a las computadoras y a sus programas con el fin de integrar dichas herramientas en el campo de la atención diaria (30) (31). Es interesante ver como desde esta época nace la preocupación sobre el uso eficaz

de las computadoras, en especial porque era necesario que los sistemas funcionaran de forma integrada a los sistemas de información hospitalarios, siendo coartado este crecimiento por el registro de muchos datos en papel (32). Aun así, la transformación digital no se limitó y con la sistematización se logró avanzar en el desarrollo de modelos de IA aplicados a diagnóstico y análisis de supervivencia en cuidado intensivo (33).

Diariamente, las UCIs producen cantidades importantes de datos, pero lastimosamente la integración insuficiente de todos estos datos hacen que su interpretación consuma demasiado tiempo y sea ineficiente (34). La importancia de la educación en esta área del conocimiento es incalculable, no solo sobre los principios del aprendizaje automático y las aplicaciones específicas de diagnóstico y tratamiento de la IA, sino también en sobre las implicaciones éticas y otros aspectos relevantes como lo son las características tecnológicas de las organizaciones y como se percibe esta interacción entre humanos y máquinas en entornos clínicos. Una encuesta enmarca como barreras para la implementación de la IA la falta de estructuras y procesos dentro de las instituciones, las limitaciones de recursos tecnológicos y de talento humano, al igual que el ajuste cultural dentro del equipo de trabajo (35).

Es por ello por lo que es necesario conocer la percepción del equipo de trabajo frente al tema de implementación de IA, por ejemplo, en una encuesta alemana la gran mayoría de los médicos encuestados esperan que el futuro de la medicina sea una fusión entre la inteligencia humana y artificial, pero no contemplan la importancia de una evaluación rigurosa antes de la implementación de sistemas basados en IA (17). Este potencial de la IA no solo debe convertirse en apoyo clínico confiable para los intensivistas sino también para todo el equipo y es necesario iniciar un acercamiento al grupo para familiarizarse con esta tecnología y que estén alineados para mejorar la atención a nuestros pacientes (19).

Debemos reconocer que la introducción de la IA en el entorno clínico de la UCI se ha visto limitada por la falta de experimentos y ensayos clínicos adecuados. Es así como 172 soluciones impulsadas por IA tenían un nivel de preparación clínica bajo en términos de madurez de la IA y dentro de la clasificación de estos niveles de madurez más del 90% de artículos se encuentran por debajo de la etapa 4 de maduración y sin validación externa. Peor aún, solo el 2% de los estudios tiene validaciones prospectivas (36). Por lo tanto, la

creación de modelos de IA requieren integrar pertinencia clínica junto con validación externa (37).

Por estas razones nace la necesidad de determinar las limitaciones de implementación de IA en la UCI, lo cual es viable dado el fortalecimiento del gremio en esta área del conocimiento. La siguiente pregunta sería ¿Cómo hacer esta evaluación?. La respuesta sería hacerlo mediante un diagnóstico exhaustivo en el talento humano de las instituciones en salud, que nos permita orientar medidas de capacitación profesional, incentivar el trabajo multidisciplinario y fortalecer el crecimiento tecnológico para darle contexto y pertinencia al desarrollo de nuevas tecnologías con ayuda de la IA, beneficiando al grupo asistencial y a los pacientes (38) (39).

4. OBJETIVOS

A continuación, describimos los objetivos del presente estudio.

4.1 Objetivo General

- Determinar las limitaciones actuales para la implementación de modelos de inteligencia artificial en UCI a través de la percepción de los profesionales relacionados con el cuidado intensivo de la Fundación Santa Fe de Bogotá.

4.2 Objetivos Específicos

- Aplicar un instrumento de recolección de datos asociando las características de talento humano y sus percepciones frente a la implementación de inteligencia artificial.
- Describir las características socio demográficas del talento humano en salud que participo en la encuesta.

5. MARCO TEÓRICO

Para comprender de manera general e integral el desarrollo de la investigación es necesario hacer una breve descripción de las áreas involucradas y su integración.

5.1 Inteligencia Artificial

El término IA fue acuñado por primera vez en 1956 en la Conferencia de Dartmouth teniendo como precedente la prueba de Turing propuesta por Alan Turing en 1950 (40,41). Este sistema inspirado en el cerebro humano parte de que el ser humano procesa información que se recolecta a través de los sentidos. Esta información es almacenada en la memoria y, a partir de esta, es capaz de responder a las necesidades en diversos entornos. Es entonces, en una primera aproximación, la IA, un sistema que usa la codificación, el almacenamiento y la recuperación de los datos. Pero el aprendizaje humano es progresivo y lleva años. En cambio, el proceso de aprendizaje en una máquina es rápido, demostrando una diferencia significativa entre los dos procesos antes mencionados. Debido a la rapidez del proceso y a la cantidad de datos (big data) se hace necesario llevar a cabo el procesamiento de los datos de la manera más eficiente y el uso de un modelo de aprendizaje (tal cual como el propuesto de los modelos de la IA) plantean una solución innovadora (42).

Entonces, la IA es una rama de las ciencias de la computación que se encarga de diseñar modelos informáticos para resolver problemas. Dichos modelos, emulan la inteligencia humana, resaltando la necesidad del aprendizaje, razonamiento y autocorrección (43). Dentro de la IA podemos encontrar la Inteligencia Computacional, el Aprendizaje automático o *Machine Learning* y el Aprendizaje Profundo o *Deep Learning*. Gran parte de lo que conocemos en la actualidad hace parte de un subconjunto del Aprendizaje automático en donde podemos tener dos tipos de estructuras de aprendizaje, que son: supervisado o no supervisado. Dentro de estas estructuras de aprendizaje podremos encontrar diferentes modelos y es primordial para el científico de datos poder explorar diferentes modelos para resolver el problema en cuestión (44).

Dentro del *Machine Learning* el aprendizaje supervisado requiere de la participación de un humano quien determina las relaciones correctas o incorrectas que aprende la máquina. En

esta estructura de aprendizaje es importante definir las etiquetas o categorizar las entradas. De esta manera, el algoritmo será capaz de toma de decisiones generando salidas. El aprendizaje no supervisado, por otra parte, consiste en que a través de los datos se pueda producir el aprendizaje en la máquina sin la intervención del humano (44). Por último, lo que se refiere al aprendizaje profundo o *Deep Learning* (método reciente), se utiliza el aprendizaje automático, pero a diferencia del anterior, este tiene la capacidad de proponer salidas adicionales a partir de lo que ha aprendido(43,45).

La IA ha tenido un crecimiento exponencial. Gran parte de las inversiones en investigación de IA desde 6 años se han realizado en aplicaciones de IA en salud, siendo comparativamente mayor con respecto a otros sectores (46). En los últimos cinco años diversas aplicaciones en el campo de la salud, como es el caso del acceso de pacientes, procesamiento de información médica, optimización de proceso de diagnóstico y seguimiento de pacientes, ha llegado a consolidar sistemas de integración de funcionamiento autónomo(47). La IA se ha convertido en foco de investigación en salud en áreas como el diagnóstico clínico, las imágenes diagnósticas y la toma de decisiones (48), llegando hasta la Medicina Crítica y el Cuidado Intensivo, donde son cruciales dichas intervenciones, área de interés para el presente trabajo de grado.

5.2 Medicina Crítica y Cuidado Intensivo

La medicina Crítica es una especialidad joven y de rápido crecimiento (49). Se encarga del manejo de los pacientes en estado crítico o con alto riesgo de mortalidad debido a múltiples alteraciones fisiopatológicas y que son susceptibles de intervención y/o recuperación(32). Dentro de esta área hospitalaria se resalta la monitoria continua, mediciones de laboratorio, procedimientos invasivos y empleo de tecnología operada por un equipo multidisciplinario especializado dentro del hospital (50). La demanda de camas de cuidados intensivos aumenta constantemente, dando al cuidado intensivo una posición clave para el manejo de enfermedades médicas y quirúrgicas complejas, junto con el posicionamiento de su equipo con el objetivo de optimizar el uso de los recursos y mejorar los resultados. El cuidado intensivo requiere una naturaleza holística en donde el uso de herramientas y tecnologías será pieza fundamental para mejorar los procesos de prestación de atención (51).

5.3 Cuidado Intensivo e Inteligencia Artificial

El uso de las ciencias de la computación en el manejo del paciente en estado crítico ya viene siendo descrito desde 1977 con un crecimiento vertiginoso, en especial en el apoyo de toma de decisiones clínicas (52). Dichos avances tanto en la programación informática tradicional como en la atención clínica especializada busca resolver problemas claves de las unidades de cuidado intensivo inicialmente orientados a la predicción de eventos (31). Pero esta área de predicción no es la única, existen otras áreas como: el diagnóstico de enfermedades, predicción de evolución de las enfermedades, fenotipado de enfermedades, decisiones clínicas informadas, gestión de estancia hospitalaria y gestión de costos de la atención, entre otros; haciendo un llamado a la IA a tomar un papel preponderante en el apoyo a la atención de alta complejidad (53)(54).

En la actualidad tenemos múltiples ejemplos, quisiera enumerar algunos: 1) El uso de IA para extraer características visuales de tomografías computarizadas de tórax para la detección de COVID-19 (55). 2) Modelos predictivos de taquicardia que mediante regresión logística y uso de bosques aleatorios permiten crear una puntuación de riesgo para eventos de inestabilidad hemodinámica (56). 3) Predicción de mortalidad en UCI empleando los datos adquiridos durante las primeras 6 horas de ingreso mediante aprendizaje de conjuntos Random Forest, árboles de decisión predictivos y modelos probabilísticos de Naive Bayes (57). 4) Identificación de fenotipos en sepsis a partir de datos clínicos empleando aprendizaje automático y la evaluación de la relación causal con los resultados de ensayos clínicos aleatorizados (58). Podríamos continuar enumerando múltiples estudios, pero estos ejemplos ponen en evidencia el gran espectro de estudio en este campo y la importancia del desarrollo en investigación dentro el Cuidado Intensivo.

En el presente trabajo de grado se considera a la IA como una herramienta para reducir imprecisiones en los sistemas de salud especializados(59). Por ello, reiteramos la importancia que tiene determinar las limitaciones actuales para la implementación de modelos de inteligencia artificial en UCI a través de la percepción de los profesionales relacionados con el cuidado intensivo.

6. METODOLOGÍA

El desarrollo metodológico de investigaciones en tecnología y salud proponen enfoques mixtos; sin embargo, dada las características del presente estudio, se considera plantear un análisis cuantitativo (60). A continuación, se presentan las características del proyecto y las fases en las cuales se llevó a cabo su desarrollo.

6.1 Características

-Enfoque: Metodología cuantitativa.

-Tipo de estudio: Estudio observacional, encuesta transversal.

-Población: Profesionales relacionados con el cuidado intensivo del Hospital Universitario Fundación Santa Fe de Bogotá, Colombia. (Médicos especialistas, ingenieros biomédicos, enfermeras profesionales y técnicos, terapeutas respiratorios, terapeutas ocupacionales, fonoaudiólogos).

-Muestra: No se llevó a cabo un cálculo de la muestra dado que fueron incluidos todos profesionales y técnicos que laboran en Cuidado Intensivo Adultos del Hospital Universitario Fundación Santa Fe de Bogotá (FSFB) y su participación fue voluntaria.

✓ **Criterios de inclusión**

- Mayores de 18 años
- Profesionales, técnicos y tecnólogos que desempeñen labores en el área de cuidado intensivo del Hospital Universitario Fundación Santa Fe de Bogotá.
- Personas que den su consentimiento informado para la participación en el estudio

✓ **Criterios de exclusión***

- Profesionales, técnicos y tecnólogos que al momento de la encuesta ya no desempeñaban labores en el área de cuidado intensivo del Hospital Universitario Fundación Santa Fe de Bogotá.
- Personas que respondieron de forma incompleta el cuestionario.

6.2 Etapas del Proyecto

Etapa 1:

Una vez establecidas las variables a estudiar en la población de interés se procedió a delimitarlas teniendo en cuenta la opinión de expertos. Con dichas variables se desarrolló una herramienta para la recolección de los datos usando una encuesta en línea.

Posterior al desarrollo de la herramienta y delimitadas las variables se llevó a cabo la presentación del protocolo ante el grupo de epidemiología y estudios clínicos de la FSFB, se realizaron las correcciones respectivas como la descripción detallada de la protección de los datos y la posibilidad de aceptar o rechazar el tratamiento de los datos obtenidos y la herramienta de recolección y análisis de datos.

Una vez realizadas las correcciones se sometió el documento al Comité de Ética de la Universidad del Rosario y de la FSFB (**Ver Anexo 4 y 5**). Una vez obtenido el aval de los comités antes mencionados, se procedió a recolectar la información.

Etapa 2:

La recolección de los datos se llevó a cabo usando *Microsoft Forms* dada la recomendación del grupo de estudios clínicos. Dicha herramienta de recolección fue enviada vía correo institucional a los trabajadores de salud que desempeñan labores en la Unidad de Cuidado Intensivo de Adulto de la Fundación Santa Fe de Bogotá (**Anexo 3**).

Teniendo en cuenta las recomendaciones del comité de ética, la herramienta tenía una sección de consentimiento informado. En este punto, si la respuesta a dicho consentimiento se encontraba vacía se definió como no aceptado y la herramienta no presentaba las preguntas del cuestionario. Para las encuestas que contaban con el consentimiento y diligenciamiento completo de las respuestas se estableció aceptación de la participación. El tiempo de acceso para llevar a cabo el diligenciamiento de las encuestas por parte de los participantes fue de un mes calendario.

Etapa 3:

Una vez obtenida la información, se procedió al análisis de los datos. Para dicha actividad, se utilizó el programa RStudio versión 2021.09.2+382. Los datos fueron cargados usando la librería *readxl*. Luego, se procedió a la caracterización de la población bajo estudio. Se llevó a cabo el análisis descriptivo usando la operación de variables. Fueron usadas las librerías: *summarytools*, *epitools* y *epiR* para el resumen de los datos, la información obtenida se presentó gráficamente mediante *ggplot2*, *xtable* y *likert*. Se llevó a cabo un análisis descriptivo de los datos. Se utilizaron gráficos y tablas para mostrar los resultados. Además, se llevó a cabo un análisis bivariado comparando las respuestas de la encuesta según ocupación con manejo de la información y bases de datos en UCI mediante una prueba de hipótesis para proporciones. Adicionalmente, para contrarrestar el problema de las comparaciones múltiples se empleó el método de Bonferroni. El valor de P se considerará estadísticamente significativo si es menor a 0.05 para pruebas de hipótesis.

6.3 Control de sesgos

Control de Sesgos		
Tipo de Sesgo	Sesgo Identificado	Control del Sesgo
Selección	Al aplicar encuestas existe la probabilidad de incurrir en sesgos de selección si se envía de manera direccionada y específica.	<i>Se envió la encuesta a toda la población de interés (trabajadores de la UCI FSFB), quienes participaron de forma autónoma y sin coacción.</i>
Información	Las preguntas inicialmente eran muy generales y complejas.	<i>Fueron rediseñadas las preguntas para que sean puntuales, claras y concisas</i>
Entrevistador	Se planteo inicialmente la recolección manual de las encuestas.	<i>Se realizó la aplicación en línea de la encuesta, el participante fue el responsable de las respuestas.</i>
Confusión	No se realizó la exploración estandarizada de los conocimientos previos sobre IA.	<i>Fueron incluidos dentro del grupo de estudio personal técnico y profesional con formación biomédica.</i>

6.4 Consideraciones éticas

La presente investigación y los profesionales que participan en el estudio se rigieron de acuerdo con las regulaciones internacionales y nacionales dadas por el Código de

Núremberg, el informe Belmont, la Declaración de Helsinki (Brasil, octubre de 2013), las pautas de CIOMS, y la Resolución 8430 de 1993.

El tema de investigación tiene una base científica que justifica el estudio. Se considera que, el trabajo de grado tiene un beneficio superior al riesgo. De conformidad con la clasificación de investigaciones en salud establecida en la Resolución 8430 de 1993, el presente estudio es un estudio sin riesgo. Utiliza la técnica de recolección de los datos por medio de un cuestionario y no interfiere con las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los participantes en el estudio.

Dentro del formato de recolección de los con *Microsoft Forms* se adjuntó el consentimiento informado de los participantes para responder el cuestionario (**Ver Anexo 3**). Se garantizó la confidencialidad y anonimización de la información recolectada. Los datos del presente estudio serán resguardados por 10 años.

7. RESULTADOS

Los resultados de esta investigación nos llevarán por describir y especificar la aplicación de la encuesta, la recolección de datos para posteriormente presentar las características socio demográficas de participantes, las generalidades de Inteligencia Artificial en Salud, la opinión sobre la Inteligencia Artificial en Salud y Campos de aplicación de la IA en salud. Por último, se presentarán los resultados relevantes del análisis bivariado para enriquecer el análisis de los datos.

Aplicación de la encuesta y recolección de datos

La población interés contemplada fue la totalidad de trabajadores de la salud de la Unidad de Cuidados Intensivos de adultos de un Hospital Universitario Fundación Santa Fe de Bogotá de cuarto nivel. La totalidad de colaboradores es de 221 quienes desempeñaron actividades en el área de Cuidado Intensivo¹ para el momento de la realización del estudio. No fue establecido el tamaño muestral específico ni se consideró una muestra por conveniencia dado que la encuesta fue enviada usando el correo institucional. La encuesta estuvo habilitada entre el 6 de abril 2022 hasta el 6 de mayo del 2022.

Se contó con un total de 122 respuestas, 3 personas no aceptaron su participación en el estudio y no tuvimos encuestas incompletas. De los participantes que no desempeñaban labores en la unidad de cuidado intensivo pero que recibieron la encuesta no se obtuvieron respuestas. Los resultados que se presentan a continuación corresponden a 119 colaboradores que aceptaron participar de forma voluntaria en el estudio. La encuesta contó con 16 preguntas, 14 eran de carácter obligatorio y 2 de carácter opcional. En este sentido, se logró reducir datos perdidos dentro de las variables.

7.1 Características sociodemográficas de participantes

Del total de participantes en la encuesta, 68 (57.1%) eran de sexo femenino, 50 (42%) eran de sexo masculino, solo un participante prefirió no responder la pregunta. **(Ver Figura 1)**

¹ Consulta realizada al área de Desarrollo Humano - Fundación Santa Fe de Bogotá

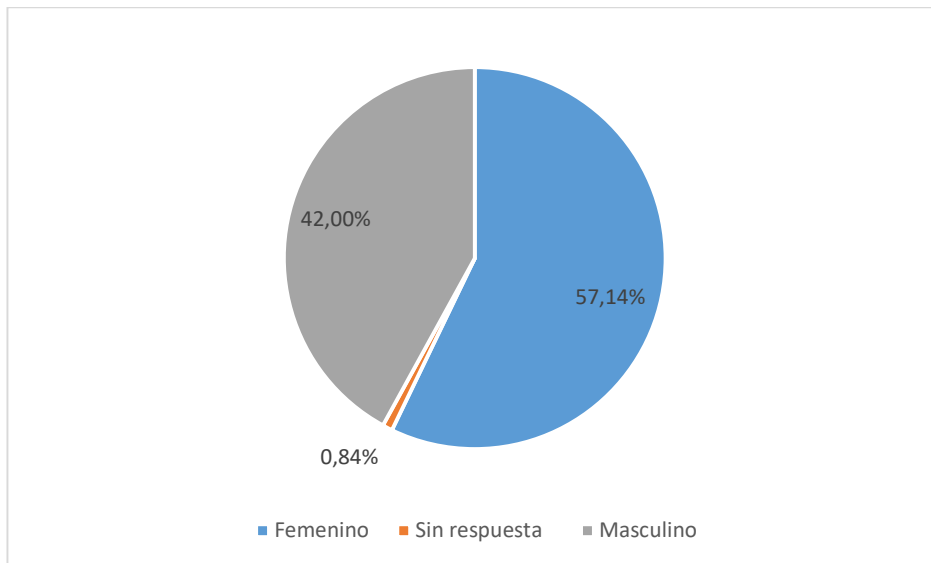


Figura 1. Distribución de los participantes de la encuesta por sexo.

De manera similar, 68 (57.1%) participantes se identificaron con el género femenino, 49 (41.2%) con el género masculino, solo un participante respondió con la opción de género diverso y solo un participante prefirió no responder a la pregunta. **(Ver Figura 2)**

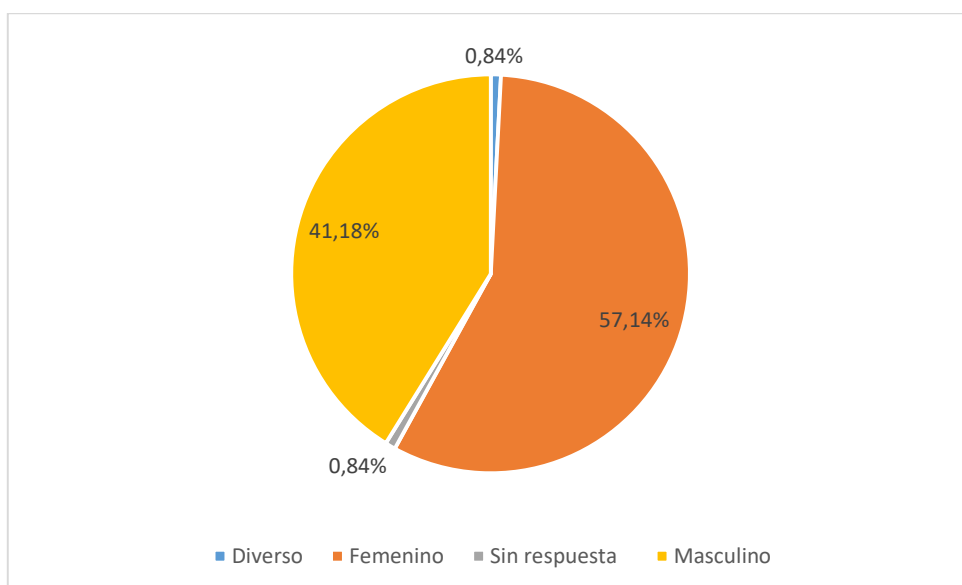


Figura 2. Distribución de los participantes por género.

La mayoría de los encuestados fueron profesionales de enfermería con 37 (31%) respuestas, seguido por 22 (18,4%) médicos especialistas, 19 (15,9%) médicos residentes, 14 (11,7%) terapeutas respiratorios, 10 (8,4%) ingenieros biomédicos, 7 (5,8%) auxiliares de enfermería, 3 (2,5%) fonoaudiólogos, 2 (1,6%) técnicos de ingeniería biomédica, 2 (1,6%) terapeutas físicos, 2 (1,6%) terapeutas ocupacionales y 1 (0,84%) químico farmacéutico. Fue incluido en la invitación a trabajo social y psicología, pero no se obtuvieron respuestas de dichas áreas (**Ver figura 3**).

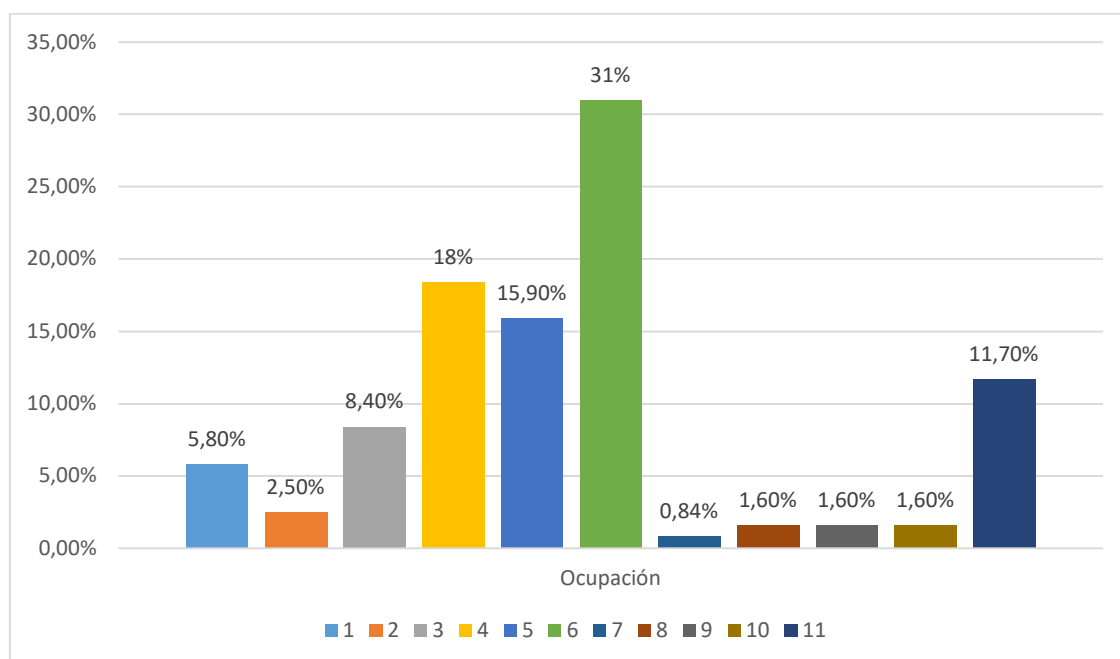


Figura 3. Distribución de los participantes de la encuesta por ocupación. (1) Auxiliar enfermería, (2) Fonoaudiología, (3) Ingeniería biomédica, (4) Médico especialista, (5) Médico residente, (6) Profesional de enfermería, (7) Químico farmacéutico, (8) Técnico de ingeniería biomédica, (9) Terapia física, (10) Terapia ocupacional, (11) Terapia respiratoria.

Las especialidades reportadas por los médicos especialistas encuestados fueron: medicina crítica y cuidado intensivo 16 médicos, cardiología 3 médicos, medicina interna 2 médicos y anestesiología 1 médico.

De los médicos residentes encuestados, 15 se encuentran en formación para Medicina crítica y cuidado intensivo, 2 en Anestesiología y 1 en Medicina interna. 1 médico residente no especificó su especialidad.

La variable edad estaba categorizada en grupos y se contó con participación de la siguiente manera (**Ver Tabla 1 y Figura 4**):

Grupo	Número de participantes	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
18-24 años	6	5.0%	5.0%
25-34 años	64	53.8%	58.8%
35-44 años	39	32.8%	91.6%
45-54 años	8	6.7%	98.3%
54-65 años	1	0.8%	99.1%
>65 años	0	0.0%	99.1%
Sin respuesta	1	0.8%	100.0%

Tabla 1. Grupos de participantes por intervalos de edad.

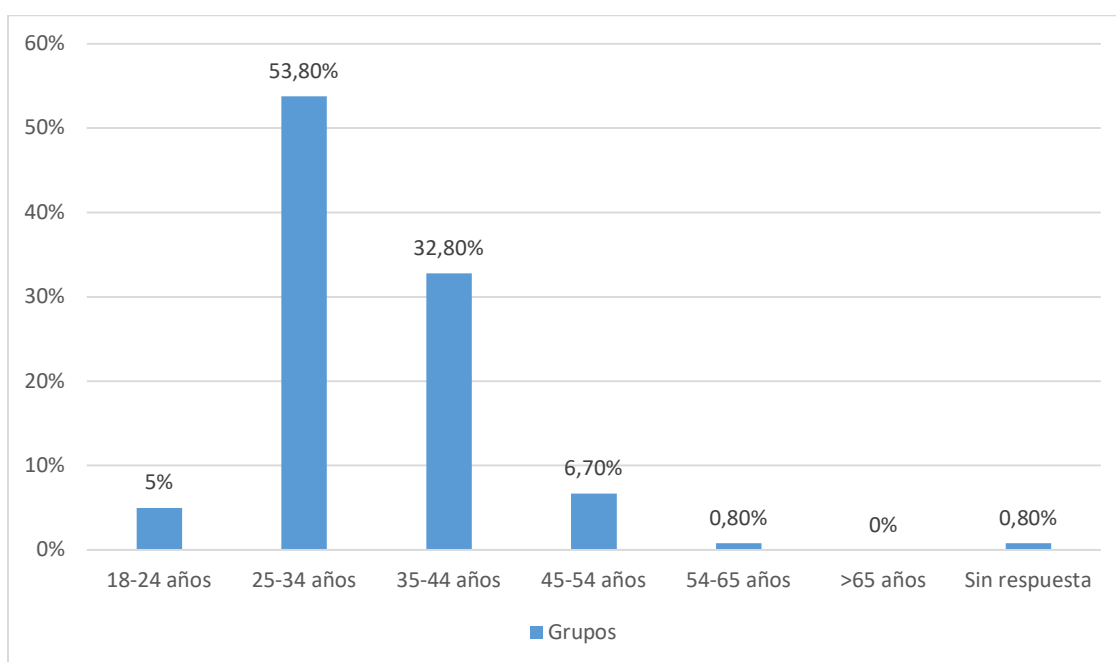


Figura 4. Grupos de participantes por intervalos de edad

Finalmente, los años de experiencia en el área de trabajo, los encuestados reportaron (**Ver Tabla 2 y Figura 5**):

Grupo	Número de participantes	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
<1 año	5	4.2%	4.2%
1-3 años	30	25.2%	29.4%
3-5 años	17	14.3%	43.7%
>5 años	67	56.3%	100.0%

Tabla 2. Grupos por años de experiencia en el área.

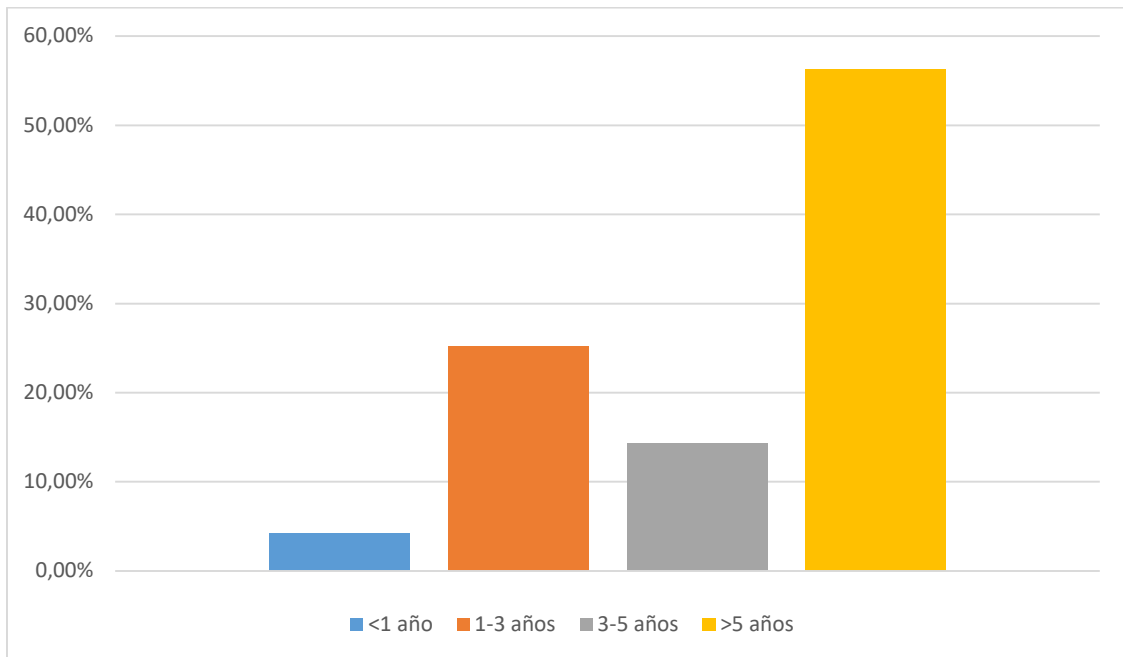


Figura 5. Grupos por años de experiencia en el área

7.2 Generalidades de Inteligencia Artificial en Salud

El 72.3% de encuestados (86 personas) respondieron que se sentían familiarizados con el concepto de inteligencia artificial. **(Ver Figura 6)**

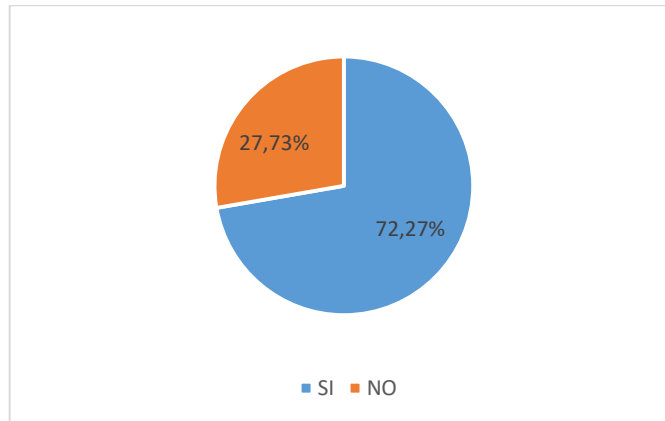


Figura 6. Encuestados familiarizados con el concepto de Inteligencia Artificial

Se preguntó el grado de afinidad con la ingeniería y la tecnología de la información, donde 1 era nada afín, y 5 muy afín. Se observa que el 52.9% se considera con afinidad o mucha afinidad hacia la ingeniería y tecnologías, 47.1% tuvo una respuesta neutra y el 8.4% considera tener poca o ninguna afinidad. Se obtuvieron las siguientes respuestas (**Ver tabla 3 y Figura 7**):

Opción respuesta	Número respuestas	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
1= nada afín	4	3.4%	3.4%
2= poco afín	6	5%	8.4%
3= neutro	46	38.7%	47.1%
4= afín	37	31.1%	78.2%
5= muy afín	26	21.8%	100%

Tabla 3. Distribución de participantes por grados de afinidad.

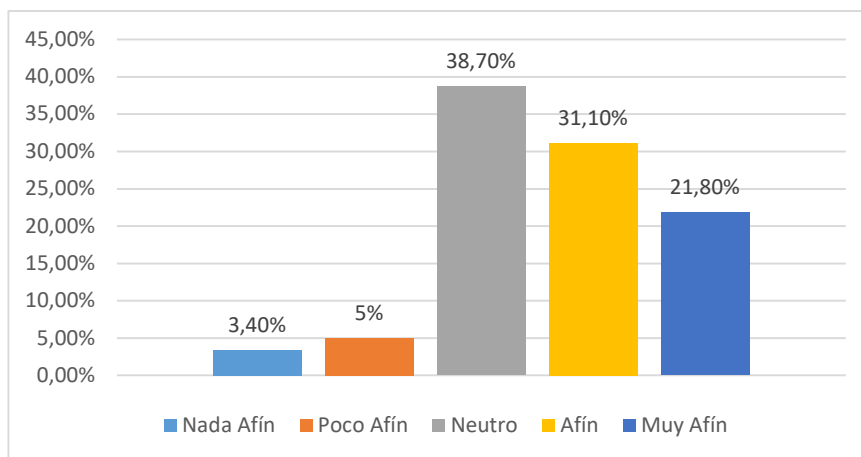


Figura 7. Encuestados afines a la ingeniería y la tecnología

Del total de encuestados 70 que equivale al 58.8% manifestó estar al tanto de la aplicación de inteligencia artificial en UCI. **(Ver Figura 8)**

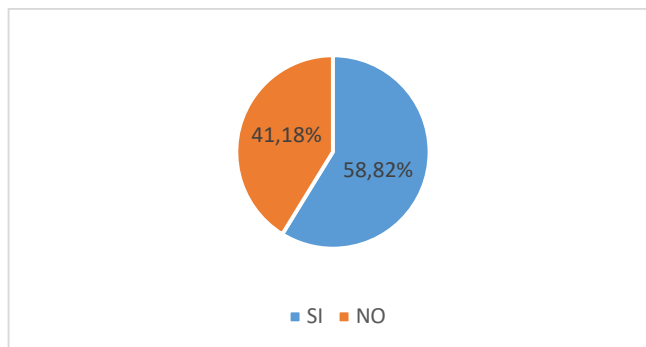


Figura 8. Encuestados que conocen de aplicación de IA en UCI

Fue indagado sobre el grado de conocimiento de aplicación de inteligencia artificial en UCI. La mayoría de los participantes (62 personas), escogieron la respuesta “He escuchado del tema, pero no tengo conocimiento al respecto, seguida por 42 participantes que expresaron tener conocimiento básico. Solo 8 participantes consideraron tener conocimiento avanzado, mientras que 7 participantes nunca han escuchado sobre esto. **(Ver Tabla 4 y Figura 9)**

Opción respuesta	Número respuestas	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
Conocimiento avanzado	8	6.7%	6.7%
Conocimiento básico	42	35.3%	42.0%
He escuchado del tema, pero no tengo conocimiento al respecto	62	52.1%	94.1%
Nunca lo había escuchado	7	5.9%	100%

Tabla 4. Conocimiento de aplicación de IA en UCI.

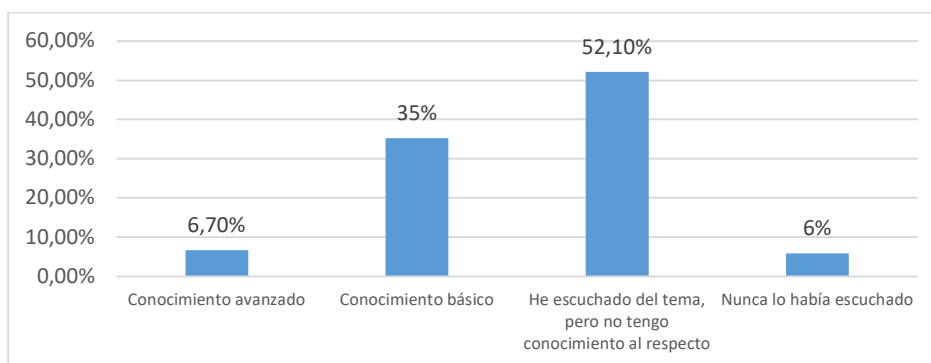


Figura 9. Conocimiento de la Aplicación de IA en UCI.

7.3 Opinión sobre la Inteligencia Artificial en Salud

En esta sección se solicitó a los encuestados responder el grado de acuerdo o desacuerdo con las afirmaciones. Se obtuvieron las siguientes respuestas: **(Ver Anexo 1)**

Más del 70% de encuestados estuvo de acuerdo o totalmente de acuerdo con las siguientes afirmaciones:

- Los beneficios de sistemas de decisión basados en IA deben ser probados antes de su aplicación en la práctica clínica con pacientes.
- Los trabajadores de la salud solo deberían tener permitido el uso de IA en el cuidado de pacientes después de un entrenamiento profesional dedicado en este campo.
- El futuro de la atención en salud se va a caracterizar por una combinación de humanos e IA.
- Me gustaría que la IA apoye a los trabajadores de salud en toma de decisiones críticas.
- La IA no será usada en salud cuando los algoritmos no sean reproducibles de manera lógica.

La opinión más dividida se presentó en las siguientes afirmaciones:

- El uso de IA afectará la relación médico-paciente. Donde 35% estuvo en desacuerdo o totalmente en desacuerdo, 37% manifestaron una opinión neutra y 28% estuvieron de acuerdo o totalmente de acuerdo.
- La responsabilidad y obligaciones de las recomendaciones basadas en IA deberían ser asumidas por los desarrolladores de la IA. Donde 29% estuvo en desacuerdo o totalmente en desacuerdo, 29% manifestaron una opinión neutra y 41% estuvieron de acuerdo o totalmente de acuerdo.

Por otra parte, 55% o más participantes manifestaron estar en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con las siguientes afirmaciones:

- En el futuro, el rol de los médicos tendrá menor importancia en el manejo de pacientes
- La IA en salud se convertirá en un riesgo para la seguridad del paciente

- El uso de IA impide a los trabajadores de salud aprender correctamente cómo valorar pacientes

Adicionalmente se preguntó cómo clasificarían el uso de inteligencia artificial en medicina en una escala de 1 a 5 donde 1 es muy negativo, 3 neutro y 5 muy positivo, con los siguientes resultados: **(Ver Tabla 5)**

Opción respuesta	Número respuestas	Frecuencia relativa	Frecuencia acumulada
1= Muy negativo	0	0.0%	0.0%
2= Negativo	1	0.8%	0.8%
3= Neutro	29	24.4%	25.2%
4= Positivo	57	47.9%	73.1%
5= Muy positivo	32	26.9%	100.0%

Tabla 5. Clasificación de la afinidad del uso de IA en medicina.

Se puede observar que la mayoría de los participantes (74.8%) tiene la percepción de que el uso de la inteligencia artificial en medicina es positivo o muy positivo. Ningún participante consideró el uso muy negativo razón por la cual no fue incluida en la figura. **(Ver Figura 10)**

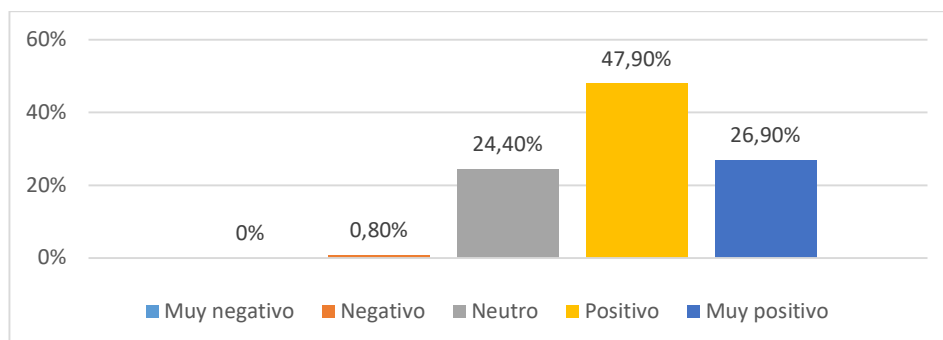


Figura 10. Calificación de la afinidad del uso de IA en medicina

7.4 Campos de aplicación de la IA en salud

En esta sección se buscó obtener la clasificación en el punto en el que se puede mejorar la atención en salud mediante el uso de inteligencia artificial en diferentes áreas de la práctica clínica.

Inicialmente se exploró el grado de acuerdo o desacuerdo con los campos de aplicación de la IA en Cuidado Intensivo: **(Ver Anexo 2)**

La mayoría de los participantes estuvieron de acuerdo con el posible beneficio de la implementación de inteligencia artificial en todas las áreas de la práctica clínica que se incluyeron en la pregunta. Aquellas con 80% o más de aprobación fueron:

- Manejo de la información y bases de datos en la UCI
- Gestión de recursos económicos en UCI
- Alertas tempranas de deterioro del estado de pacientes
- Predicción de eventos de deterioro hemodinámico
- Predicción de complicaciones de intervenciones terapéuticas
- Análisis de imágenes: Rayos X, tomografía, resonancia, ecografía
- Análisis de electrocardiogramas y electroencefalogramas
- Identificación de interacciones de medicamentos

De manera similar, el 70% o más estuvo de acuerdo o totalmente de acuerdo con la aplicación en:

- Reducción de falsas alarmas en cuidados intensivos
- Predicción de reingreso a UCI
- Valorar el pronóstico de enfermedades
- Análisis de estratificación del riesgo de mortalidad en UCI
- Educación y entrenamiento de estudiantes y profesionales
- Soporte de flujo de trabajo en la atención hospitalaria
- Registro médico, notas de epicrisis y egreso
- *Triage* de emergencias e ingreso a UCI

Se hizo énfasis a la investigación clínica y la inteligencia artificial en una pregunta, en la cual se solicitó calificar el grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones:

Se observa que más del 70% estuvo de acuerdo con las afirmaciones “Me gustaría poder usar una gran base de datos multicéntricos para una de mis investigaciones” y “Yo proporcionaría información anonimizada que he recogido durante mis investigaciones para

construir una base de datos colectiva que esté disponible en el futuro para fines investigativos”.

A pesar de tener un 50% de participantes de acuerdo o totalmente de acuerdo, se encuentra una opinión más dividida en las afirmaciones “La información anonimizada de pacientes debería estar disponible con acceso abierto en el país” y “La posibilidad de mejorar el tratamiento de enfermedades es más importante que la protección de datos privados individuales”.

Posterior a establecer lo potenciales campos de acción de la IA, quisimos explorar las percepciones con respecto al manejo de la información. **(Ver Figura 11)**

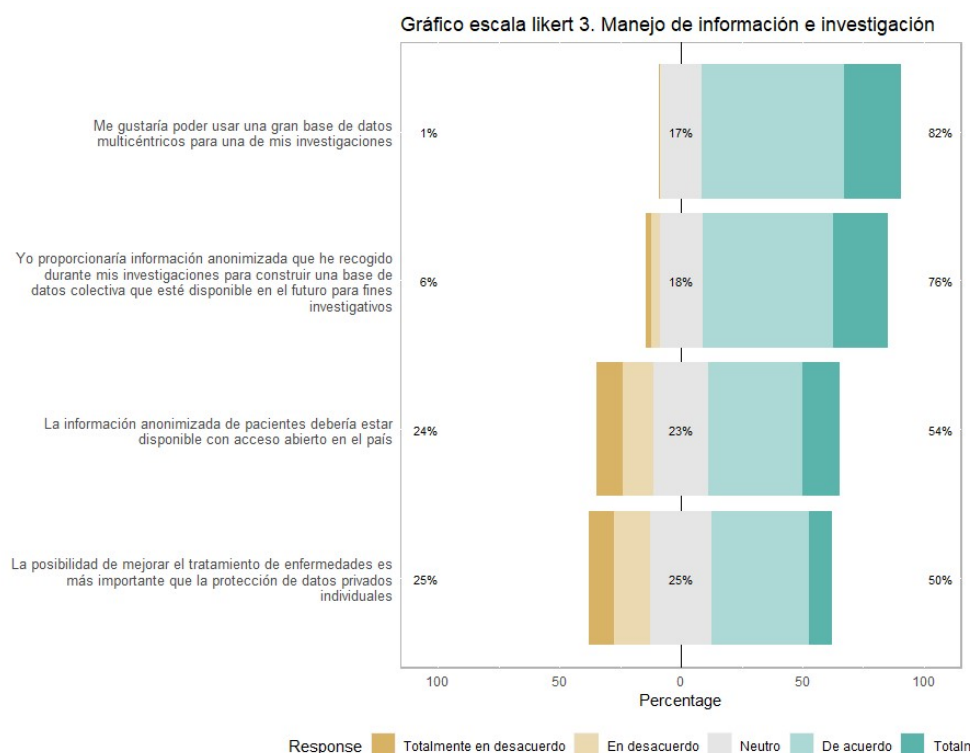


Figura 11. Grado de acuerdo o desacuerdo con el manejo de la información de la investigación de IA en UCI

Con respecto al uso de grandes bases de datos multicéntricos para las investigaciones individuales, un 82% estuvo de acuerdo o totalmente de acuerdo con el igual que un 76%

proporcionarían información para construir una base de datos colectiva. Cuando hablamos de que la información anonimizada esté disponible con acceso abierto en el país, ya un 24% está totalmente en desacuerdo y un 23% con una respuesta neutra. Y por último, al explorar su la posibilidad de mejorar el tratamiento de enfermedades es más importante que la protección de los datos, la respuesta es aún más dividida con un 50% de acuerdo, un 25% neutro y 25% en desacuerdo.

7.5 IA en errores de tratamiento y protección de datos

Se analizaron las preguntas de opinión sobre IA, campos de aplicación y uso de datos en investigación según el grupo de edad, el grupo de años de experiencia y la ocupación. Las variables, grupo de años de experiencia y ocupación no representaron diferencias al momento de responder. Los grupos de edad con tendencia a responder de manera diferente a los otros grupos se presentan a continuación:

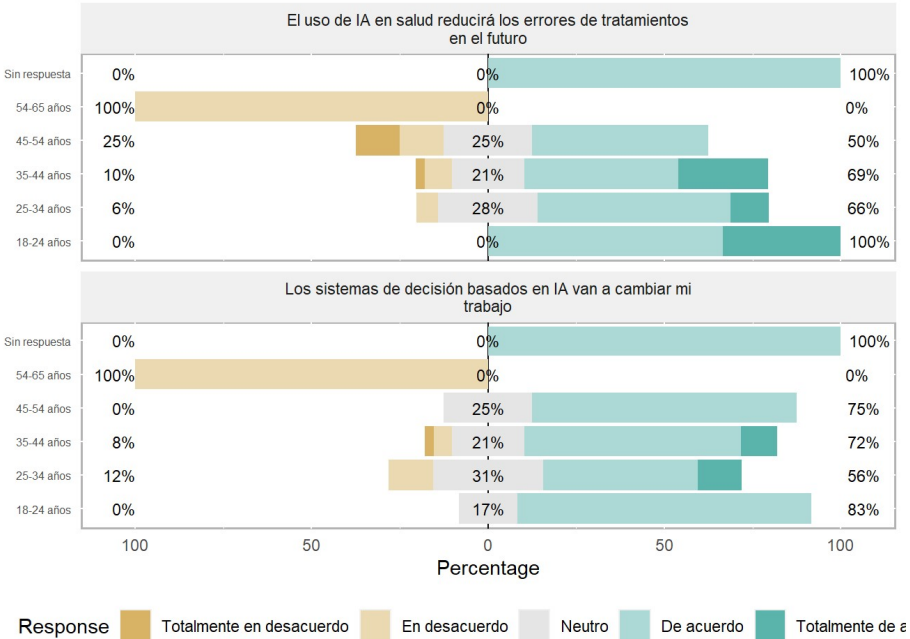


Figura 12. Grado de acuerdo o desacuerdo con el uso de IA y errores de tratamiento

El 100% de los mayores de 54 años está en desacuerdo de que el uso de IA en salud reducirá los errores de tratamientos en el futuro. Entre los 45-54 años la respuesta es

dividida con un 50% de acuerdo, un 25% neutro y un 25% en desacuerdo. En contraste con la población de 18-24 años, en quienes un 100% está de acuerdo con que el uso de IA en salud reducirá los errores de tratamientos en el futuro.

Con respecto a que los sistemas de decisión basados en IA cambien el trabajo para los mayores de 54 años, el 100% se encuentran en desacuerdo. Y en general entre los 18-45 años más del 55% se encuentran de acuerdo con esta afirmación.

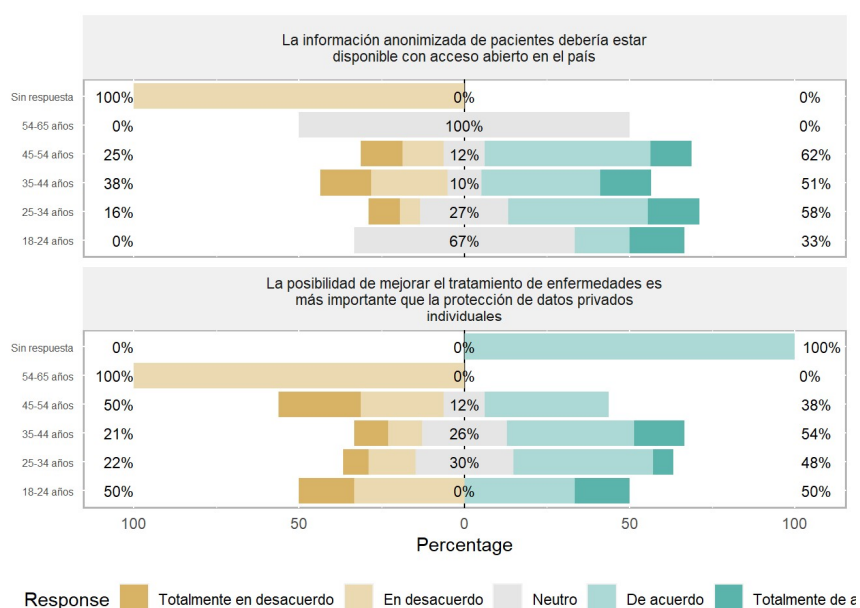


Figura 13. Grado de acuerdo o desacuerdo con el uso de IA para protección de datos

En lo que respecta a la información anonimizada de pacientes con acceso abierto al país por grupos de edad, vemos que de los 18-24 años la respuesta es neutra se da un 67% con un 33% que estaría de acuerdo en contraste con un 100% de respuesta neutra en el grupo de edad de los 54-65 años.

Por otro lado, la respuesta frente a que la posibilidad de mejorar el tratamiento de enfermedad sea más importante, la que protección de dato privado en la población de 18-24 años hay una 50% en desacuerdo y un 50% de acuerdo, con rangos intermedios el comportamiento es variable, sin embargo, a partir de los 45 años la tendencia es a no está de acuerdo con un 100% en desacuerdo desde los 54 años en adelante.

7.6 Análisis Bivariado

Mediante una prueba de hipótesis para proporciones se analizó la relación entre la ocupación versus el manejo de la información y bases de datos en UCI. Inicialmente, encontramos que ningún especialista está en desacuerdo y que además de eso hay una diferencia estadísticamente significativa entre los médicos especialistas que están de acuerdo y totalmente de acuerdo con una $p < 0.05$. **Ver Anexo 6**

8. DISCUSIÓN

Los hospitales y sistemas de atención en salud de varios países han iniciado una carrera en lo que respecta a transformación digital y dentro de esta carrera el uso de IA en especial en los últimos 10 años ha tenido un crecimiento exponencial. Sin embargo, es claro que la inclusión de este tipo de tecnología genera diferentes percepciones en los empleados del sector salud (61).

Desde el 2019 hemos evidenciado como las encuestas de percepción aplicadas a personal sanitario han cobrado un papel importante para comprender dichas percepciones. Sarwar et al (62) encuestó a médicos en los cuales un 75 % documentaban entusiasmo o interés en la IA como una herramienta para mejorar la calidad y la eficiencia en los flujos de trabajo (62). Esto mismo ha hecho que se amplíe la aplicación de encuestas de percepción a diferentes áreas del hospital, en especial en cuidado intensivo, lado que el equipo que trabaja en esta área están sumergidos en una cantidad significativa de datos, por lo cual las herramientas de la IA son una gran oportunidad para mejorar la gestión de la UCI, sin embargo, no tenemos clara la percepción del equipo que trabaja allí frente a dicha incorporación (63).

La institución y unidad de cuidado intensivo en la que se llevó a cabo el estudio cuenta con personal altamente entrenado en ingeniería clínica, una gran variedad y cantidad de equipos biomédicos. Esto corresponde a una oportunidad al momento de implementar tecnologías de inteligencia artificial, pues se tendrían múltiples opciones de aplicación y se podría contar con asesoría de ingeniería de manera continua. Sin embargo, esto no es generalizable a otras instituciones y unidades de cuidado intensivo del país o de Bogotá.

A pesar de la afinidad por la tecnología solo tuvimos la participación del 53,8% de la totalidad de personal que desempeña labores en cuidado intensivo, lastimosamente no exploramos las causas por las cuales el 46,2% restante no participó. Los participantes de la encuesta fueron en su mayoría mujeres y 58.8% tenía 34 años o menos, lo cual pone en evidencia la afinidad tecnológica por parte de las nuevas generaciones de profesionales en salud. Fue interesante observar que, si bien la afinidad fue por población joven, participaron personas en un rango variado de edad. Este estudio contó con la participación de diferentes trabajadores de la salud, con una mayoría de profesionales de enfermería y médicos, a diferencia de Oh y colaboradores que solo incluyeron a médicos dentro de su estudio(13). Esto último consideramos es de gran relevancia dado que estudios previos no contemplaban la inclusión de todo el equipo de trabajo. Los participantes tenían cinco años o más de experiencia en su campo laboral en un 56.3%, siendo muy importante esto dado que la experticia en su campo laboral hace que su factor propositivo sobre la resolución e identificación de procesos susceptibles de mejoría con tecnología. Especialmente dicho hallazgo es relevante cuando vemos en diferentes publicaciones el alcance que podría tener en prevención de enfermedades, diagnóstico, tratamiento, entrenamiento, investigación y gestión (45).

Por otro lado, el 72.27% está familiarizado con el concepto de inteligencia artificial, pero solo el 58.82% sabía que se estaba aplicando en su área de trabajo, reflejando que aún hay un área por explorar en múltiples profesiones, sin embargo, para ello se requiere entrenamiento en el área. Resultado completamente diferente a lo documentado por Oh y colaboradores que solo 5.9% de sus participantes se encontraban familiarizados con el concepto (13). En nuestro estudio, el 74.80% calificó la aplicación de IA en medicina como una herramienta positiva o muy positiva, superando la percepción positiva expuesta por Oh y colaboradores (13). Esto se convierte en una oportunidad para llevar a cabo la gestión del conocimiento en torno a los usos actuales de la IA en salud dentro del personal encuestado. Igualmente, se aprecia que la percepción general de esta tecnología es positiva. Esto es una fortaleza al momento de aplicar IA en la UCI, pues la población tendría una buena aceptación de esta.

En la pregunta de opinión de inteligencia artificial hubo discrepancia en la posibilidad de que se afecte la relación médico-paciente y quién debe ser el responsable de las recomendaciones basadas en IA generando gran énfasis en la necesidad de un marco ético y medicolegal bien estructurado a la hora de proponer soluciones con IA. Se resaltó que la mayoría de la población estuvo de acuerdo con la necesidad de probar las tecnologías antes de su aplicación, entrenar a los trabajadores de salud en el campo antes del uso de IA y la importancia de que los algoritmos sean reproducibles, siendo estos tres campos la meta de fortalecimiento y perfeccionamiento en los próximos años.

Sin embargo, estas son preocupaciones que han sido expresadas con anterioridad por la comunidad científica, lo que ha llevado a que múltiples guías señalen principios que orienten el uso de IA en salud como lo son la transparencia, la justicia, la no maleficencia, la responsabilidad, la privacidad, la beneficencia, la libertad y autonomía, la sostenibilidad, la dignidad, la solidaridad y la confianza (64). La mayoría considera que en el futuro la atención en salud se va a caracterizar por una combinación de humanos e IA y que les gustaría que esta tecnología los apoyara al momento de tomar decisiones, sin embargo, los participantes no consideraron que esto implique una menor importancia del rol de los trabajadores en salud, ni que conlleve riesgos para la seguridad del paciente o que afecte la capacidad de aprendizaje clínico de los trabajadores (65).

Los participantes de este estudio estuvieron de acuerdo o totalmente de acuerdo en su mayoría con todos los campos de aplicación de IA que se incluyeron en la encuesta. Aquellos con mayor aceptación fueron el manejo de la información y bases de datos en la UCI, la gestión de recursos económicos en UCI, las alertas tempranas de deterioro del estado de pacientes, la predicción de eventos de deterioro hemodinámico, la predicción de complicaciones de intervenciones terapéuticas, el análisis de imágenes: Rayos X, tomografía, resonancia, ecografía, el análisis de electrocardiogramas y electroencefalogramas y la identificación de interacciones de medicamentos. Al ser identificadas como las áreas de mayor interés para los trabajadores, estas deberían tener prioridad al momento de escoger o desarrollar tecnologías que se vayan a implementar en esta unidad de cuidado intensivo. Igualmente, es importante que esta información llegue a profesionales y técnicos del área de ingeniería biomédica para lograr trabajar de manera interdisciplinaria (65).

Para el desarrollo y aplicación de inteligencia artificial se requieren de grandes bases de datos y manejo de información confidencial y datos sensibles (66). Se indagó sobre el uso de estos datos con fines investigativos. Se encontró que los trabajadores están interesados en poder colaborar en estudios multicéntricos y que proporcionarían información anonimizada con fines investigativos. Al preguntar si la información en salud anonimizada debería ser de acceso abierto y si la investigación en salud prima sobre la protección de datos individuales, se encontró una opinión dividida. Los encuestados consideran de importancia la libertad individual, la privacidad y la protección de datos personales. Esto se corresponde con los principios éticos mencionados con anterioridad (67).

Finalmente, 19 encuestados respondieron la pregunta abierta, se observa que señalaron tener en cuenta limitaciones de la aplicación de inteligencia artificial, la necesidad de aplicar tecnologías de acuerdo con guías, la importancia de mantener la atención humanizada a pesar de los avances técnico-científicos y la oportunidad de hacer educación continua con inteligencia artificial. Si bien, la mayoría tiene un punto de vista positivo alrededor de la inteligencia artificial, también se encontró algunos que manifestaron preocupación por las nuevas tecnologías y recomendaban tener precaución y garantías de seguridad al momento de su uso (68).

9. LIMITACIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Este estudio de investigación utilizó un instrumento de recolección que no empleó preguntas basadas en la revisión de la literatura. Si bien no fue una muestra por conveniencia, dado que se compartió a todos la posibilidad de participar, no exploramos las causas por las cuales no participaron. En un futuro sería recomendable aplicar este mismo instrumento una vez validado a todos los trabajadores del hospital o/u en su defecto a una población representativa, por otro lado, no se tomó en cuenta la percepción de los pacientes, esto es importante a la hora de evaluación limitaciones de implementación. Dentro de la encuesta exploramos el conocimiento sobre la IA en la UCI, sin embargo, no se realizó una evaluación o valoración objetiva de dicho conocimiento en esta área en especial por lo cual podría ser un sesgo y punto para mejorar en una próxima encuesta.

A partir de los resultados de este trabajo de investigación, se podría recomendar a las instituciones de salud conformar equipos de trabajo multidisciplinarios que centren su trabajo conjunto en evaluar activamente la tecnología con la que cuentan dentro de las unidades de cuidado intensivo y fortalecer el registro, tratamiento, almacenamiento y gestión de los datos generados apalancados en la maduración de sistemas de interoperabilidad tecnológica. Adicionalmente, tener claridad en los procesos susceptibles de intervención con IA con el objetivo de orientar esfuerzos y recursos para soluciones pertinentes según la evaluación realizada.

Adicionalmente se pueden fundamentar futuros trabajos orientados al desarrollo de algoritmos que puedan ser aplicados tanto para el entrenamiento del equipo de trabajo en cuidado intensivo como para todo el personal sanitario en temas de IA en salud. Paralelamente, diseñar modelos que respondan a las necesidades del equipo enmarcadas en la rigurosidad científica y ética.

10. CONCLUSIONES

Las unidades de cuidado intensivo son lugares de alto crecimiento tecnológico y en constante evolución, la inteligencia artificial se ha convertido en una herramienta importante para mejorar el flujo de trabajo de todo el equipo multidisciplinario dentro del hospital. Sin embargo, la implementación de este tipo de tecnología debe estar alineada con la pertinencia, impacto clínico, precisión y seguridad para el paciente.

Dentro de las limitaciones actuales para la implementación de modelos de inteligencia artificial en UCI identificamos que aún hay falta de participación en investigación en esta área, al igual que aún hay 27.7% de personas que no están familiarizadas con el tema, a pesar de ser afines al mismo. Además de lo anterior, en la gran mayoría de estudios no se incluye a todo el equipo multidisciplinario. Por otro lado, se identifican varias limitaciones al realizar este tipo de investigaciones de las cuales se destaca que se requiere incluir también la percepción de los pacientes y la totalidad del cuerpo asistencial dentro de los hospitales.

Si bien el personal mas joven es mas afín con el conocimiento en tecnología, debemos reconocer la importancia de la experiencia en el área de trabajo para dar sentido a la investigación en la aplicación de esta herramienta. Es claro que la IA no pretende reemplazar al equipo, todo lo contrario, potenciar y mejorar su flujo de trabajo. Los jóvenes intensivistas y profesionales de la salud dentro de la UCI son los más receptivos del conocimiento en el área tecnológica y son los que resaltan la importancia de la investigación y el uso de los datos, sin embargo, es motivo de reflexión también que la gestión de los datos y el tiempo de dedicación para investigación debería ser mejorado para todo el equipo de trabajo y no solo para el equipo médico.

La disponibilidad tecnológica dentro de las unidades de cuidado intensivo es amplia, lo cual se convierte en una oportunidad de hacer una llamada para mejorar el trabajo colaborativo, las fuentes de datos, su procesamiento, almacenamiento y gestión. Sin duda, la visibilidad de la inteligencia artificial en salud y dentro de la UCI está en crecimiento y tiene gran aceptación por el grupo de trabajo, pero se requiere potencialmente mejorar la alfabetización digital del equipo para aumentar el aprovechamiento de la tecnología. Sea este trabajo el fundamento e invitación para continuar trabajando en esta área del conocimiento.

11. REFERENCIAS

1. Mintz Y, Brodie R. Introduction to artificial intelligence in medicine. *Minim Invasive Ther Allied Technol* [Internet]. 2019 Mar 4;28(2):73–81. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13645706.2019.1575882>
2. Hamet P, Tremblay J. Artificial intelligence in medicine. *Metabolism* [Internet]. 2017 Apr;69:S36–40. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002604951730015X>
3. Mayo RC, Leung J. Artificial intelligence and deep learning – Radiology’s next frontier? *Clin Imaging* [Internet]. 2018 May;49:87–8. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0899707117302279>
4. Fenton JJ, Taplin SH, Carney PA, Abraham L, Sickles EA, D’Orsi C, et al. Influence of Computer-Aided Detection on Performance of Screening Mammography. *N Engl J Med* [Internet]. 2007 Apr 5;356(14):1399–409. Available from: <http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJMoa066099>
5. Labovitz DL, Shafner L, Reyes Gil M, Virmani D, Hanina A. Using Artificial Intelligence to Reduce the Risk of Nonadherence in Patients on Anticoagulation Therapy. *Stroke* [Internet]. 2017 May;48(5):1416–9. Available from: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/STROKEAHA.116.016281>
6. <https://newsroom.intel.com/wp-content/uploads/sites/11/2018/07/healcare-iot-infographic.pdf>. Accessed 26 Apr 2021.
7. Poncette A-S, Mosch L, Spies C, Schmieding M, Schiefenhövel F, Krampe H, et al. Improvements in Patient Monitoring in the Intensive Care Unit: Survey Study. *J Med Internet Res* [Internet]. 2020 Jun 19;22(6):e19091. Available from: <http://www.jmir.org/2020/6/e19091/>
8. Forde C, OBrien A. A Literature Review of Barriers and Opportunities Presented by Digitally Enhanced Practical Skill Teaching and Learning in Health Science Education. *Med Educ Online* [Internet]. 2022 Dec 31;27(1). Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10872981.2022.2068210>
9. Komorowski M. Artificial intelligence in intensive care: are we there yet? *Intensive Care Med* [Internet]. 2019 Sep 24;45(9):1298–300. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00134-019-05662-6>
10. Rudrapati R. Using industrial 4.0 technologies to combat the COVID-19 pandemic.

- Ann Med Surg [Internet]. 2022 May;103811. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2049080122005714>
11. Guo Y, Hao Z, Zhao S, Gong J, Yang F. Artificial Intelligence in Health Care: Bibliometric Analysis. *J Med Internet Res* [Internet]. 2020 Jul 29;22(7):e18228. Available from: <http://www.jmir.org/2020/7/e18228/>
 12. Abdullah R, Fakieh B. Health Care Employees' Perceptions of the Use of Artificial Intelligence Applications: Survey Study. *J Med Internet Res* [Internet]. 2020 May 14;22(5):e17620. Available from: <http://www.jmir.org/2020/5/e17620/>
 13. Oh S, Kim JH, Choi S-W, Lee HJ, Hong J, Kwon SH. Physician Confidence in Artificial Intelligence: An Online Mobile Survey. *J Med Internet Res* [Internet]. 2019 Mar 25;21(3):e12422. Available from: <http://www.jmir.org/2019/3/e12422/>
 14. Pinto dos Santos D, Giese D, Brodehl S, Chon SH, Staab W, Kleinert R, et al. Medical students' attitude towards artificial intelligence: a multicentre survey. *Eur Radiol* [Internet]. 2019 Apr 6;29(4):1640–6. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00330-018-5601-1>
 15. Dumić-Čule I, Orešković T, Brkljačić B, Kujundžić Tiljak M, Orešković S. The importance of introducing artificial intelligence to the medical curriculum – assessing practitioners' perspectives. *Croat Med J* [Internet]. 2020 Oct;61(5):457–64. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7684542/>
 16. Özcan E, Birdja D, Edworthy JR. A Holistic and Collaborative Approach to Audible Alarm Design. *Biomed Instrum Technol* [Internet]. 2018 Nov 1;52(6):422–32. Available from: <https://meridian.allenpress.com/bit/article/52/6/422/201065/A-Holistic-and-Collaborative-Approach-to-Audible>
 17. Maassen O, Fritsch S, Palm J, Deffge S, Kunze J, Marx G, et al. Future Medical Artificial Intelligence Application Requirements and Expectations of Physicians in German University Hospitals: Web-Based Survey. *J Med Internet Res* [Internet]. 2021 Mar 5;23(3):e26646. Available from: <http://www.jmir.org/2021/3/e26646/>
 18. He J, Baxter SL, Xu J, Xu J, Zhou X, Zhang K. The practical implementation of artificial intelligence technologies in medicine. *Nat Med* [Internet]. 2019 Jan 7;25(1):30–6. Available from: <http://www.nature.com/articles/s41591-018-0307-0>
 19. Gutierrez G. Artificial Intelligence in the Intensive Care Unit. Vol. 24, Critical Care. BioMed Central Ltd.; 2020.
 20. Matsuo Y, LeCun Y, Sahani M, Precup D, Silver D, Sugiyama M, et al. Deep learning,

- reinforcement learning, and world models. *Neural Networks* [Internet]. 2022 Aug;152:267–75. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0893608022001150>
21. Vincent J-L, Creteur J. The hospital of tomorrow in 10 points. *Crit Care* [Internet]. 2017 Dec 11;21(1):93. Available from: <http://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-017-1664-7>
 22. Lalmuanawma S, Hussain J, Chhakchhuak L. Applications of machine learning and artificial intelligence for Covid-19 (SARS-CoV-2) pandemic: A review. *Chaos, Solitons & Fractals* [Internet]. 2020 Oct;139:110059. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0960077920304562>
 23. Michard F, Teboul JL. Predictive analytics: beyond the buzz. *Ann Intensive Care* [Internet]. 2019 Dec 11;9(1):46. Available from: <https://annalsofintensivecare.springeropen.com/articles/10.1186/s13613-019-0524-9>
 24. Romero-Brufau S, Wyatt KD, Boyum P, Mickelson M, Moore M, Cognetta-Rieke C. A lesson in implementation: A pre-post study of providers' experience with artificial intelligence-based clinical decision support. *Int J Med Inform* [Internet]. 2020 May;137:104072. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1386505619310123>
 25. Bulgiba AM. Information Technology in Health Care - What the Future Holds. *Asia Pacific J Public Heal* [Internet]. 2004 Jan 30;16(1):64–71. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/101053950401600111>
 26. Subrahmanya SVG, Shetty DK, Patil V, Hameed BMZ, Paul R, Smriti K, et al. The role of data science in healthcare advancements: applications, benefits, and future prospects. *Irish J Med Sci (1971 -)* [Internet]. 2022 Aug 16;191(4):1473–83. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s11845-021-02730-z>
 27. Rodolfo Dennis, Alison Metcalfe, Adriana Pérez, Darío Londoño, Carlos Gomez, Klim McPherson KR· L. Cuidado intensivo en Colombia. Recurso humano y tecnológico. *Acta Médica Colomb*. 2000;25(5):211–7.
 28. Kamradt M, Poß-Doering R, Szecsenyi J. Exploring Physician Perspectives on Using Real-world Care Data for the Development of Artificial Intelligence–Based Technologies in Health Care: Qualitative Study. *JMIR Form Res* [Internet]. 2022 May 18;6(5):e35367. Available from: <https://formative.jmir.org/2022/5/e35367>

29. Brennan HL, Kirby SD. Barriers of artificial intelligence implementation in the diagnosis of obstructive sleep apnea. *J Otolaryngol - Head Neck Surg* [Internet]. 2022 Dec 25;51(1):16. Available from: <https://journalotohns.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40463-022-00566-w>
30. Lutz H, Bender HJ. [Possibilities of computer use in anesthesia and intensive care medicine]. *Anasth Intensivther Notfallmed* [Internet]. 1986 Apr;21(2):68–71. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3755299>
31. Rennels GD, Miller PL. Artificial intelligence research in anesthesia and intensive care. *J Clin Monit* [Internet]. 1988 Oct;4(4):274–89. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/BF01617327>
32. Dasta JF. Computers in Critical Care: Opportunities and Challenges. *DICP* [Internet]. 1990 Nov 30;24(11):1084–92. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/106002809002401113>
33. Lisboa PJG. A review of evidence of health benefit from artificial neural networks in medical intervention. *Neural Networks* [Internet]. 2002 Jan;15(1):11–39. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0893608001001113>
34. Heldt T, Long B, Verghese GC, Szolovits P, Mark RG. Integrating Data, Models, and Reasoning in Critical Care. In: 2006 International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society [Internet]. IEEE; 2006. p. 350–3. Available from: <http://ieeexplore.ieee.org/document/4461757/>
35. Gray K, Slavotinek J, Dimaguila GL, Choo D. Artificial Intelligence Education for the Health Workforce: Expert Survey of Approaches and Needs. *JMIR Med Educ* [Internet]. 2022 Apr 4;8(2):e35223. Available from: <https://mededu.jmir.org/2022/2/e35223>
36. Lundberg SM, Nair B, Vavilala MS, Horibe M, Eisses MJ, Adams T, et al. Explainable machine-learning predictions for the prevention of hypoxaemia during surgery. *Nat Biomed Eng* [Internet]. 2018 Oct 10;2(10):749–60. Available from: <http://www.nature.com/articles/s41551-018-0304-0>
37. Fleuren LM, Thorat P, Shillan D, Ercole A, Elbers PWG. Machine learning in intensive care medicine: ready for take-off? *Intensive Care Med* [Internet]. 2020 Jul 12;46(7):1486–8. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s00134-020-06045-y>
38. Zhang Z, Kashyap R, Liu N, Su L, Meng Q. Editorial: Clinical Application of Artificial

- Intelligence in Emergency and Critical Care Medicine, Volume II. *Front Med* [Internet]. 2022;9:910163. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/35602491>
39. Holzner D, Apfelbacher T, Rödle W, Schüttler C, Prokosch H-U, Mikolajczyk R, et al. Attitudes and Acceptance Towards Artificial Intelligence in Medical Care. In 2022. Available from: <https://ebooks.iospress.nl/doi/10.3233/SHTI220398>
 40. McCarthy J, Minsky M, Rochester N SC. A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence. In 1956.
 41. Turing AM. Computing Machinery and Intelligence. In: *Parsing the Turing Test* [Internet]. Dordrecht: Springer Netherlands; 2009. p. 23–65. Available from: http://link.springer.com/10.1007/978-1-4020-6710-5_3
 42. Basu K, Sinha R, Ong A, Basu T. Artificial intelligence: How is it changing medical sciences and its future? *Indian J Dermatol* [Internet]. 2020;65(5):365. Available from: <http://www.e-ijd.org/text.asp?2020/65/5/365/291807>
 43. Avila-Tomás JF, Mayer-Pujadas MA, Quesada-Varela VJ. La inteligencia artificial y sus aplicaciones en medicina I: introducción antecedentes a la IA y robótica. *Atención Primaria* [Internet]. 2020 Dec;52(10):778–84. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0212656720301451>
 44. Hopfield JJ. Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities. *Proc Natl Acad Sci* [Internet]. 1982 Apr;79(8):2554–8. Available from: <https://pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.79.8.2554>
 45. Ávila-Tomás JF, Mayer-Pujadas MA, Quesada-Varela VJ. La inteligencia artificial y sus aplicaciones en medicina II: importancia actual y aplicaciones prácticas. *Atención Primaria* [Internet]. 2021 Jan;53(1):81–8. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0212656720301463>
 46. Amisha, Malik P, Pathania M, Rathaur V. Overview of artificial intelligence in medicine. *J Fam Med Prim Care* [Internet]. 2019;8(7):2328. Available from: https://journals.lww.com/10.4103/jfmpc.jfmpc_440_19
 47. Moreno A, Garbay C. Software agents in health care. *Artif Intell Med* [Internet]. 2003 Mar;27(3):229–32. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0933365703000046>
 48. Pandiaraj Manickam, Siva Ananth Mariappan, Sindhu Monica Murugesan, Shekhar Hansda, Ajeet Kaushik, Ravikumar Shinde SPT. Artificial Intelligence (AI) and Internet of Medical Things (IoMT) Assisted Biomedical Systems for Intelligent

- Healthcare. *Biosens*. 2022;12(8):562.
49. Kelley MA. Critical Care Medicine — A New Specialty? *N Engl J Med* [Internet]. 1988 Jun 16;318(24):1613–7. Available from: <http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJM198806163182410>
 50. Weil MH, Tang W. From Intensive Care to Critical Care Medicine. *Am J Respir Crit Care Med* [Internet]. 2011 Jun;183(11):1451–3. Available from: <http://www.atsjournals.org/doi/abs/10.1164/rccm.201008-1341OE>
 51. Vincent J-L, Singer M, Marini JJ, Moreno R, Levy M, Matthay MA, et al. Thirty years of critical care medicine. *Crit Care* [Internet]. 2010;14(3):311. Available from: <http://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/cc8979>
 52. Gardner RM, Scoville OP, West BJ, Bateman B, Cundick RM Jr CT. Integrated computer systems for monitoring of the critically ill. *Proc Annu Symp Comput Appl Med Care*. 1977;1:301–7.
 53. Kelly FE, Fong K, Hirsch N, Nolan JP. Intensive care medicine is 60 years old: the history and future of the intensive care unit. *Clin Med (Northfield Il)* [Internet]. 2014 Aug 6;14(4):376–9. Available from: <https://www.rcpjournals.org/lookup/doi/10.7861/clinmedicine.14-4-376>
 54. Yoon JH, Pinsky MR, Clermont G. Artificial Intelligence in Critical Care Medicine. *Crit Care* [Internet]. 2022 Dec 22;26(1):75. Available from: <https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-022-03915-3>
 55. Li L, Qin L, Xu Z, Yin Y, Wang X, Kong B, et al. Using Artificial Intelligence to Detect COVID-19 and Community-acquired Pneumonia Based on Pulmonary CT: Evaluation of the Diagnostic Accuracy. *Radiology* [Internet]. 2020 Aug;296(2):E65–71. Available from: <http://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiol.2020200905>
 56. Yoon JH, Mu L, Chen L, Dubrawski A, Hravnak M, Pinsky MR, et al. Predicting tachycardia as a surrogate for instability in the intensive care unit. *J Clin Monit Comput* [Internet]. 2019 Dec 14;33(6):973–85. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s10877-019-00277-0>
 57. Awad A, Bader-El-Den M, McNicholas J, Briggs J. Early hospital mortality prediction of intensive care unit patients using an ensemble learning approach. *Int J Med Inform* [Internet]. 2017 Dec;108:185–95. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1386505617303581>
 58. Seymour CW, Kennedy JN, Wang S, Chang C-CH, Elliott CF, Xu Z, et al. Derivation,

- Validation, and Potential Treatment Implications of Novel Clinical Phenotypes for Sepsis. *JAMA* [Internet]. 2019 May 28;321(20):2003. Available from: <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jama.2019.5791>
59. Sittig DF. Potential impact of advanced clinical information technology on healthcare in 2015. *Stud Health Technol Inform* [Internet]. 2004;107(Pt 2):1379–82. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15361041>
 60. Lorenzini E. Pesquisa de métodos mistos nas ciências da saúde. *Rev Cuid* [Internet]. 2017 May 1;8(2):1549. Available from: <https://revistas.udes.edu.co/cuidarte/article/view/406>
 61. Hansen A, Herrmann M, Ehlers JP, Mondritzki T, Hensel KO, Truebel H, et al. Perception of the Progressing Digitization and Transformation of the German Health Care System Among Experts and the Public: Mixed Methods Study. *JMIR Public Heal Surveill* [Internet]. 2019 Oct 28;5(4):e14689. Available from: <http://publichealth.jmir.org/2019/4/e14689/>
 62. Sarwar S, Dent A, Faust K, Richer M, Djuric U, Van Ommeren R, et al. Physician perspectives on integration of artificial intelligence into diagnostic pathology. *npj Digit Med* [Internet]. 2019 Dec 26;2(1):28. Available from: <http://www.nature.com/articles/s41746-019-0106-0>
 63. Núñez Reiz A, Armengol de la Hoz MA, Sánchez García M. Big Data Analysis y Machine Learning en medicina intensiva. *Med Intensiva* [Internet]. 2019 Oct;43(7):416–26. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0210569118303139>
 64. Jobin A, Lenca M, Vayena E. The global landscape of AI ethics guidelines. *Nat Mach Intell* [Internet]. 2019 Sep 2;1(9):389–99. Available from: <http://www.nature.com/articles/s42256-019-0088-2>
 65. Kulkarni S, Seneviratne N, Baig MS, Khan AHA. Artificial Intelligence in Medicine: Where Are We Now? *Acad Radiol* [Internet]. 2020 Jan;27(1):62–70. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1076633219304581>
 66. Zamani ED, Smyth C, Gupta S, Dennehy D. Artificial intelligence and big data analytics for supply chain resilience: a systematic literature review. *Ann Oper Res* [Internet]. 2022 Sep 30; Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s10479-022-04983-y>
 67. McGreevey JD, Hanson CW, Koppel R. Clinical, Legal, and Ethical Aspects of

Artificial Intelligence-Assisted Conversational Agents in Health Care. JAMA [Internet]. 2020 Aug 11;324(6):552–3. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32706386>

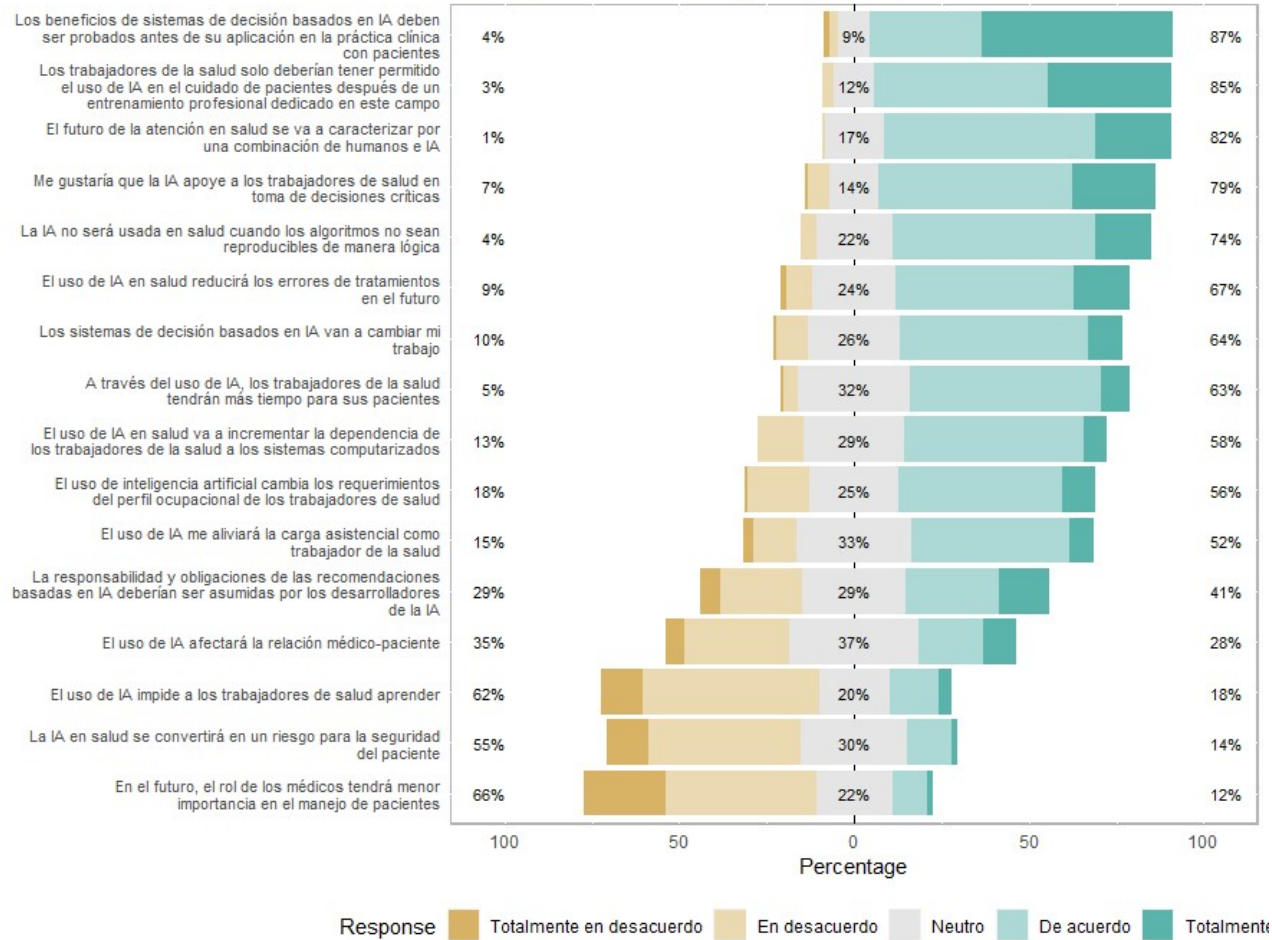
68. Ahrens T. Role of technology in achieving clinical and cost impact in acute and critical care. Crit Care Nurs Clin North Am [Internet]. 1999 Mar;11(1):1–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10373819>

12.ANEXOS

ANEXO 1

Grado de acuerdo o desacuerdo con las aplicaciones de IA

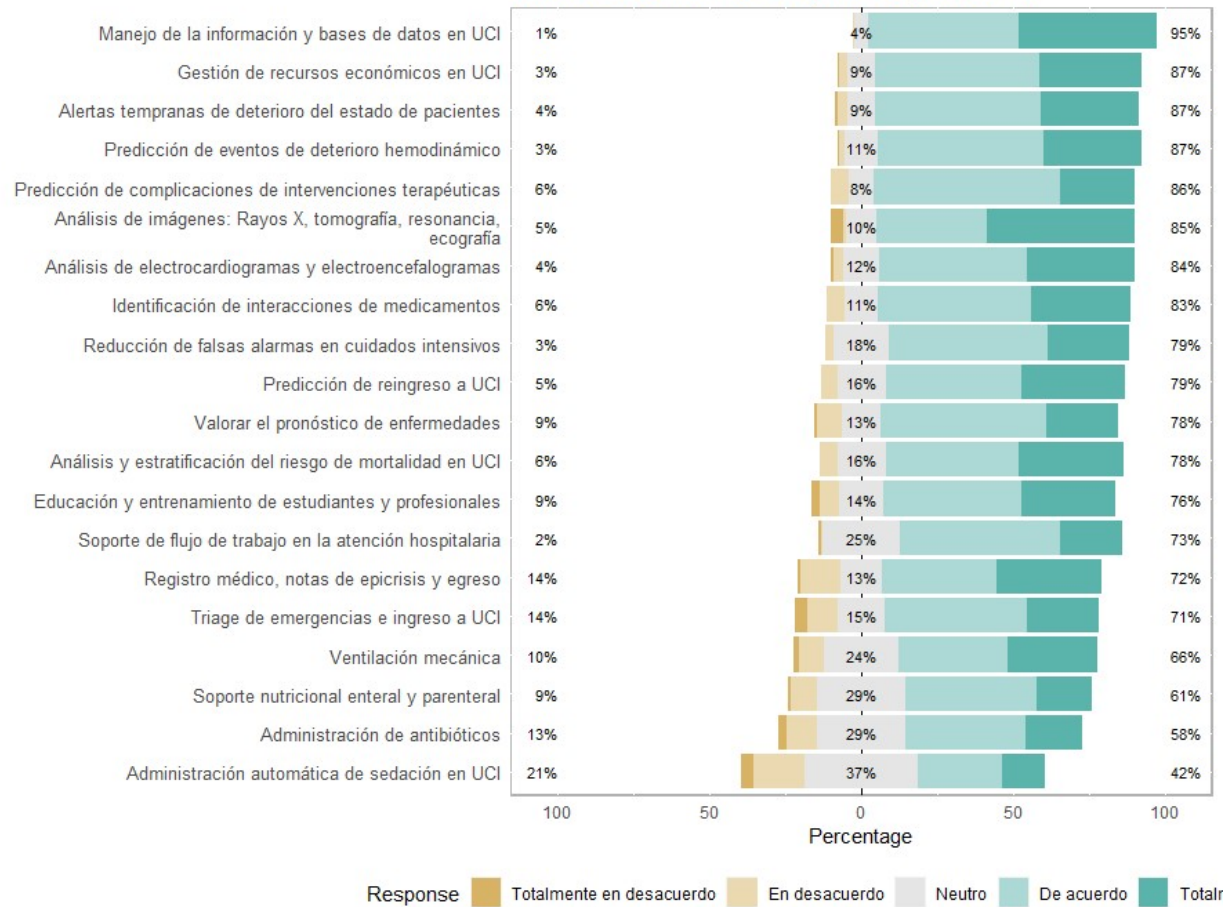
Gráfico escala likert 1. Opinión personal IA



ANEXO 2

Grado de acuerdo o desacuerdo con los campos de aplicación de la IA en UCI

Gráfico escala likert 2. Campos de aplicación IA



Determinación de las limitaciones para la implementación de modelos de IA en UCI

Determinación de las limitaciones para la implementación de modelos de inteligencia artificial (IA) en cuidado intensivo (UCI) en un hospital universitario de Bogotá, Colombia

* Obligatorio

Consentimiento informado

Usted ha sido invitado a participar en un estudio de investigación. Por favor lea este consentimiento cuidadosamente, realice las preguntas que considere necesarias al equipo de investigadores. Usted tiene derecho a solicitar una copia de esta información. Una vez haya comprendido la información, se le preguntará si desea participar en el estudio.

Contexto, justificación y objetivo

La implementación de tecnologías en salud ha aumentado de manera exponencial en los últimos años. Una de las tecnologías que mayor crecimiento y aplicabilidad presenta es la inteligencia artificial (IA). El cuidado intensivo tiene también un crecimiento profesional y tecnológico significativo en la actualidad.

El objetivo del presente proyecto de investigación es determinar las limitaciones y oportunidades actuales para la implementación de modelos de inteligencia artificial en UCI a través de la percepción de los profesionales relacionados al cuidado intensivo de la Fundación Santa Fe de Bogotá. Esto se llevará a cabo mediante una encuesta en formato de Microsoft Forms.

Los resultados serán empleados para realizar un diagnóstico sobre las limitaciones y fortalezas de la implementación de tecnologías de inteligencia artificial percibidas por los trabajadores de salud de UCI de la Fundación Santa Fe de Bogotá. Igualmente, se espera desarrollar una herramienta diagnóstica para emplearla en el futuro en otros servicios o instituciones. Los resultados de la presente investigación serán publicados en una revista científica.

¿A quién va dirigido el estudio?

Trabajadores de salud relacionados al cuidado intensivo del Hospital Universitario Fundación Santa Fe de Bogotá.

¿Cuánto tiempo dura la encuesta?

Completar la encuesta tarda aproximadamente 5-10 minutos.

¿Qué tipo de información será solicitada?

Responderá una serie de preguntas de opinión personal sobre la inteligencia artificial, su implementación en salud y su uso en unidades de cuidado intensivo. Posteriormente, se preguntarán datos demográficos generales como su rango de edad, género y ocupación. No requiere conocimientos previos en el tema para contestar el cuestionario.

¿Cuáles son los potenciales riesgos y beneficios de participar en el estudio?

No hay un beneficio directo para usted por participar en la encuesta, tampoco implica riesgos para su salud. Sin embargo, es de gran importancia conocer las posibles limitaciones y oportunidades de la implementación de inteligencia artificial en la UCI de nuestra institución y nuestro país, para desarrollar así estrategias de implementación de herramientas en el futuro.

Sus respuestas a la encuesta se recopilarán utilizando una herramienta electrónica a la cual solo tendrán acceso los investigadores, la aplicación no recopila información de identificación. Sus respuestas permanecerán anónimas. Nadie podrá identificarlo a usted ni sus respuestas, y nadie sabrá si usted participó o no en el estudio.

Participación voluntaria

Su participación en esta investigación es de carácter voluntario. Puede decidir si desea o no participar sin que esto tenga repercusiones para usted. Igualmente, puede abandonar el estudio en cualquier momento y nadie se molestará por su decisión.

Información adicional

En caso de presentar preguntas, inquietudes o comentarios sobre el estudio puede contactar al investigador Dr. Ever Leonardo Rojas, a través del siguiente correo: ever.rojas@urosario.edu.co, (<mailto:ever.rojas@urosario.edu.co>) o al correo del Grupo de Investigación Medicina Crítica y Cuidados Intensivos FSFB ruralucifsb@gmail.com (<mailto:ruralucifsb@gmail.com>).

Consentimiento

He leído la información proporcionada en el presente consentimiento informado y acepto participar de manera voluntaria en el estudio. Entiendo que puedo abandonar el estudio cuando lo desee, sin que tenga que dar explicaciones. Igualmente, entiendo que puedo solicitar información adicional a los investigadores.

1. Teniendo en cuenta lo anterior, acepto responder la encuesta en línea *

Sí acepto

No acepto

Generalidades de Inteligencia Artificial en Salud

2. ¿Está familiarizado con el concepto de Inteligencia Artificial? *

- Sí
- No

3. ¿Qué tan afin se considera a la ingeniería y la tecnología de la información? Escala de 1 a 5 donde 1=Nada afin y 5=Muy afin *

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

4. La aplicación de inteligencia artificial es de creciente interés en las unidades cuidados intensivos. ¿Usted estaba al tanto de que se está aplicando inteligencia artificial en el ámbito de UCI? *

- Sí
- No

5. ¿En qué grado considera que tiene conocimiento de la aplicación de inteligencia artificial en UCI? *

- Conocimiento avanzado
- Conocimiento básico
- He escuchado del tema, pero no tengo conocimiento al respecto
- Nunca lo había escuchado

Opinión personal sobre la Inteligencia Artificial (IA) en Salud

6. Por favor, para cada una de las siguientes afirmaciones, indique en qué grado está de acuerdo o en desacuerdo. Tenga en cuenta que la pregunta no es si considera que la frase es buena o mala. Queremos saber si usted está de acuerdo o en desacuerdo con el hecho descrito. *

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
El uso de IA en salud reducirá los errores de tratamientos en el futuro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Los sistemas de decisión basados en IA van a cambiar mi trabajo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El uso de IA en salud va a incrementar la dependencia de los trabajadores de la salud a los sistemas computarizados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Los beneficios de sistemas de decisión basados en IA deben ser probados antes de su aplicación en la práctica clínica con pacientes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El uso de IA impide a los trabajadores de salud aprender correctamente cómo valorar pacientes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El uso de inteligencia artificial cambia los requerimientos del perfil ocupacional de los trabajadores de salud	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Me gustaría que la IA apoye a los trabajadores de salud en toma de decisiones críticas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A través del uso de IA, los trabajadores de la salud tendrán más tiempo para sus pacientes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El uso de IA afectará la relación médico-paciente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El uso de IA me aliviará la carga asistencial como trabajador de la salud	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El futuro de la atención en salud se va a caracterizar por una combinación de humanos e IA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La IA no será usada en salud cuando los algoritmos no sean reproducibles de manera lógica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Los trabajadores de la salud solo deberían tener permitido el uso de IA en el cuidado de pacientes después de un entrenamiento profesional dedicado en este campo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La responsabilidad y obligaciones de las recomendaciones basadas en IA deberían ser asumidas por los desarrolladores de la IA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La IA en salud se convertirá en un riesgo para la seguridad del paciente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
En el futuro, el rol de los médicos tendrá menor importancia en el manejo de pacientes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. ¿Cómo clasificaría el uso de IA en medicina en una escala del 1 al 5 (1= muy negativo, 3=neutro, 5=muy positivo)? *

1
 2
 3
 4
 5

Campos de aplicación de IA en salud

8. En los siguientes campos de aplicación, por favor califique en qué área usted está de acuerdo en que puede mejorarse la atención en salud mediante el uso de IA. *

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Análisis de imágenes: Rayos X, tomografía, resonancia, ecografía	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análisis y estratificación del riesgo de mortalidad en UCI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Predicción de reingreso a UCI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Análisis de electrocardiogramas y electroencefalogramas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Predicción de eventos de deterioro hemodinámico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Triaje de emergencias e ingreso a UCI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alertas tempranas de deterioro del estado de pacientes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reducción de falsas alarmas en cuidados intensivos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ventilación mecánica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Soporte nutricional enteral y parenteral	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Administración de antibióticos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Identificación de interacciones de medicamentos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Predicción de complicaciones de intervenciones terapéuticas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Educación y entrenamiento de estudiantes y profesionales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valorar el pronóstico de enfermedades	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Manejo de la información y bases de datos en UCI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gestión de recursos económicos en UCI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Administración automática de sedación en UCI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Soporte de flujo de trabajo en la atención hospitalaria	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Registro médico, notas de epicrisis y egreso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Uso de información de pacientes con fines investigativos

Para el desarrollo de IA se requiere de grandes sets de datos anonimizados de pacientes. La información contenida en historias clínicas podría llegar a ser compartida entre instituciones y eventualmente podría ser utilizada para generar nuevo conocimiento. Teniendo en cuenta este contexto:

9. Por favor califique en qué grado está de acuerdo o en desacuerdo con las siguientes afirmaciones *

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
La información anonimizada de pacientes debería estar disponible con acceso abierto en el país	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La posibilidad de mejorar el tratamiento de enfermedades es más importante que la protección de datos privados individuales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Me gustaría poder usar una gran base de datos multicéntricos para una de mis investigaciones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Yo proporcionaría información anonimizada que he recogido durante mis investigaciones para construir una base de datos colectiva que esté disponible en el futuro para fines investigativos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Preguntas demográficas

10. Grupo de edad *

- 18-24 años
- 25-34 años
- 35-44 años
- 45-54 años
- 54-65 años
- >65 años
- Sin respuesta

11. Sexo *

- Femenino
- Masculino
- Sin respuesta

12. Género *

- Femenino
- Masculino
- Diverso
- Sin respuesta

13. Ocupación *

- Médico especialista
- Médico residente
- Profesional de enfermería
- Auxiliar de enfermería
- Terapia respiratoria
- Terapia física
- Fonoaudiología
- Ingeniería biomédica
- Técnico de ingeniería biomédica

14. Especialidad médica

- Medicina crítica y cuidado intensivo
- Anestesiología
- Medicina Interna
- Medicina de emergencias
- Cardiología

15. ¿Cuántos años tiene de experiencia en su área de trabajo? *

- <1 año
- 1-3 años
- 3-5 años
- > 5 años

16. Este es un espacio adicional para que haga sus comentarios y observaciones sobre la encuesta

Anexo 4

Aprobación Comité de Ética Universidad del Rosario



COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DEL ROSARIO
SALA DE CIENCIAS DE LA VIDA

MIEMBROS

CARLOS ENRIQUE TRIJOLI, PRESIDENTE
MÉDICO CIRUJANO, MSc. ENDEMOLOGÍA

ALIX ROCÍO BARRIOS MÉNDEZ
MÉDICO, MSc. ENDEMOLOGÍA
SECRETARÍA TÉCNICA

GLEBY VANESSA BENTHA
FONOLÓGO, MSc. Y PhD. EN CIENCIAS

RAMÓN FAVELD MARFANI
LIC. EDUCACIÓN, PhD. MATEMÁTICAS

JANÉ CONSUELA ROJAS
BACTERIOLOGA, MSc. SALUD PÚBLICA,
MSc. BIOTECNIA

KATHERINE CUARTERO PARRA
QUÍMICA FARMACÉUTICA

LUISA FERRAZ RAMÍREZ
PSICÓLOGA- PhD. PSICOLOGÍA SOCIAL Y DE LA
SALUD

MARITHA ROCÍO TORRES NAVARREZ
FISIOTERAPEUTA, MSc. BIOTECNIA

ANDREA TORRES RUIZ
INGENIERA BIOMÉDICA, MSc. ING. ELECTRÓNICA Y
DE COMUNICACIONES

JESÚS ORLANDO CROCE
ABOGADO

MARITHA ISABEL BAUTISTA QUIRÓZ
AUXILIARIA ADMINISTRATIVA



DVQ005 1838-CV1478

Bogotá D. C., 13 de diciembre de 2021

Doctor

EVER LEONARDO ROJAS

Investigador Principal

Estudio: **"Determinación de las limitaciones y oportunidades para la implementación de modelos de inteligencia artificial en cuidado intensivo en un hospital universitario de Bogotá, Colombia"**.

Bogotá, D. C.

Respetado Investigador:

El Comité de Ética en investigación de la Universidad del Rosario (CEI-UR), evaluó de forma expedita la segunda versión de su proyecto de investigación "Determinación de las limitaciones y oportunidades para la implementación de modelos de inteligencia artificial en cuidado intensivo en un hospital universitario de Bogotá, Colombia". Fecha de recepción: 17 de noviembre de 2021.

Luego de haber tenido en cuenta las observaciones efectuadas por el CEI-UR, se APRUEBA el protocolo en referencia junto con la información anexa.

Por favor enviar el aval del comité de ética de la FSBB una vez lo tengan para archivo del CEI-UR

Para el Comité de Ética es importante acompañarlo durante la ejecución del estudio. Por favor no dude en contactarnos en caso de tener alguna inquietud o de necesitar apoyo para el análisis de alguna situación específica. De igual forma le recomendamos notificar cualquier modificación en la ejecución del estudio no expuesta en la aprobación inicial del proyecto.

Cordialmente,

Alix Rocío Barrios Méndez
ALIX ROCÍO BARRIOS MÉNDEZ,
Secretaría Técnica.
(CEI-UR)



cc. Archivo
Proyecto: Martha Isabel Bautista

Este comité se rige por los lineamientos jurídicos y éticos del país a través de las resoluciones 8430 de 1993 y 2378 de 2008 del Ministerio de Salud y Protección Social. Igualmente, se siguen los acuerdos contemplados en la declaración de Helsinki (Fortaleza, Brasil 2013) y de la Conferencia Internacional de Armonización para las Buenas Prácticas Clínicas. Recomendamos visitar nuestra página web, en donde encontrará información actualizada de los procedimientos del Comité de Ética en Investigación de la Universidad del Rosario, así como cursos en ética de la investigación de acceso libre. <http://www.urosario.edu.co/Investigacion/Comite-de-Etica-en-Investigacion>

Anexo 5

Aprobación Comité de Ética FSFB

CCEI-14050-2022
Bogotá, marzo 29 de 2022



Doctor
FLAVIO ENRIQUE GARCÍA ROMERO
Investigador Principal

Ref. Protocolo: "Determinación de las limitaciones para la implementación de modelos de inteligencia artificial en cuidado intensivo en un hospital universitario de Bogotá, Colombia".

Cordial Saludo,

El Comité Corporativo de Ética en Investigación en reunión virtual del 28 de marzo de 2022 y como consta en el Acta 05, con un quórum del 94% siendo el mínimo el 50+1 integrado por 16 miembros permanentes contando con la asistencia de:

Dr. Klaus Mieth	Ortopedista, MSc. Epidemiología – Presidente-
Dr. Bernardo Moreno	Gineco – Obstetra – MSc. Epidemiología
Dr. Carlos Felipe Perdomo	Cirujano- Esp. Epidemiología
Dr. José Fernando Vera	Pediatra-Gastroenterólogo- Esp. Epidemiología
Dra. Diana Quijano	Otorrinolaringóloga - MSc. Epidemiología
Dr. Ricardo Martín	Gineco-obstetra - MSc. Epidemiología
Lic. Margarita González	Enfermera – MSc. Bioética
Dra. Ana Cristina Palacio	Cardióloga, MSc. Bioética
Dra. Paula Prieto	Médico, MSc. Bioética
Dr. Eliecer Cohen Olivella	Emergenciólogo -MSc. Bioética
Dra. Ángela Caro	Química Farmacéutica – Esp. Epidemiología y Atención Farmacéutica, MSc. en Educación
Dr. Camilo Peña	Químico Farmacéutico – MSc. Farmacología
Dra. Gloria Ximena García	Abogada, Esp. en Derecho Comercial y de Empresa
Sra. María Eugenia Camacho	Miembro de la Comunidad
Sr. Lope Bernardo Holguín	Miembro de la Comunidad

DECLARACION DE INTERESES

Los Miembros del Comité declaran no tener intereses en la evaluación de este protocolo con el Investigador, Patrocinador y Centro de investigación.

CONCEPTO

Recibe, evalúa y aprueba el protocolo versión 4.0 del 23 de febrero de 2022 de la referencia con los siguientes documentos:

Carrera 78 No. 123-90 Bogotá D.C., Colombia-Teléfonos: (571) 603 0303 - Fax: (571) 2146668 - Nit. 860.037.950-2
Correo electrónico: info@fcb.org.co - www.fcb.org.co



Fundación
Santa Fe de Bog

- De acuerdo a lo registrado en la resolución 8430 de 1993 – Artículo 16- párrafo 1, el Comité lo exime de aplicar por escrito el consentimiento informado y dejar solo el del enlace <https://forms.office.com/r/kGf6RrXXk> para legalizar la aceptación del paciente.
- La aprobación de esta investigación se expide por 1 año.
- Todos los resultados de los estudios sean positivos, negativos o inconclusos deben ser publicados de acuerdo a la Declaración de Helsinki Artículo 36.
- Se recomienda dar lectura a las condiciones de sostenimiento de la aprobación, incluyendo lo mencionado en las Leyes de protección de datos personales e información de bases de datos.

1. Protocolo: "Determinación de las limitaciones para la implementación de modelos de inteligencia artificial en cuidado intensivo en un hospital universitario de Bogotá, Colombia". Versión 4.0 del 23 de febrero de 2022.

2. Hoja de vida de Flavio Enrique García Romero-Ingeniero Biomédico-Especialista en Gerencia de Ingeniería hospitalaria- Magister en gestión de proyectos- Jefe Ingeniería Clínica y activos fijos como Investigador principal del estudio de la referencia con los siguientes soportes: Certificado de Buenas Prácticas Clínicas el cual realizo el 7 de marzo de 2022 (vigencia 3 años), y Declaración de Intereses.

3. Hoja de vida del doctor Ever Leonardo Rojas Díaz- Especialista en Medicina Crítica y Cuidado Intensivo -Hospitalario del Departamento de Medicina Crítica y Cuidado Intensivo como Investigador secundario del estudio de la referencia con los siguientes soportes: Certificado de Buenas Prácticas Clínicas el cual realizo el 16 de diciembre de 2021 (vigencia 3 años), y Declaración de Intereses.

4. Hoja de vida de la doctora Natalia Andrea Pedraza López- Hospitalaria del Departamento de Medicina Crítica y Cuidado Intensivo-Asistente de investigación con los siguientes soportes: Certificado de Buenas Prácticas Clínicas el cual realizo el 24 de febrero de 2021 (vigencia 3 años), y Declaración de Intereses.

5. Carta de adhesión a la declaración de Helsinki debidamente firmada por los investigadores.

Condiciones de sostenimiento de aprobación bajo las normas de Buena Práctica en Investigación:

1. El Comité le solicita mantener los siguientes documentos en físico o en forma digital, los cuales serán objeto de seguimiento por parte del Comité de Ética:

- Protocolo, Enmiendas, Informes de Consentimiento, Escalas o Cuestionarios y Herramientas de recolección de datos (versiones aprobadas por el Comité).
- Cartas de sometimiento a evaluación por el Comité de Ética de los anteriores documentos y comunicado de aprobación de los mismos.
- Hojas de vida de los investigadores y certificado de Buena Práctica Clínica con 2 años de vigencia.
- Copia de la póliza de cubrimiento de eventos adversos serios (si aplica).
- Copia de todos los Informes de Consentimiento firmados por los pacientes que ingresaron al estudio (si aplica).
- Soportes diligenciados de encuestas, cuestionarios (si aplica) así como de la herramienta de recolección de datos.
- Publicación

Carrera 78 No. 123-90 Bogotá D.C., Colombia-Teléfonos: (571) 603 0303 - Fax: (571) 2146668 - Nit. 860.037.950-2
Correo electrónico: info@fcb.org.co - www.fcb.org.co

2. Para seguimiento de los estudios se solicita que se reporte al Comité los siguientes informes (documentos que también deben quedar dentro del archivo del investigador con su correspondiente sometimiento al Comité y respuesta del mismo):

- Informar el inicio del estudio el cual corresponde a la inclusión del primer paciente o inicio de la recolección de datos.
- Sometimiento para aprobación de todos los cambios a protocolo.
- Solicitud de renovación de la aprobación anual, con el informe de gestión realizado durante el último periodo.
- Eventos adversos serios (si aplica) antes de 24 horas de conocido el evento en el Formato APY-CCEI-FOR-037 versión 2.0 del 18 de marzo de 2016 para reporte de eventos adversos en investigación.
- Informe de desviaciones/Violaciones a protocolo, a los procedimientos o a la aplicación del Informe de Consentimiento según las normas de Buena Práctica Clínica.
- Informe semestral de avances del estudio en el Formato APY-CCEI-FOR-036 el cual debe reportarse en los meses de Abril y Octubre mientras dure la investigación. Quien no remita sus informes no se le otorgará renovación de la aprobación.
- Informe de resultados y conclusiones.

Además de conocer los antecedentes expuestos en su protocolo, este Comité consideró que el estudio presenta las siguientes observaciones:

1. Los Miembros del Comité declararon no tener conflicto de interés al igual que el investigador.
2. Presenta validez social y científica.
3. Presenta una selección equitativa de sujetos
4. El diseño se ajusta a las normas de Investigación en Seres Humanos.
5. La razón de beneficio fue estimada aceptable.
6. El protocolo se clasifica con riesgo mínimo. Se recomienda en todo momento tener en cuenta la Política de Protección de tratamiento de datos personales APY-POL-060, así como lo mencionado en las Leyes 1581 de 2012 - Protección de datos personales y 1266 de 2008 Ley Hábeas Data - Manejo de información contenida en las bases de datos personales. Es su responsabilidad la confidencialidad de los datos.
7. Los antecedentes curriculares de los Investigadores garantizan la ejecución del protocolo dentro de los marcos éticamente aceptables.

Doctor García, al ser aprobado este Proyecto de Investigación usted se compromete a:

1. Cumplir con los Principios Éticos de Respeto por las personas, Beneficencia y Justicia de acuerdo a Informe de Belmont.
2. Recordar que siempre debe haber una proporcionalidad entre el riesgo y el beneficio de acuerdo al Principio de Belmont.

3. Cumplir y hacer cumplir por parte de su equipo de trabajo las Regulaciones Nacionales establecidas para Investigación y a las cuales se acoge este Comité Resolución 8430 de 1993.

4. Adherirse al Código de Conducta del Cuerpo Médico y Odontológico, Política de Investigación y Estándares del Comité Corporativo de Ética en Investigación.

5. Mantener la privacidad y confidencialidad de los participantes.

6. Asegurar la veracidad de los datos de la investigación.

7. No aplicar cambios a los documentos aprobados en esta acta sin previo conocimiento y aprobación por parte de este Comité.

8. Cumplir con todas las solicitudes realizadas por este Comité, teniendo en cuenta que su incumplimiento se considerará una falta a la Buena Práctica Clínica.

9. Publicar los resultados del estudio y comunicar los mismos a la comunidad en general e especial a los sujetos en investigación y al Comité de Ética.

Declaración de GCP del Comité:

De la misma manera informamos que el Comité Corporativo de Ética en Investigación desarrolla labores como Comité independiente (IRB/IEC). Igualmente, este comité se adhiere al Código de Conducta del Cuerpo Médico y Odontológico de la Institución, la Resolución 8430 de 1993, Resolución 1995 de 1999, Resolución 2378 de 2008 de INVIMA, Resolución No. 2011020764 del 10 de junio de 2011, Circular externa DG100-00381-10, Circular externa SMPB-600-156-12. Guías para Comités de Ética en Investigación del INVIMA, Guías alternas del INVIMA que se encuentren vigentes en el transcurso del estudio, Manuales y Estándares Operacionales del Comité, Guía ICH/GCP Tripartita y Armonizada para la Buena Práctica Clínica de 2016, Pautas Éticas Internacionales CIOMS 2016, Declaración de Helsinki, Declaración de la Asociación Médica Mundial, Declaración Universal sobre Genoma Humano, Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos de la UNESCO.



KLAUS MIETH ALVIAR
Presidente
Comité Corporativo de Ética en Investigación
Telefax 6030303 Ext. 5402
comiteinvestigativo@fsfb.org.co

Anexo 6

Prueba de Hipótesis Para Proporciones

		Manejo de la información y bases de datos en UCI			
		De acuerdo (A)	En desacuerdo (B)	Neutro (C)	Totalmente de acuerdo (D)
Ocupación	Auxiliar de enfermería		. a,b	. b	
	Fonoaudiología		. a,b	. b	. b
	Ingeniería biomédica		. a,b	. b	
	Médico especialista		. a,b	. b	A
	Médico residente		. a,b	A	
	Profesional de enfermería		. a,b		
	Químico farmacéutico	. b	. a,b	. b	
	Técnico de ingeniería biomédica		. a,b	. b	
	Terapia física		. a,b	. b	
	Terapia ocupacional		. a,b	. b	. b
	Terapia respiratoria		. a,b		

Results are based on two-sided tests. For each significant pair, the key of the category with the smaller column proportion appears in the category with the larger column proportion.

Significance level for upper case letters (A, B, C): .05

- a. This category is not used in comparisons because the sum of case weights is less than two.
- b. This category is not used in comparisons because its column proportion is equal to zero or one.
- c. Tests are adjusted for all pairwise comparisons within a row of each innermost subtable using the Bonferroni correction.