



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

TEMA:

**Estudio predictivo del impacto de la implementación de robots con
inteligencia artificial en el área de servicio al cliente de unidades
médicas privadas en la ciudad de Guayaquil.**

AUTOR:

López Bustamante Dioselina Lorena

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES**

TUTOR:

Ing. Morejón Campoverde José Lenin

Guayaquil, Ecuador

15 de marzo de 2021



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENNERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **López Bustamante Dioselina Lorena**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero en Sistemas Computacionales**.

TUTOR

f. _____
Ing. Morejón Campoverde José Lenin

Guayaquil, a los 15 días del mes de marzo del año 2021



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENNERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **López Bustamante Dioselina Lorena**

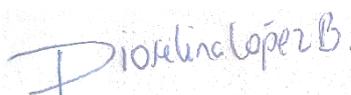
DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Estudio predictivo del impacto de la implementación de robots con inteligencia artificial en el área de servicio al cliente de unidades médicas privadas en la ciudad de Guayaquil** previo a la obtención del título de **Ingeniero en Sistemas Computacionales**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 15 días del mes de marzo del año 2021

EL AUTOR

f. 
López Bustamante Dioselina Lorena



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENNERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

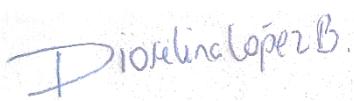
AUTORIZACIÓN

Yo, López Bustamante Dioselina Lorena

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Estudio predictivo del impacto de la implementación de robots con inteligencia artificial en el área de servicio al cliente de unidades médicas privadas en la ciudad de Guayaquil**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 15 días del mes de marzo del año 2021

EL AUTOR:

f. 
López Bustamante Dioselina Lorena



UNIVERSIDAD CATOLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA INGENIERIA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES
PERIODO B-2020 UTE

**ACTA DE TRIBUNAL DE SUSTENTACION
TRABAJO DE TITULACION**

En sesión del día 15 de Marzo de 2021, el Tribunal de Sustentación ha escuchado y evaluado el Trabajo de Titulación denominado "ESTUDIO PREDICTIVO DEL IMPACTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE ROBOTS CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL ÁREA DE SERVICIO AL CLIENTE DE UNIDADES MÉDICAS PRIVADAS EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL", elaborado por el/la estudiante DIOSELINA LORENA LOPEZ BUSTAMANTE, obteniendo el siguiente resultado:

Nombre del Docente-tutor	Nombres de los miembros del Tribunal de sustentación		
JOSE LENIN MOREJON CAMPOVERDE	ANA ISABEL CAMACHO CORONEL	GALO ENRIQUE CORNEJO GOMEZ	CESAR ADRIANO SALAZAR TOVAR
Etapas de ejecución del proceso e Informe final	Nota sobre 10:	Nota sobre 10:	Nota sobre 10:
Nota sobre 10: 10.0	9.0 Total: 20 %	7.5 Total: 50 %	7.5 Total: 30 %
Parcial: 50 %	Parcial: 50 %		
Nota final ponderada del trabajo de título:			

Para constancia de lo cual los abajo firmantes certificamos.

Miembro 1 del Tribunal

Miembro 2 del Tribunal

Oponente

Docente Tutor

F. López Bustamante



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

REPORTE URKUND

URKUND

Document Information

Analyzed document	Tesis Final - Dioselina Lopez.docx (D97975350)
Submitted	3/11/2021 2:09:00 PM
Submitted by	jorge pesantes
Submitter email	jorge.pesantes@cu.ucsg.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	jorge.pesantes.ucsg@analysis.arkund.com

TUTOR

f. _____
Ing. Morejón Campoverde José Lenin

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien me ha guiado a lo largo de mi vida por un camino lleno de luz y bendiciones. También a todas las autoridades y docentes de la Universidad Católica Santiago de Guayaquil que contribuyeron a mi aprendizaje les doy mi más profundo agradecimiento, así mismo agradezco a mi tutor el Ing. José Morejón que, con sus conocimientos y enseñanza, me guio en el desarrollo de este trabajo de titulación. A mis amigas Gaby e Ingrid que me brindaron su cariño y aprecio desde el inicio de la carrera, siempre les estaré eternamente agradecida. Por último, agradezco a mi familia por impulsarme a seguir preparándome profesionalmente y contribuyendo a cumplir todas mis metas, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, apoyo incondicional y amistad.

Dioselina López B.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a Dios por darme la vida, a mi padre Joffre por confiar en mi capacidad y esfuerzo en estos años de estudio en la universidad, a mi madre Lorena por tener la paciencia de levantarse temprano para realizar mi desayuno todos los días y el amor con el que me trata cada vez que llegaba cansada luego de un día largo de estudio, a mi hermano por estar presente en mi vida, a mis abuelitas Dioselina y Apolonia por tener un gran afecto hacia mi persona.

Dioselina López B.

ÍNDICE

ÍNDICE	VIII
ABSTRACT	XV
GLOSARIO DE TERMINOS	XVI
INTRODUCCIÓN	2
CAPÍTULO I	4
1. EL PROBLEMA	4
1.1. Planteamiento del Problema.....	4
1.2. Causas y Consecuencias del Problema	4
1.3. Delimitación del Problema	5
1.4. Formulación del Problema	6
1.5. Evaluación del Problema	6
1.6. Objetivos.....	7
1.7. Alcances Del Problema.....	8
1.8. Justificación e Importancia.....	8
1.9. Hipótesis o Pregunta de Investigación.....	9
1.10. Variables de la Investigación	9
CAPÍTULO II	11
2. MARCO TEÓRICO	11
2.1. Los robots	11
2.2. Evolución de los Robots	12
2.3 Tipos de Robots.....	14
2.4. Robots en Medicina	15
2.5. Procesos en los que puede intervenir los Robots en servicio al cliente	17
2.6. Características.....	21
2.7. Evaluación ética y responsabilidades de los Robots en salud.....	22
2.8. Marco regulatorio del uso de robots	23

2.9. AI (Inteligencia Artificial)	24
2.10. Tipos de inteligencia artificial en la atención sanitaria.	26
2.11. Beneficios de la automatización a través de robots con Inteligencia Artificial a nivel sanitario	27
2.12. Clasificación de la inteligencia artificial en los robots	29
2.13. Tipos de formas de aprendizaje.....	30
2.13.1. Aprendizaje Automático (Machine Learning)	31
2.14. Aprendizaje Profundo (Deep Learning).....	33
2.15. Plataforma de desarrollo de robots	35
2.16. Casos de éxito de la robótica en materia de salud:	37
CAPÍTULO III.....	40
3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
3.1 Tipo de Investigación	40
3.2 Método de la investigación	40
3.3 Identificación de la población y muestra	41
3.3.1 Población	41
3.3.2 Muestra	42
3.4 Tratamiento de la información	43
3.4.1 Instrumentos de recolección de método cuantitativo	43
3.4.2 Instrumentos de recolección del método cualitativo	44
3.5 Análisis de resultados de las encuestas	45
3.6 Interpretación de los datos cuantitativos	53
3.7 Interpretación de los datos cualitativos	54
3.8 Conclusiones de la investigación	57
CAPÍTULO IV	60
4. PROPUESTA METODOLÓGICA.....	60
4.1. Procesos en el área de servicio al cliente	60

4.2. Características relevantes con las que debería contar el robot con inteligencia artificial para los principales procesos del caso de estudio: Centro médico Redima.	63
4.3. Algoritmo de la AI alineado al área de servicio.	65
4.4. Modelo Predictivo Random Forest en los procesos de la Unidad médica.	73
4.5. Análisis del Impacto de la implementación de robots con AI en área de servicio al cliente de unidades médicas privadas en la ciudad de Guayaquil.	80
4.6. Análisis del Impacto de la implementación de robots con AI en área de servicio al cliente de unidades médicas privadas en la ciudad de Guayaquil por parte de los profesionales de la salud.	81
4.7. Ventajas de la aplicación de los robots con AI en los principales procesos de servicio al cliente en los centros médicos.	82
4.8. Riesgos de la aplicación de los robots con IA en el área de servicio al cliente.	82
5. CONCLUSION Y RECOMENDACIÓN	84
5.1 CONCLUSIONES	84
5.2 RECOMENDACIONES	85
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	86
ANEXOS	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución del paciente en área de triaje según su estado crítico	18
Figura 2. Delitos Informáticos	24
Figura 3. Áreas y productos tecnológicos donde se puede implementar AI	25
Figura 4. Tipos de formas de aprendizaje.....	31
Figura 5. Tipos de Aprendizaje Automático	32
Figura 6. Ros	35
Figura 7. Urbi	36
Figura 8. Orocós	36
Figura 9. Yarp	37
Figura 10. Desarrollo de un fármaco con inteligencia artificial.....	38
Figura 11. Robots en el campo de la salud.....	45
Figura 12. Lugares preferidos para atenderse en una especialidad médica	46
Figura 13. Lugares favoritos para atenderse por medicina general	47
Figura 14. Nivel de emociones de los pacientes frente a los Robots.....	48
Figura 15. Impacto pueden desarrollar los robots en el campo de la salud .	49
Figura 16. Anuencia a ser atendido por un robot en el área de estadísticas	49
Figura 17. Anuencia a ser atendido por un robot.	50
Figura 18. consideraciones respecto del uso de robots en tiempos de COVID-19.....	51
Figura 19. Pacientes permisibles a que un robot les realice una cirugía	51
Figura 20. Perspectiva general de los pacientes sobre los robots con inteligencia artificial.....	52

Figura 21. Diagrama del proceso de servicio al cliente antes de la pandemia del Covid-19.....	60
Figura 22. Diagrama del proceso de servicio al cliente después y durante la pandemia Covid-19.....	61
Figura 23. Diagrama de proceso de atención al cliente con robot IA.....	62
Figura 24. Ejemplo aprendizaje supervisado y el no supervisado.	66
Figura 25. Proceso de algoritmo de Bosque aleatorio	71
Figura 26. Árbol 1	76
Figura 27. Árbol 2	76
Figura 28. Árbol 3	77
Figura 29. Árbol 4	77
Figura 30. Árbol 5	78
Figura 31. Árbol 6	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Consecuencias del Problema	4
Tabla 2. Delimitación del Problema	5
Tabla 3. Cálculo de la Población Estadística.	41
Tabla 4. Robots para el campo de la salud.....	45
Tabla 5. Escala de calificación matemática	52
Tabla 6. Comparación entre el aprendizaje supervisado y el no supervisado.	65
Tabla 7. Comparación de los diferentes algoritmos del aprendizaje supervisado.....	67
Tabla 8. Creación del Dataset.....	74
Tabla 9. Crear Bootstrapping del dataset	74
Tabla 10. se definir dos variables aleatoriamente.....	75
Tabla 11. Se define solo una variable aleatoriamente.	75

RESUMEN

Los robots con inteligencia artificial han contribuido con el cuidado de la salud mejorando el servicio en las unidades médicas; como también han evolucionado respecto a las necesidades del ser humano, resolviendo problemáticas actuales como la optimización de procesos de diagnóstico al paciente dentro de las unidades médicas. Por ello el presente trabajo de titulación se centra en detallar los procesos que se realizan en el área del servicio al paciente, conocer la perspectiva de los profesionales médicos y de los pacientes para precisar en qué procesos/tareas podría sugerirse implementar un robot con inteligencia artificial dentro de las entidades de salud. Utilizando una metodología de investigación exploratoria de enfoque cuantitativo y cualitativo para la recolección de datos aplicados a médicos y pacientes en la ciudad de Guayaquil. Con esta información, se establecerán las ventajas y los riesgos de la aplicación de los robots con inteligencia artificial, así como los factores que la permiten. Respectivamente, los hallazgos contribuirán para detallar las características que debe tener el robot, para que se ajuste al modelo de servicio al cliente de las unidades médicas.

Palabras Clave: Robots, Inteligencia artificial, Unidades médica.

ABSTRACT

Robots with artificial intelligence have contributed to health care by improving service in medical units; as they have also evolved with respect to the needs of the human being, solving current problems such as the optimization of patient diagnosis processes within medical units. For this reason, this degree work focuses on detailing the processes carried out in the area of patient service, knowing the perspective of medical professionals and patients to specify in which processes / tasks it could be suggested to implement a robot with artificial intelligence within health entities. Using an exploratory research methodology with a quantitative and qualitative approach for data collection applied to doctors and patients in the city of Guayaquil. With this information, the advantages and risks of the application of robots with artificial intelligence will be established, as well as the factors that allow it. Respectively, the findings will contribute to detail the characteristics that the robot must have, so that it conforms to the service model of medical units and collaborates with social distancing, in the area of customer service.

Key Words: *Robots, Artificial Intelligence, Medical Units.*

GLOSARIO DE TERMINOS

1. AI

Abreviatura de Inteligencia artificial.

2. Algoritmo

Es un conjunto de secuencia de procesos con la finalidad de resolver problemas para posteriormente mostrar los resultados obtenidos.

3. Robot

Es una máquina en que el ser humano programa para que realice procedimientos, operaciones para la realización de tareas de cualquier tipo de dificultad.

4. Machine Learning

Es una disciplina en la ciencia de computación que permite un dispositivo tecnológico aprender de una manera autónoma.

5. Covid-19

Nombre que le fue otorgado por la OMS debido a la enfermedad del coronavirus que se originó en China en el 2019.

6. Gameplays

Termino que se usa para indicar que un usuario interactúa con el juego o viceversa.

7. Chatbots

Es un sistema informático utilizado para realizar conversaciones de chat por medio de texto o texto a voz entre usuario y máquina también puede funcionar con sistemas de inteligencia artificial.

8. OMS

(<https://www.who.int/home>). Organización Mundial de la Salud.

9. Telemedicina

Es un término utilizado para referirse a un servicio médico entre el paciente y el profesional en el cual se da asistencia médica a distancia mediante dispositivos electrónicos.

10. Imagenología

Es un conjunto de palabras que se emplea para nombrar a las técnicas y procedimiento para la toma de imágenes del cuerpo humano para utilizarlos de forma clínica o científica.

11. PNL

Abreviatura Programación Neurolingüística.

12. Self-aware

Es un término que se refiere a la autoconciencia o en ingles Self-aware se refiere a la manera de conocerse a sí mismo como su carácter, defectos entre otros.

13. Exoesqueleto

Un exoesqueleto mecánico es un armazón que es utilizado para facilitar las acciones de su portador por medio de un sensor son detectadas las señales que el cerebro envía para realizar alguna actividad en específico.

14. Pulsioxímetro

Es un dispositivo utilizado en el área médica el cual está diseñado para detectar el nivel de oxígeno que se encuentra en la sangre como también se puede identificar la frecuencia cardiaca, así mismo el pulso del paciente.

15. Triage

Es un método que sirve para clasificar la urgencia de atención que requiere el paciente, está dividido por niveles.

16. Omnicanalidad

Es una táctica comercial de unificación que se enfoca en canales de venta y comunicación para otorgar una mayor experiencia a los clientes.

17. Ciberentorno

Es el conjunto que contiene a los usuarios, los dispositivos, el software que se ejecuta en los dispositivos electrónicos, las aplicaciones o servicios que están conectados al internet.

18. COIP.

Abreviatura de Código Orgánico Integral Penal

19. Open Source

Es un término que se utiliza para referirse a un software en el cual su desarrollo funciona con un código fuente libre y de fácil accesibilidad.

20. Hipoxemia

Es un diagnóstico médico que se origina por el bajo nivel de oxígeno en la sangre.

21. Bootstrapping

Es una técnica de muestreo estadístico que implica un muestreo aleatorio de un conjunto de datos.

INTRODUCCIÓN

La civilización humana avanza a pasos agigantados durante el transcurso de los años, el mundo ha vivido hasta el momento 3 revoluciones industriales que cambiaron las formas de trabajar, costumbres de vida, proceso de fabricación e incluso incitaron un cambio en la forma en la que el ser humano se desarrolla como especie. La primera revolución con el carbón y el ferrocarril, la segunda revolución en la industrialización, con la aparición de la máquina y la mecánica, así como de aparatos eléctricos, la tercera revolución con el desarrollo tecnológico y el inicio del internet, y actualmente ya se vive la cuarta revolución industrial impulsada con varias tecnologías de alto desarrollo como: inteligencia artificial, internet de las cosas (IoT), impresiones 3D, blockchain, robótica, biotecnología, medicina predictiva, machine learning, ciencias de datos, etc.

En el campo de la medicina, la tecnología ha desafiado la industria con la implementación de ésta en diferentes momentos del servicio de salud, como por ejemplo, que a partir de cierta cantidad de datos de un paciente se puede predecir con mayor exactitud su diagnóstico y también futuras afecciones; o el desarrollo de robots que realizan las cirugías complejas con mayor precisión que las de un humano; o las máquinas más desarrolladas como acompañamiento y complemento para la eficiencia de la gestión de un profesional de la salud.

El contexto actual originado por la pandemia del COVID-19, permite oportunidades de inserción de estas tecnologías en los establecimientos de salud para evitar el contacto humano, a través de robots con inteligencia

artificial para la articulación de actividades repetitivas y de alta exposición física hacia el paciente. (WEB ECONOMIC FORUM, 2020).

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

La automatización de los procesos durante el paso de los años va cambiando la forma en cómo se interactúa con la tecnología. Es de tal manera que gracias a la industria 4.0 se interconectan todas las partes involucradas en las unidades médicas para utilizar los recursos de una forma más eficiente a través de la inteligencia artificial; pero será que si se está preparado para esta revolución.

Surgiendo la pregunta de que si ¿Será factible determinar mediante un estudio predictivo la efectividad de implementar robots con AI en unidades médicas privadas en la ciudad de Guayaquil? Para ello es importante involucrar diversos algoritmos de la AI que optimice los niveles que calidad de tareas tales como toma de signos vitales, medidas antropométricas, entre otros.

Teniendo en consideración que la AI es una tecnología que marca un antes y un después en todos los sectores. Por consecuente dichos robots serán capaces de recrear capacidades cognitivas como el aprendizaje, el razonamiento, la resolución de problemas o inclusive la autocorrección.

1.2. Causas y Consecuencias del Problema

En la Tabla No. 1 se describirán las causas por las que en la ciudad de Guayaquil no hay robots con AI en las clínicas privadas y consecuencias que conlleva la falta de su implementación.

Tabla 1. Consecuencias del Problema

CAUSAS	CONSECUENCIAS
--------	---------------

Falta de herramientas tecnológicas en las unidades.	Ineficiencia en el tiempo en el que se realizan las actividades
Poca difusión del gobierno sobre el apoyo a nuevos desarrollos tecnológicos.	Insuficientes proyectos tecnológicos que podrían resolver las necesidades de los ciudadanos de Guayaquil en las unidades médicas.
Poca inversión en los centros educativos para investigar y diseñar nuevas herramientas tecnológicas con AI.	Poco conocimiento en el área de la robótica en la ciudad de Guayaquil por parte de los estudiantes.

Elaboración propia

1.3. Delimitación del Problema

Se determinará mediante un estudio aplicando algoritmos de Machine Learning la eficiencia de implementar robots con AI en unidades médicas.

Tabla 2. Delimitación del Problema

Campo	Investigación
Área	Tecnología, Salud, Robótica
Aspecto	Realizar un estudio predictivo de la implementación de robots con AI para ayudar con los procesos de diagnóstico relevantes en las clínicas privadas de la ciudad de Guayaquil.
Tema	Estudio predictivo del impacto de la implementación de robots con inteligencia artificial en el área de servicio al cliente de unidades médicas en la ciudad de Guayaquil.

Elaboración propia

1.4. Formulación del Problema

¿El estudio predictivo del impacto de la implementación de robots con inteligencia artificial en los centros médicos en la ciudad de Guayaquil ayudará a determinar la eficiencia de su implementación?

Como se lo ha indicado no se han implementado robots con AI en unidades médicas privadas de la ciudad de Guayaquil que optimicen la realización de procesos. Por lo tanto, este trabajo de titulación será oportuno para dar inicio a proyectos innovadores tecnológicos en dicha área de investigación.

1.5. Evaluación del Problema

Para la evaluación del problema de este trabajo de titulación se ha escogido los siguientes aspectos generales de evaluación:

Delimitado: Dirigido a las unidades médicas del sector privado de la ciudad de Guayaquil.

Evidente: Tiene como propósito ayudar a las unidades privadas a brindar un servicio más eficiente hacia sus pacientes, aprovechando el contexto de prevención sanitaria en la que se puede justificar la implementación de tecnologías innovadoras.

Concreto: Orientado a un diseño específico con las que deberían contar el robot con inteligencia artificial con sus respectivos algoritmos para el área de servicio al cliente en las unidades médicas privadas en la ciudad de Guayaquil.

Original: Se considera novedoso, debido que en la ciudad de Guayaquil no se observa que los establecimientos de salud de ningún tipo, al 2020 hayan implementado cambios en sus servicios a partir del uso de robots con inteligencia artificial; por lo cual constituye una oportunidad en la medida en la

que estas tecnologías sean aceptadas por el segmento de pacientes al que se dirige algún establecimiento de salud en particular.

Factible: La presente investigación se considera factible porque se justifica en la necesidad de encontrar soluciones a los servicios de salud altamente demandados en el contexto actual, y que requieren que sus innovaciones contemplen la prevención para que sus cambios tengan acogida positiva. Se considera que generará interés por parte de los establecimientos de salud privados, quienes pueden contribuir con información sobre los procesos de sus servicios para apoyar esta investigación.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Diseñar un estudio predictivo del impacto de robots con Inteligencia Artificial en la ciudad de Guayaquil, para el área de servicio al cliente de unidades médicas privadas.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Revisar la evolución de los robots con algoritmos de inteligencia artificial.
- Identificar los principales procesos que se llevan a cabo en el área del servicio al cliente para precisar cuál de los algoritmos de inteligencia artificial se ajuste al modelo de servicio de un caso de estudio.
- Detallar las características relevantes con las que deberían contar el robot con inteligencia artificial para cumplir con los principales procesos del servicio al cliente más relevantes del caso de estudio.

- Establecer perspectivas sobre las ventajas y los riesgos de la aplicación de los robots con AI en el área de servicio al cliente en una unidad médica privada de la ciudad de Guayaquil.

1.7. Alcances Del Problema

El alcance de este trabajo de titulación será realizar un estudio predictivo del impacto de la implementación de robots con AI enfocado en los principales procesos del área de servicio al cliente, con la finalidad de reducir el tiempo en que se realizaran los diversos diagnósticos en el centro médico.

Así mismo, de acuerdo con los resultados obtenidos en los instrumentos de recolección de datos se podrán detallar las características que deben cumplir los robots con AI y los procesos que se llevan a cabo en el área de servicio al cliente para verificar cuál de los algoritmos de inteligencia artificial se ajustan a las necesidades de las unidades médicas privadas en la ciudad de Guayaquil.

Para el enfoque del proyecto se trabajará bajo el tipo metodológico descriptivo debido a que se va a describir todo lo que se refiere al objeto de estudio como también será exploratoria con enfoque cualitativo para poder plasmar de forma conceptual todas las terminologías que van a permitir analizar el impacto.

1.8. Justificación e Importancia

La implementación de robots con inteligencia artificial se ha evidenciado en múltiples industrias como la manufacturera, agrícola, de educación, etc. La industria de la salud es una de las que mayor desarrollo tecnológico ha presentado a partir del surgimiento del machine learning (auto-aprendizaje automático de las máquinas y robots), robótica e inteligencia

artificial; debido a que son múltiples los beneficios para mejorar la calidad y la esperanza de vida, se considera que la implementación de estas tecnologías afianzara la ventaja competitiva de algunos establecimientos frente a otros en el mediano y largo plazo.

Una de las ventajas que ofrecen los robots con inteligencia artificial es mejorar la eficiencia y agilidad en la ejecución de actividades repetitivas como: toma de signos vitales, toma de datos, lectura de historiales clínicos, actividades de enfermería como cuidado del paciente, suministro de medicinas, etc que pueden apoyar la labor médica al mismo tiempo que se mejora el servicio, se reducen tiempos, y se libera de costos laborales al disminuir la necesidad de personal en las unidades médicas.

Por lo que este trabajo de titulación tendrá la utilidad de ampliar la perspectiva y el alcance que podría tener al implementar nuevas herramientas tecnológicas en los servicios de salud.

1.9. Hipótesis o Pregunta de Investigación

En el presente trabajo de titulación se plantea la pregunta de investigación que se llevara a cabo para la resolución del problema.

¿El estudio predictivo del impacto de la implementación de robots con inteligencia artificial ayudará a determinar su eficacia en el área de servicio al cliente en unidades médicas privadas de la ciudad de Guayaquil?

1.10. Variables de la Investigación

Como Variable dependiente se realizará un estudio predictivo del impacto de la implementación de robots con inteligencia artificial utilizando el algoritmo de modelo predictivo.

De igual forma para la variable independiente interviene el área del servicio al cliente de las unidades médicas privadas para identificar una posible aceptación por parte de los pacientes y personal.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

El propósito de este capítulo es definir todos los subtemas que forman parte del presente trabajo de titulación para instruir con los conceptos adecuados, confiables para una mayor comprensión y fácil entendimiento.

2.1. Los robots

El crecimiento que ha tenido el tema de los robots en estos años se ha visto en vuelta por el acelerado avance tecnológico enfocado en lo computacional, sensorial y también en las teorías de control y visión artificial. De acuerdo a RIA (Robotic Industry Association) (2014) su definición se describe como: “Todo mecanismo permitiendo efectuar enteramente o por parte, una tarea generalmente realizada por un hombre”.

Los robots se han convertido en una nueva experiencia para los usuarios, convirtiéndose en ventajas dentro de las empresas o cualquier sector laboral o educativo, generando un aumento de satisfacción de sus clientes incrementado la productividad, rapidez y calidad en lo que se ofrece. Paulatinamente se hace visible el uso de los robots en procesos de manufactura o en fábricas que se están automatizando, acompañándose con la inteligencia artificial surgiendo la creación de plataformas como aplicaciones para realizar distintas actividades.

El uso de esta tecnología dentro de los servicios incrementa y genera una ventaja competitiva para los sectores laborales que lo usan correctamente. Con AI al hablar de ventajas se resalta la rapidez en la atención, mayor efectividad y aumentar el empleo (Roque, 2020).

Catalogar a los robots como industriales, no industriales o para usos especiales. Si lo enfocamos a la época de la pandemia, evidentemente causaría un gran impacto dentro del campo médico. Los robots se han convertido en una ciencia que tienen apogeo e incentiva el interés del desarrollo de estas y se implanten en los campos de medicina, y otros.

2.2. Evolución de los Robots

Al pasar los años la implementación de robots en diferentes áreas ha aumentado progresivamente para ayudar al ser humano en sus labores, pero antes que se llegara a saber de lo que puede aportar los robots a la humanidad tuvo que pasar por una evolución.

En el 3500 a.E.C (Antes de la era común) en la antigua mitología de Egeo crearon la primera máquina automatizada el cual podía realizar algunos trabajos similares de las tareas que tenía una persona, posteriormente cerca del 1400 a.E.C Babilónica se creó el reloj de agua que es considerado uno de los aparatos automatizado de la época (Bolaños Linares, 2019). Aunque en aquellos tiempos aún no se utilizaba el término “robot” la necesidad de buscar una manera de facilitar las tareas eran requeridas para el ser humano.

A comienzo de 1920 el término robot fue empleado por primera vez en una obra dramaturgo checoslovaco llamada “Los Robots Universales de Rossum” de Karel Čapek donde expresa que un tipo de máquina le debe servir al ser humano en sus labores cotidianos, el término inicial de robot proviene de la palabra checa Roboty que tiene un significado muy peculiar que es “trabajador esclavo”. (Al Mahmud Al Mamun, 2019)

Posteriormente en el año 1957 la corporación Plannet con el inventor británico CW Kenward patentan por primera vez en la historia de la humanidad

el primer robot industrial el cual es manejado por conmutador, luego en 1960 la empresa Unimation diseña un tipo de robot llamado “Unimate” que consistía en un control numérico que realizaba sus movimientos por transmisión hidráulica que es el conjunto entre motor y ruedas que produce cierta cantidad de circulación (Sánchez-Martín, 2007). En esta época el hecho de que se haya empleado el primer robot para trabajar en una línea de elaboración de motores era muy novedoso debido a que no había de estos tipos de robots en el mercado.

En los mediados de los años 60 se desarrolló por primera vez un chatbots llamado Elizza, fue creada en el Instituto tecnológico de Massachusetts que en esa época fueron nombrados como “chatter bot”. Su objetivo es que el usuario y maquina pueda comunicarse por medio de un interfaz, pero era un desarrollo pionero (Sharoon Emmanuel, 2019). Ahora en la actualidad son capaces analizar información y tomar decisiones desde su perspectiva propia.

En 1969 un estudiante de la Universidad de Stanford, Victor Sheinman diseño el brazo robótico Stanford que solo podía ser controlado por medio de un computador, consistía en alcanzar cualquier posición debido a esto dio inicio a una nueva área para que los fabricantes utilicen los robots en soldaduras y ensamblajes. Luego en 1975 ASEA diseño el ASEA IRB que fue el primer robot desarrollado con microprocesador de Intel. (Davids, 2017)

En el año 2001 la robótica aeroespacial ha avanzado a grandes pasos debido a que se lanza Canadarm 2 conocido como el brazo robótico especial creado en Canadá que se encuentra en la Estación Espacial Internacional siendo el primer robot volador autónomo es el más difícil de manejar. Después

en el año 2005 hay una posibilidad del desarrollo de carros autónomos, más tarde en el año 2011 se vuelve a lanzar a la Estación Espacial Internacional y se convierte en el primer robot humanoide en el espacio, en la actualidad se está perfeccionando para llevar a cabo caminatas espaciales peligrosas (Thomson, 2019)

En 2016 se desarrolló un robot llamado Sophia fue diseñado por el estadounidense David Hanson. Sophia es robot con inteligencia artificial que puede mantener una conversación con una persona y es capaz de ampliar su lenguaje por medio de estas conversaciones. Posteriormente en el año 2019 la Universidad de Pensilvania crean nanobots se considera que son tan pequeños que pueden llegar a ser inyectados en el cuerpo (Corona, 2018).

En el año 2020 se creó un robot inteligente por la empresa Chuangze Intelligent Robot llamado Chuangchuang el cual está diseñado para hacer compañía a su cliente además que se está buscando que estos robots se puedan emplear en áreas como la educación y en la salud (Redación Tecnósfera, 2020). Por lo tanto, al principio cuando apenas se creaban robots, realizaban funciones muy básicas, pero actualidad se están desarrollando robots que realizan tareas desde muy básicas hasta complejas, son capaces de realizar conversaciones progresivamente o tareas minuciosas diseñadas para que los robots puedan hacerlas.

2.3 Tipos de Robots

Tal como se lo referencia en la evolución de los robots, con el paso del tiempo han surgido nuevas investigaciones que han permitido clasificarlos de la siguiente manera:

- Aeroespaciales.

- Drones.
- De educación.
- De entretenimiento.
- Humanoides.
- Médicos: Robot quirúrgico Da Vinci, Prótesis biónicas, esqueletos robóticos, Watson que responde a preguntas para aplicaciones de atención médica (Guizzo, 2018).
- De investigación.
- Auto-conductores de coches.
- Telepresencia.
- Bajo el agua.

Es así como según el enfoque de la presente investigación se centra en la aplicación de robots en el área de la medicina específicamente como apoyo en el área de servicio.

2.4. Robots en Medicina

El impacto de los robots es evidente en distintas áreas y una de esas es en el campo de la medicina; esto ha causado el desarrollo de nuevos aspectos que apoya a varios sectores de este campo. La existencia de esta ciencia es un aporte a los servicios de necesidades sociales humanas, resaltando que no tiene como objetivo el reemplazo del personal experto en su área siendo estos los médicos y enfermeras, sino para que sea como apoyo o soporte en las rutinas de trabajo y tareas de precisión. Se toma en cuenta que se presencia distintos desafíos en la implementación debido a temas como seguridad, precisión, costos y la aceptación de esta tecnología (García, Jiménez, & Santos, 2007)

Superar los inconvenientes y reforzar el estudio de la ingeniería en este campo, para que así tengas objetivos en concreto puesto que se espera que los robots desempeñen un papel fundamental en el futuro de la medicina y que sea el eje central ante cualquier caso inesperado que puede afectar al campo médico. De acuerdo con (Cornejo, Vargas, & Cornejo-Aguilar, 2020) sugieren que:

“Promover el trabajo multidisciplinario entre las ingenierías y ciencias de salud a través de proyectos de investigación, desarrollo e innovación e ingeniería biomédica, con la finalidad de estar listos para enfrentar una emergencias global y nacional como la actual pandemia causada por el sars-cov2” (p.1).

Es evidente que el enfrentamiento drástico que causado la pandemia afectada a la salud la cual se vive a nivel mundial. Priorizar la salud del personal médico mediante el uso de robots y diverso equipo biomédico proporciona mayor productividad, ejemplificando los casos de monitoreo de signos vitales con brazos robóticos teleguiados para medir la temperatura. Esta tecnología, permite que la población pueda conocer de estos temas y educarse sobre la importancia de esta tecnología en la medicina y también promover las buenas prácticas de higiene y sanidad.

2.4.1. Tipos de Robots en Medicina

Los robots invaden el espacio de la salud, desde los aspectos donde un error del ser humano podría ser catastrófico. Se utilizan robots porque ofrecen eficiencia y precisión, ahorro de costos, hospitalización más breve con robots en casa.

- Exoesqueletos: Robots que ayudan a las extremidades disfuncionales a que vuelvan a funcionar, aprobados por la FDA en 2011. Estos robots utilizan sensores que perciben las señales eléctricas del cerebro y entonces se anticipan a una respuesta.
- Robots quirúrgicos: Ofrecen precisión en cirugías de alto riesgo, y donde los seres humanos pueden cometer errores. Se trata de máquinas con brazos mecánicos que se puede instalar junto a otros equipos. Permite intervenciones más precisas, menos invasivas y remotas que se basan en disponibilidad y evaluación de grandes cantidades de datos.
- Robots que realizan cuidado: Cuidan de los pacientes, y ayudan a realizar tareas simples de enfermería como tomar temperatura. Estos robots, permiten satisfacer las crecientes demandas de asistencia a largo plazo de una población que envejece y se ve afectada por múltiples morbilidades. Permite tener un sistema de rehabilitación que apoyen la recuperación de los pacientes y su tratamiento a largo plazo en el hogar en lugar de en un centro de salud.
- Robots hospitalarios: Hacen actividades como la recolección y distribución de medicamentos, desinfección de objetos, muestras de laboratorio. Estos reducen la carga laboral. (Rosa Castro et al, 2020).

2.5. Procesos en los que puede intervenir los Robots en servicio al cliente

- Registro de cita/caja: El registro de la cita podría realizarse directo en una plataforma tecnológica, al mismo tiempo que puede ser obtenida en tiempo real en pantalla a través de un sistema manipulable por el paciente después de su llegada.

- Área postquirúrgica: Cuando un paciente ha sido internado en el hospital/clínica puede ser asistido por un robot en reemplazo de un enfermero. Principalmente para turnos nocturnos.
- Área de triaje y pulsiosímetro: En este proceso lo que se hace es distribuir a los pacientes según su estado de gravedad. El triaje se basa en la evaluación de signos vitales, condiciones de vida, intervenciones terapéuticas y evaluación dinámica. Los signos vitales son: toma de la presión arterial, respiración, pulso y temperatura. La toma de signos vitales también puede ser registrada por robots humanoides que pasan los datos al sistema general que usen los médicos. Los investigadores han utilizado robots en voluntarios sanos y planean implementarlo para evaluar a las personas que muestran síntomas de covid-19 en un entorno hospitalario.

ESTADO	TIEMPO ESTIMADO DE ESPERA	COLOR	CONDICIÓN DE SALUD
Critico (Nivel 1)	0 minutos	Rojo	Listado A
Emergencia (Nivel 2)	10 minutos	Naranja	Listado B
Emergencia (Nivel 3)	1 hora	Amarillo	Listado C
Estándar (Nivel 4)	120 minutos	Verde	Listado D
No urgente (Nivel 5)	Derivación a consulta externa	Azul	Listado E

Figura 1. Distribución del paciente en área de triaje según su estado crítico

Nota. Tomado del Manual de Triage Iberoamericano de la Organización Panamericana de la Salud OPS del 2010 (Organización Panamericana de la salud, 2010).

2.5.1. Tipos de robots en atención de caja/estadística.

- **Rommie Bot**

La realización del pago puede ser con dinero en efectivo o directamente con transacciones desde una cuenta, marcando cuáles son los servicios que requerirá según la valoración en área de triaje y consulta médica general.

2.4.2. Tipos de robots para toma y para evaluación de signos vitales.

- **Plataforme Partners Pulse**

Desarrollada por la empresa Partners Healthcare, en Massachusetts como herramienta muy utilizada en el proceso de triaje para evaluar al paciente que hace la consulta, a través de una serie de preguntas relacionadas sobre la sintomatología del virus Covid-19, identificando este chatbot si el usuario necesidad hacerse la prueba.

Además de esto, este chatbot dirige a las personas con síntomas menos graves a información relevante y otras opciones de atención virtual, con la finalidad de separar a las personas de alto y menor riesgo y que éstos puedan acudir sólo de ser necesario a los lugares y recursos más apropiados para hacerse la prueba u otras pruebas. (Telefónica Fundación TELOS Review, 2020)

El equipo de la empresa Partners, está dirigido por Lee Schwamm, Haipeng (Mark) Zhang y Adam Landman, venían realizando investigaciones tecnológicas para abordar formas más eficientes de manejar los procesos de auto-triaje del paciente a través de sistemas interactivos de respuesta de voz y chatbots, que con la pandemia empezaron a demandarse en mayor cantidad. (Harvard Business Review, 2020).

- **Sistema de salud de Providence St. Joseph en colaboración con Microsoft.**

Creado en Seattle como un sistema tecnológico inteligente que permite registrar enfermos de Covid-19 a través de un diálogo de su sistema con el paciente infectado, con la finalidad de diferenciarlos de aquellos que presentan otras patologías.

2.5.3. Tipos de robots asistentes en cuidados postoperatorios

- **Robots Boston Dynamics con forma de perro**

Se trata de robots inteligentes desarrollados por la empresa Boston Dynamics en colaboración con el MIT para ser usado en las salas de hospitalización o clínicas de emergencia Covid-19 para la realización de tareas repetitivas como:

- Administración de medicamentos
- Obtención de signos vitales
- Recolección de muestras de pacientes sometidos a aislamiento, para evitar el contacto humano en zonas de acceso restringido.
- Entrega de alimentos a los pacientes.

Estos robots están siendo usados en el Women's Hospital y en el Massachusetts General Hospital de Boston. (Telefónica Fundación TELOS Review, 2020)

- **Robot de la Johns Hopkins University**

Pequeño robot económico construido en el Laboratory for Computational Sensing and Robotics de la Johns Hopkins University, que realiza tareas sencillas de enfermería, con el objetivo de evitar el contacto humano y trabajar desde los pasillos fuera de la habitación del paciente, lo

que evitaría que ingrese personal de enfermería que deberá llevar puesto todo el equipo protector y arriesgarse (Telefónica Fundación TELOS Review, 2020).

- **Pepper**

Pepper es un robot humanoide capaz de interactuar, leer emociones y subir el ánimo a una persona cuando detecta que esta triste por medio de sus algoritmos y por sus sensores que le permite saber qué es lo que se encuentra en su entorno si es un objeto o un humano además de que se puede mover por sí mismo en las áreas permitidas, su lenguaje corporal es sofisticado y es muy expresivo al momento de dialogar con los usuarios debido que está diseñado para dar servicio al cliente (Pandey & Gelin, 2018).

2.6. Características

Los robots no tienen una definición precisa para su diseño no obstante hay características básicas que todo robot debe de tener para poder categorizarse como uno de ellos, las cuales son las siguientes:

- Los robots en la actualidad llevan sensores el cual por medio de este detectan su entorno como también existen sensores para cada parte en el que sea requerido como sensor de luz para los ojos artificiales, sensores táctiles para las manos como también sensores auditivos para captar el sonido (Mohammed, 2016).
- Para que un robot pueda funcionar a lo largo del día o por una determinada hora requiere de energía puede ser por medio de la energía solar, energía eléctrica o por medio de baterías (Iqbal & Jahan, 2014).

- Un robot debe captar ordenes por lo que requiere algún tipo de inteligencia por medio de programación para que por medio de estos datos pueda realizar las tareas sin dificultad (Mohammed, 2016).
- Un robot dependiendo de su funciones y componentes necesita poder moverse así sea grandes o pequeños desplazamiento en su entorno para realizar sus tareas respectivas. Puede realizar movimientos por medio de sus ruedas, caminando sobre sus extremidades o por medio de propulsores (Mustafa, 2016).

2.7. Evaluación ética y responsabilidades de los Robots en salud.

La más común de las aplicaciones en lo que se refiere a robótica médica e inteligencia artificial es el uso de los procesos y análisis de datos médicos para el diagnóstico en lo que concierne a las 4 Ps de la medicina:

- Medicina predictiva.
- Medicina preventiva.
- Medicina personalizada.
- Medicina participativa.

El 19 de febrero de 2019, se dio en Bruselas una convención sobre robótica e inteligencia artificial en medicina. El comité europeo, que se encarga de velar por el desarrollo tecnológico para el área de salud aún está en discusión y debate respecto de los desafíos éticos y los riesgos para la ciudadanía en general de la implementación y uso de estos dentro del campo de la salud.

En esta intervención, la Doctora y profesora Chatila (Prof. Chatila, 2019.), muestra que los riesgos y desafíos éticos en salud son: la pérdida de privacidad, dignidad humana y autonomía y el posible efecto opuesto al

fomento del aprendizaje a través de una medicina sin doctores, sin considerar los efectos generales del desarrollo tecnológico como lo es: la pérdida de empleos debido a una eliminación de puestos de trabajo relacionado con carreras médicas, más allá de los efectos positivos a nivel económico en cuanto al presupuesto de salud estatal, o costes de entidades médicas privadas. (p.18-19).

2.8. Marco regulatorio del uso de robots

La Ciberseguridad “es el conjunto de herramientas, políticas, conceptos de seguridad, salvaguardas de seguridad, directrices, métodos de gestión de riesgos, acciones, formación, prácticas idóneas, seguros y tecnologías que pueden utilizarse para proteger los activos de la organización y los usuarios en el ciberentorno” (UIT, 2010)

En el caso de Ecuador, cuando se aprobó la Ley de Comercio Electrónico publicada mediante Registro Oficial 557 del 17 de abril del 2002, se realizaron reformas al Código Penal, dando origen a infracciones informáticas en Ecuador como son: acceso no autorizado, falsificación informática, fraude informático, daños informáticos, violaciones al derecho a la intimidad. Posteriormente con la aprobación del COIP en agosto del 2014, aparecieron otras conductas como el ciber-acoso a niños niñas y adolescentes (grooming¹), posesión de pornografía infantil, ampliando el espectro de los ciberdelitos en nuestro país (Acurio Del Pino, 2017). Desde la aprobación del COIP en el 2014, se han evidenciado un crecimiento en las denuncias por delitos informáticos en el Ecuador.

NOTICIAS DEL DELITO									
Art. COIP	DELITOS	PENAS	*2014	2015	2016	2017	**2018	TOTAL	
234	ACCESO NO CONSENTIDO A UN SISTEMA INFORMÁTICO, TELEMÁTICO O DE TELECOMUNICACIONES.	3 a 5 años	54	142	145	221	108	670	
190	APROPIACIÓN FRAUDULENTO POR MEDIOS ELECTRÓNICOS.	1 a 3 años	507	1283	1049	966	535	4340	
232	ATAQUE A LA INTEGRIDAD DE SISTEMAS INFORMÁTICOS.	3 a 5 años	49	78	76	88	50	341	
173	CONTACTO CON FINALIDAD SEXUAL CON MENORES DE DIECIOCHO AÑOS POR MEDIOS ELECTRÓNICOS.	3 a 5 años	21	80	108	160	81	450	
230	INTERCEPTACIÓN ILEGAL DE DATOS	3 a 5 años	38	55	83	64	15	255	
174	OFERTA DE SERVICIOS SEXUALES CON MENORES DE DIECIOCHO AÑOS POR MEDIOS ELECTRÓNICOS	7 a 10 años		6	9	1	7	34	
229	RELEVACIÓN ILEGAL DE BASE DE DATOS	3 a 5 años	30	24	24	22	21	121	
*Vigencia del COIP 10 de Agosto 2014 ** Información Enero – Abril 2018			TOTALES	699	1668	1494	1533	817	6211

Figura 2. Delitos Informáticos

2.9. AI (Inteligencia Artificial)

En 1956 John MacCarthy de la Universidad de Stanford por primera vez utilizó públicamente el término Inteligencia Artificial en una conferencia de Dartmouth donde planteó que el aprendizaje y la inteligencia puede ser simulada por máquinas (Leyva-Vázquez M. & Smarandache F., 2018).

La inteligencia artificial (AI) es la capacidad de las máquinas para tener un aprendizaje automático limitado por su diseño que se obtiene por medio de la experiencia humana con diferencia que las máquinas pueden estar funcionando las 24 horas del día como también poseen un margen de error mínimo de tareas de las que podría tener un ser humano al realizarlas (Rouhiainen L., 2018).

Tal como Rich E. (1983) menciona: "La inteligencia artificial es el estudio de cómo hacer que las computadoras hagan cosas en las que, en este momento, las personas son mejores." Debido a que una máquina con

inteligencia artificial puede tener las mismas capacidades que un ser humano posee.

Por lo que la Inteligencia artificial se puede encontrar aplicada en diversas áreas tales como: en el hogar, industria automotriz, bancos, hospitales, la robótica, incluso las animaciones de Hollywood, los Gameplays, navegadores web como Google, las aplicaciones móviles han sido desarrollado con técnicas de AI, el cual ayuda a reducir los procesos, aumentar la productividad de estas áreas y productos como podemos observar en la Figura No. 3, las distintas especialidades en las que se puede implementar AI (Boden, 2016).

Los drones, los vehículos autónomos, la atención al cliente automatizado, la manufactura y los juegos online son una representación de como la tecnología ha avanzado al punto de automatizar la mayoría de máquinas para mayor comodidad, reducción de tiempo, sustituir procesos manuales y sobre todo reducir los errores humanos (Rouhiainen L. , 2018).

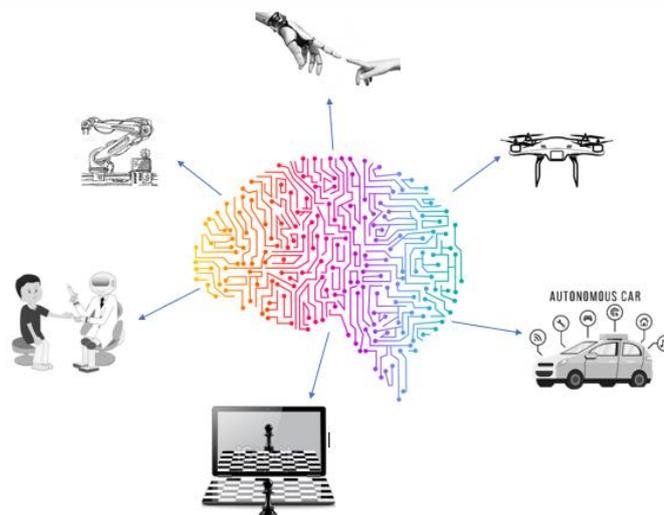


Figura 3. Áreas y productos tecnológicos donde se puede implementar AI

Las distintas ramas en la que se ha implementado AI tienen ciertas características en común para la realización de tareas requieren

razonamiento, reconocimiento de patrones (RP), toma de decisiones en situaciones complejas por lo tanto estas características ayudan a la solución de problemas que se necesitan resolver de manera rápida y con el menor riesgo posible (Venkatasubramanian, 2018).

2.10. Tipos de inteligencia artificial en la atención sanitaria.

- **Aprendizaje automático tradicional para la medicina de precisión:** Predice qué protocolos de tratamiento pueden tener éxito en un paciente en función de varios atributos del paciente y el contexto del tratamiento.
- **Redes Neuronales:** Esta tecnología ha estado presente desde la década de los 60's y se utiliza para categorizar o determinar las probabilidades de que un paciente adquiera o desarrolle una enfermedad.
- **Aprendizaje profundo:** Uso de datos y redes de información en la nube para predecir resultados. Por ejemplo, en salud, para el reconocimiento de lesiones potencialmente cancerosas e imagen radiológicas (Perspectivas de la revisión de tecnología del MIT, 2020).
- **Procesamiento natural del lenguaje (PNL):** Reconocimiento de voz, análisis de texto, traducción; gracias al PNL estadístico y semántico. Los sistemas de PNL pueden analizar notas clínicas no estructuradas de pacientes, preparar informes (por ejemplo, sobre exámenes de radiología), transcribir interacciones de pacientes y llevar a cabo una IA conversacional.
- **Sistemas expertos basados en reglas:** Son basados en colecciones de "si-entonces", han sido utilizados ampliamente desde la década de los 80. Su único inconveniente es que cuando más reglas se integran, si son contrapuestas todo el sistema tiende a romperse. Y actualmente están siendo reemplazados por aprendizaje automático.

- **Robots físicos:** Realizan tareas operativas y repetitivas como levantar, reposicionar, soldar o ensamblar. Su característica principal es la precisión para la eliminación de errores. A nivel de cirugía, ya existen robots que realizan suturas, la cirugía robótica ha abarcado los campos de la ginecología, cirugía de próstata, cirugía de cabeza y cuello (Davenport y Kalakota, 2019).

2.11. Beneficios de la automatización a través de robots con Inteligencia

Artificial a nivel sanitario

La pandemia ha creado lo que se llamaría una demanda insatisfecha de personal de la salud. La robótica médica tiene cabida para tareas operativas, pues la automatización de muchas tareas sanitarias puede llegar a ahorrar entre el 20% y el 80% del tiempo dedicado a funciones repetitivas y rutinarias de los trabajadores del sector.

Otro de los factores que inciden en la creación de robots, es la creciente población demográfica de personas adultas mayores con mayor esperanza de vida, y cada vez menos generaciones jóvenes en países europeos. Las soluciones creadas actuales son pensadas en un cambio positivo de la experiencia del paciente. Para (Canfrang, 2020) los robots que eran exclusivos de fábricas en reemplazo de los humanos de forma directa también reemplazan de forma directa a enfermeros y asistentes en los quirófanos; ayudan a realizar incisiones más precisas y a suturar, y se usan con frecuencia en cirugías de próstata, cabeza, cuello y ginecológicas. (p.1-3).

Como también hay menor tasa de complicaciones posoperatorias; por lo tanto, menos readmisiones y reducción de costos (visto como un problema de salud pública), según data 52% de todas las cirugías se debieron a complicaciones inesperadas.

La inversión en desarrollo tecnológico en el campo de salud, usando inteligencia artificial robótica y Big data se multiplicará en los próximos años, de apenas 600 millones de euros en 2017 hubo un incremento a 12 mil millones en 2020. Se cree que un médico dedica más del 50% de su tiempo a estar en pantalla. El desarrollo tecnológico podría permitirle a un médico dedicarse a tareas medulares de su rama y abandonar tareas repetitivas o de ingreso de datos, y con ello liberar tiempo para realizar funciones claves más humanas propias de su profesión, pues se cree que la Inteligencia Artificial no sustituye humanos, los convierte en humanos aumentados. (Canfrang, 2020)

La Inteligencia Artificial proporciona soporte al cliente en tiempo real, acabando con los tiempos de espera (que son eternos, en algunos casos) para satisfacer las necesidades del cliente.

También disminuyen el esfuerzo de los clientes, ya que las personas están utilizando los canales que ya usan a diario (Facebook Messenger y el sitio web del servicio), con la implementación de un chatbot por ejemplo (Cornieles, 2018).

Otro de los factores es el Soporte Omnicanalidad: es decir, que estás presente para atender a tu cliente a través de varios canales al mismo tiempo. Por último, la automatización de proceso en tareas repetitivas no claves de actividad humana.

2.11.1. Beneficios de la Estrategia de Inteligencia artificial en el campo de la salud para la Unión Europea.

De acuerdo con el Departamento de Políticas científicas, económicas y de calidad de vida de la Unión Europea, el plan coordinado sobre AI también

reconoce que para llevar a Europa al frente del desarrollo de la AI, se requiere una combinación de factores:

Inversión pública suficiente en AI, especialmente en aquellas áreas o aplicaciones donde se necesita el sector público. Por ejemplo, algunas aplicaciones de inteligencia artificial y robótica en el área de la salud tienen grandes beneficios potenciales, pero tienen un mercado limitado o están sujetas a efectos secundarios significativos; estas aplicaciones podrían tener que ser incentivadas a través de fondos públicos (European Parliament, 2019).

Un marco regulatorio y ético que incentive la innovación mientras aborda los riesgos e incertidumbres potenciales que surgen del uso de la AI es esencial para generar la confianza y la aceptación de los usuarios (pacientes y ciudadanos sanos por igual). Además de lo anterior, para el sector sanitario, también se requeriría cualquier condición previa, como la infraestructura necesaria en términos de ciber-salud (por ejemplo, historiales médicos electrónicos) y productos y servicios sanitarios digitales. (European Parliament, 2019).

2.12. Clasificación de la inteligencia artificial en los robots

Hay dos formas en las que se clasifica la inteligencia artificial. La primera es de acuerdo con su semejanza con la forma de pensar de un humano; en esta clasificación hay:

- **Inteligencia artificial reactiva:** No tiene memoria, sólo responde a diferentes estímulos. Estas máquinas no tienen la capacidad de aprender.

- **Memoria limitada:** Usa la memoria para aprender y mejorar sus respuestas. Usan los datos históricos para tomar decisiones. Por ejemplo: un chatbot.
- **Teoría de la mente:** Entiende lo que necesita de otras entidades inteligentes. Puede comprender mejor las necesidades, emociones, creencias, y procesos de pensamiento.
- **Propia Conciencia (self-aware):** Tiene una Inteligencia y propia conciencia. Esto existe sólo de manera hipotética, ya que sería muy parecida al cerebro humano.

La segunda manera de clasificar a la inteligencia artificial es a través de su propio lenguaje tecnológico:

- **Inteligencia artificial estrecha (ANI):** Representa toda la AI existente hasta la fecha, desde la más simple hasta la más compleja. Corresponden a toda la AI reactiva y de memoria limitada. O la más compleja de aprendizaje automático y aprendizaje profundo.
- **Inteligencia Artificial General (AGI):** Capacidad de replicar las funciones de un humano, reduciendo los tiempos de capacitación.
- **Superinteligencia artificial (ASI):** La forma de inteligencia más capaz de la tierra, además de replicar la capacidad de un humano, su desempeño será mejor porque tendrá mucha más memoria para el procesamiento de datos y toma de decisiones (Naveen Joshi, 2019).

2.13. Tipos de formas de aprendizaje

La inteligencia artificial tiene 2 formas de aprendizajes muy distintas, especializadas para los diferentes escenarios que se necesitara para la enseñanza del robot, las cuales son el aprendizaje automático que es

reconocimiento de voz, captación de conocimiento, optimización, pero principalmente que la tecnología sea capaz de razonar, sentir aprender y retroalimentación. La otra forma de enseñanza es el aprendizaje profundo el cual va dirigida para valorar datos, video utilizando redes neuronales como también redes neuronales corto a largo plazo (Díaz, 2020).

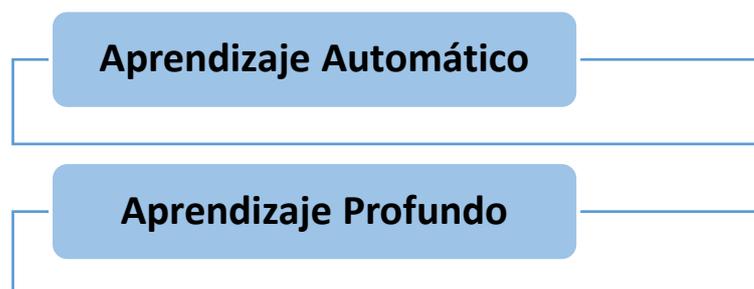


Figura 4. Tipos de formas de aprendizaje

2.13.1. Aprendizaje Automático (Machine Learning)

El aprendizaje automático fue creado a partir del reconocimiento de patrones, el cual es capaz de buscar adaptarse al entorno por medio de las experiencias como también aprende de información o datos anteriores (Giral, Hernández, & Martínez, 2019). Además, ayuda a la solución de problemas, reconocimiento de patrones, reconocimiento de voz y en la robótica (Alpaydin, 2020). Por ejemplo, se puede decir que el reconocimiento de caras se usa con uno de los algoritmos de aprendizaje automático que reconoce las facciones de las caras, reconocen en que parte del cuerpo se debe enfocar para el reconocimiento, todos estos años de desarrollar esta tecnología, en la actualidad es usado con mucha frecuencia en distintos lugares.

Como anteriormente se explica el aprendizaje automático trabaja en base de la experiencia por lo cual al momento de desarrollar programas mejora su funcionamiento en cada practica que se realice, capturando cálculos anteriores y reutilizándolos. (Soto-Valero, 2018) . Considerando que

en prototipos es útil este aprendizaje debido que a cualquier falla en el sistema es rápidamente encontrada lo cual garantiza el ahorro de tiempo.

2.13.1.1. Tipos de Algoritmos de Aprendizaje Automático

El aprendizaje Automático es un subconjunto de la inteligencia artificial que está diseñado para las máquinas aprendan continuamente, desarrollen la habilidad de identificar patrones y realizar predicciones de datos por lo que su habilidad es resolver problemas prácticos (Leyva M, Escobar R, Espín C & Pérez K, 2018).

Se puede clasificar el aprendizaje automático de la siguiente forma:

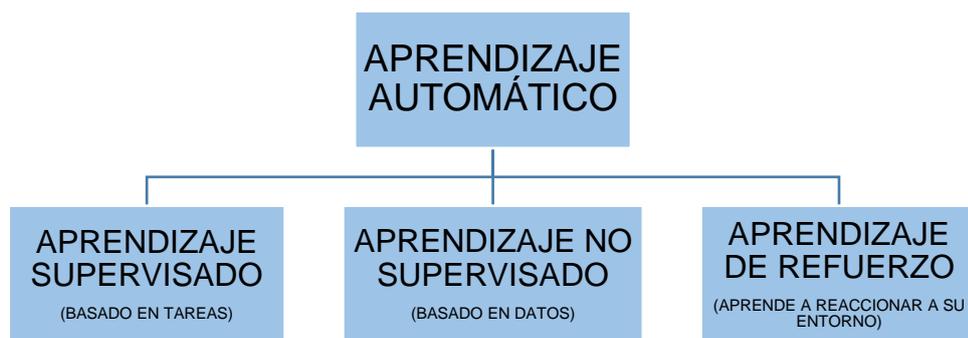


Figura 5. Tipos de Aprendizaje Automático

En la Figura No 5, se presenta los 3 tipos de principales formas de aprendizaje automáticos de dispositivos o maquinas realizados con una cantidad de porcentaje de inteligencia en la cual es conocida como Inteligencia Artificial.

- **Aprendizaje supervisado:** Son algoritmos que utilizan datos que ya han sido clasificados y etiquetados para ser utilizados, en este aprendizaje se necesita que el ser humano este contantemente retroalimentando estos datos (Arias, y otros, 2019). En el caso de la medicina, se ingresan datos del paciente para el cual ya se conoce la

variable resultada como también informe de resultados médicos y análisis de signos vitales. El aprendizaje supervisado tiene diferentes algoritmos tales como:

- Árbol de decisión (Decision tree).
 - Máquinas de Vector Soporte (Support vector Machine).
 - Bosque aleatorio (Random Forest).
 - Genético algoritmo (Genetic algorithm).
- **Aprendizaje no supervisado:** Al contrario del anterior estos algoritmos no utilizan ningún dato etiquetado o clasificado para categorizar la información en cambio estos algoritmos buscan la manera de ellos mismos clasificarlos, por lo que no es necesario que el ser humano este constantemente retroalimentando estos datos.
 - **Aprendizaje de refuerzo:** En este aprendizaje los algoritmos aprenden en base de su entorno y de la experiencia adquirida por lo puede aprender por sí mismo.

2.14 Aprendizaje Profundo (Deep Learning)

Los algoritmos de Aprendizaje Profundo fueron diseñados para ser utilizados cuando se encuentre con una gran cantidad de datos que sean complicados, con poca documentación como también sin estructura por lo tanto Deep Learning puede solucionar estos tipos de problemas debido a que puede diseñar modelos que pueden encontrar automáticamente las características esenciales como también cuales son las indicadas porque predicen la conducta o variables. El aprendizaje profundo es útil para registros médicos electrónicos, datos realizados por medios de sensores, imágenes escaneadas por medio de sensores (Arias, 2019).

El aprendizaje profundo se refiere a parámetros que están en lo más profundo de una red que se basa en las experiencias y pruebas de datos. En la actualidad el aprendizaje profundo ha sido inducido de forma exitosa en hardware para la realización para cálculos de matrices y datos a escala web, en procesamiento de diagramas (Kriegeskorte, Neural network models and deep learning, 2019). Por lo que para el Deep Learning el conocimiento y el aprendizaje va mejorando al momento de una correcta enseñanza y preentrenamiento.

2.14.1. Tipos de Algoritmos de Aprendizaje Profundo

- **Redes neuronales profundas (Deep Neural Networks o DNN):**

El algoritmo de las redes neuronales profunda se ha vuelto últimamente en la herramienta modelo para la solucionar un sin número de problemas de visión por computadora (Brill, Erukhimov, Giduthuri, & Ramm, 2020).

Las redes neuronales profundas son capaces de reutilizar los datos calculados en una capa oculta explicita en capas ocultas superiores por lo que genera que una red neuronal profunda aproveche la estructura de composición en una función y se acerque a funciones naturales con menos cantidad y unidades. Además, posee una estructura jerárquica las cuales están diseñadas para realizar un mapeo de patrones de entrada y salida, por ejemplo, predecir el clima del día siguiente a partir de la medición de un día antes, clasificar imágenes según su categoría o traducir oraciones de alemán al inglés (Kriegeskorte, 2019). Redes neuronales profundas han evolucionado a lo largo de los años para sentarse en desarrollo de aplicaciones de aprendizaje profundo el cual garantiza un enfoque con una buena perspectiva.

- **Bosque decisión neuronal profunda (Deep Neural Decision Forest):**

El Bosque decisión neuronal profunda es un modelo completamente diferenciable que tiene como finalidad unir diferentes redes neuronales y bosques aleatorios, para ayudar a la precisión de estas últimas. En este algoritmo se puede combinar el número de capas, el tamaño, identificar donde se genera la capa de salida como también se puede crear una capa personalizada que se puede llamar capa de Bosque de decisiones (IEEE, 2015).

2.15 Plataforma de desarrollo de robots

Existen varios tipos de plataforma de desarrollo para robots, en este caso las plataformas open source que permite modificar el código en base a ROS, URBI, OROCOS, ORCA, YARP donde se pueden programar para crear o modificar un software.

- **ROS (Robot Operating System)**



Figura 6. Ros

ROS no es un sistema operativo en este caso es una plataforma de desarrollo open source que suministra un sin número de servicio y librerías que minimizan la dificultad de la elaboración de aplicaciones para el robot. Esta plataforma debe ser compatibles con sistemas operativos como: Ubuntu, Mac OS X, Debian entre otros. El hecho que sea compatible con algunos sistemas operativo provoca que haya muchas opciones que se pueda escoger.

Como también al momento de desarrollar se puede utilizar diferentes lenguajes de programación: Python, C++ y Lisp (Pérez, 2017).

Las ventajas de utilizar ROS es que permite reutilizar código para la elaboración de software debido a que al proveer paquetes de código estable que accede a la reutilización además que facilita el análisis o pruebas para que estas sean más rápidas debido a que brinda sistema de simulación que permite evaluar el comportamiento del software.

- **URBI**



Figura 7. Urbi

URBI es una plataforma de open source en el desarrollo se puede utilizar lenguaje de programación como C++ UObject, y scripting que es un lenguaje de URBI orientado a la robótica.

- **OROCOS**



Figura 8. Orococos

Es una plataforma open source en el cual se enfoca en el desarrollo de sistemas robóticos, los sistemas operativos compatibles con OROCOS son: Windows, Linux, y Mac.

Orococos tiene cuatro funciones principales de middleware las cuales son: soporte en tiempo real, servicios middleware, adstricción S.O y por último

infraestructura de información. Las librerías que son compatibles con Orococos en la actualidad son Kinematics and Dynamics, Bayesian Filtering y Orocos Toolchain.

- **YARP**

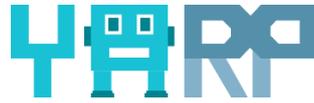


Figura 9. Yarp

YARP (Yet Another Robot Platform) es una plataforma en la cual se desarrolla software para robots, en la cual se puede reutilizar el código debido que es open source. Uno de los objetivos de YARP es disminuir el tiempo en el que se toma una persona al desarrollar estos tipos de software debido que otorga un acoplamiento maleable entre sensores, procesadores además que crea rutas de datos.

2.16. Casos de éxito de la robótica en materia de salud:

La pandemia ha dejado grandes lecciones acerca de lo que pueden lograr las interrupciones tecnológicas. Las organizaciones e instituciones aprovechan integrar la inteligencia artificial en los cambios realizados en sus procesos, eficiencia operativa, como en su propuesta de valor; acelerado las propuestas alrededor de la salud y la medicina, contribuyendo de forma específica en los siguientes aspectos:

- **Telemedicina y atención médica:** A través de máquinas que pueden arrojar un diagnóstico y tratamiento. Su valor agregado es: Evitar el desplazamiento físico a la vez que permite una mayor autonomía personal.
- **Diagnóstico y tratamiento:** Se alimenta de la información del paciente, para encontrar los miles de caso como el de él, y proporcionar

mayor asertividad en el tratamiento. Por ejemplo: Gestión remota en la insulina a los pacientes, que funciona cuando el paciente proporciona sus datos de la bomba de insulina y del glucómetro en la nube, da el acceso de estos datos al hospital, éste los procesa y propone ajustes a la dosis o régimen de la insulina que está tomando el paciente. Su valor agregado es: ahorro de tiempo y conocimiento adicional para los médicos. (Perspectivas de la revisión de tecnología del MIT, 2020)

- **Imagenología:** Los análisis, las radiografías, las tomografías computarizadas, con el tiempo los casos sencillos estándares pueden ser reemplazados, más no los caso particulares complicados donde un médico tendrá que intervenir en el análisis del problema.
- **Desarrollo de fármacos:** Se está utilizando para agilizar los procesos de efectividad de los fármacos y aumento de probabilidad de acierto de la acción de los componentes del fármaco que luego será comprobado en las pruebas con animales. Eventualmente, la construcción de algoritmos más precisos pueda evitar tener que hacer pruebas en animales.

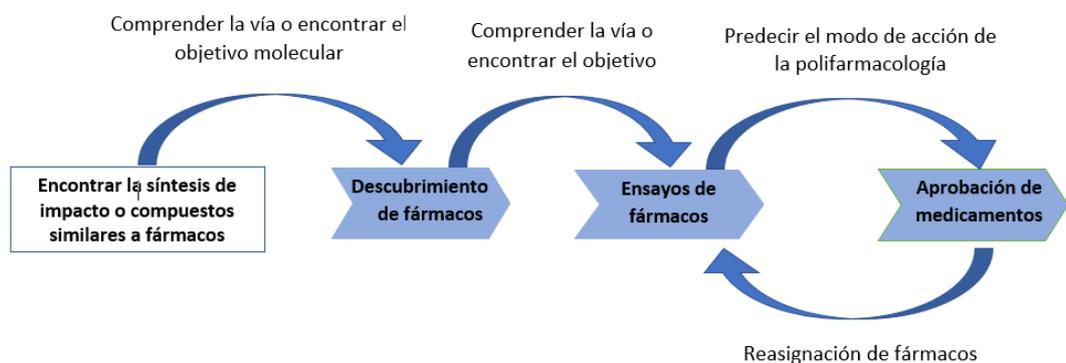


Figura 10. Desarrollo de un fármaco con inteligencia artificial

El gráfico representa el proceso de desarrollo de un fármaco y cómo la inteligencia artificial apoya la reducción de los tiempos para encontrar: el

descubrimiento del fármaco, las pruebas en el fármaco y finalmente la aprobación del fármaco. Tomado de Inteligencia Artificial en el desarrollo de fármacos: estado actual y perspectivas del futuro (Kikat Mat y Mallikarjuna Rao, 2019).

A continuación, se dará ejemplos de casos de éxitos: El primer ejemplo es el robot Stryker Mako que, en comparación con los cirujanos más experimentados, puede restaurar con mayor precisión la anatomía de la cadera de un paciente, asegurando una longitud óptima de la pierna.

En otro ejemplo, las innovaciones en la tecnología de imágenes de fluorescencia han permitido a los cirujanos reconstruir los intestinos. Esta innovación ha minimizado por completo las complicaciones asociadas con este tipo de cirugía y no se ha informado ni una sola fuga intestinal.

En el ejemplo final, el profesor Mottrie demostró cómo la broncoscopia robótica puede lograr una tasa de éxito del 95% en la detección de lesiones cancerosas para biopsias pulmonares. Actualmente, solo dos de cada tres broncoscopistas pueden realizar una biopsia pulmonar satisfactoria. Argumentó que en el futuro este tipo de tratamiento probablemente conducirá a un tratamiento focalizado en el que el cáncer no solo se detecta, sino que se elimina poco después, dejando al paciente libre de cáncer en el lapso de 24 horas (European Parliament, 2019).

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de Investigación

De acuerdo con (Sampieri Hernandez Roberto, 2018), una investigación exploratoria depende de dos factores. Primero del conocimiento actual del problema, que se refleja según los hallazgos teóricos, respecto de cuánta información existe del tema. Segundo, depende del propósito mismo de la investigación cuando se desea darle una visión diferente, a partir de algunos hallazgos investigados.

Se realizará un tipo de investigación exploratoria, debido a que la implementación de robots con inteligencia artificial en Guayaquil-Ecuador, es un fenómeno o evento que no ha sucedido; por lo tanto, se requiere explorar cual sería el nivel de adopción que tendrían estas nuevas tecnologías en el campo médico, por parte de los profesionales de salud, así como también de los pacientes atendidos.

3.2 Método de la investigación

Se utilizarán 2 métodos de investigación:

- **Cualitativa:** Dirigida a médicos que atienden en clínicas, a través de entrevistas a profundidad. El objetivo será explorar el flujo de procesos de atención clínica que tiene un paciente desde que ingresa hasta que sale y ha sido atendido, con lo que se puede discernir en cuál de estos subprocesos cabe proponer la utilización de robots con inteligencia artificial. Adicional, a través de estas entrevistas se conocerá la posición, actitudes y aptitudes de adopción tecnológica que tendrían los profesionales de salud respecto de estas innovaciones en su campo.

- Cuantitativa: Dirigida a los pacientes de clínicas, a través de un instrumento ideal para la medición numérica de respuestas, como lo es las encuestas. El objetivo será evaluar la predisposición psicológica y cognitiva que tendrían los pacientes de las clínicas que se arriesguen a implementar robots con inteligencia artificial como parte de su oferta de valor; así como también, explorar cuanto conocimiento tiene un paciente promedio sobre los beneficios que aportaría este tipo de tecnologías innovadoras.

3.3 Identificación de la población y muestra

3.3.1 Población

Para el uso de las encuestas como instrumento de investigación cuantitativa, se calcula la siguiente población:

- **Características de la población**

Tabla 3. Cálculo de la Población Estadística.

Característica	Cálculo
<ul style="list-style-type: none"> • Personas de 20 a 74 años de edad. 	Para la provincia del Guayas se calcula un 58.4% en la edad mencionada. (INEC, Resultados del Censo 2010, 2010)
<ul style="list-style-type: none"> • Personas de ambos géneros (Femenino-Masculino) 	Valor universal de la población de Guayaquil = 2`644.891 personas. (INEC, Resultados del Censo 2010, 2010) . Proyección al 2017.

<ul style="list-style-type: none"> • Personas que se atienden en la ciudad de Guayaquil. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad instalada del sector privado para atender a pacientes de la ciudad de Guayaquil 	<p>Se toma el porcentaje de egresos hospitalarios del sector privado con fines de lucro (274.249 pacientes egresados), respecto al total de egresos hospitalarios del sistema nacional de salud (1'195.311 pacientes egresados).</p> <p>Dando como resultado el 22.94%.</p> <p>(INEC, Camas y Egresos Hospitalarios, 2019)</p>

Cálculo de la población:

- $2\ 644.891$ guayaquileños * 58.4% edad especificada = $1\ 544.616$ personas.
- $1\ 544.616$ posibles pacientes * 22.94% proporción de pacientes que pueden atenderse en establecimientos de salud privados = **354,334 pacientes potenciales.**

3.3.2 Muestra

Luego de haber identificado los pacientes potenciales en el cual estará dirigida la encuesta a continuación se realizará el tamaño de la muestra para identificar el número de encuestas que se llevaran a cabo.

$$n = \frac{m}{e^2 (m - 1) + 1}$$

Dónde:

m= Tamaño de la población (**354,334**)

E= error de estimación (6%)

n = Tamaño de la muestra (?)

$$n = \frac{354,334}{(0.06)^2 (314951-1) + 1}$$

$$n = \frac{354,334}{(0.0036) (314950) + 1}$$

$$n = \frac{354,334}{(1133.82) + 1}$$

$$n = \frac{354,334}{1134.82}$$

n= 312.23 = **312 personas a encuestar.**

Cálculo de la fracción muestral:

$$n/N = 312 / 354,334 = 0.09\%$$

Esto significa que del 100% de la población, se encuesta al 0.088%.

3.4 Tratamiento de la información

3.4.1 Instrumentos de recolección de método cuantitativo

Se hizo uso de un cuestionario, con preguntas estructuradas que utilizan las escalas de medición nominal (para el uso de etiquetas), de razón matemática (por ejemplo: para ubicar el promedio de edad de los encuestados), ordinal en escala de Likert (para ubicar un número jerárquico, en donde lo que importa es el orden).

Se utilizó la nueva herramienta digital de Google Forms para ayuda a recopilar la información encuestada, la misma que es ingresada automáticamente a Google xls, y después ser exportada a Excel en donde se realizará la tabulación de la información.

3.4.2 Instrumentos de recolección del método cualitativo

Se decidió utilizar entrevistas a profundidad, con un set de preguntas previamente configurado. (Ver anexo 1). La información se transcribe a una hoja de Word, y luego es sintetizada tomando los puntos más importantes que se obtuvieron en las respuestas, luego de esto se realiza un análisis de dicha información para generar conclusiones que servirán de base para comparar con la información de las encuestas. Una de las entrevistas fue de forma telefónica, la otra de forma presencial.

3.5 Análisis de resultados

de las encuestas.

1. ¿Conoce usted sobre el uso de robots en el campo de la medicina y la salud?

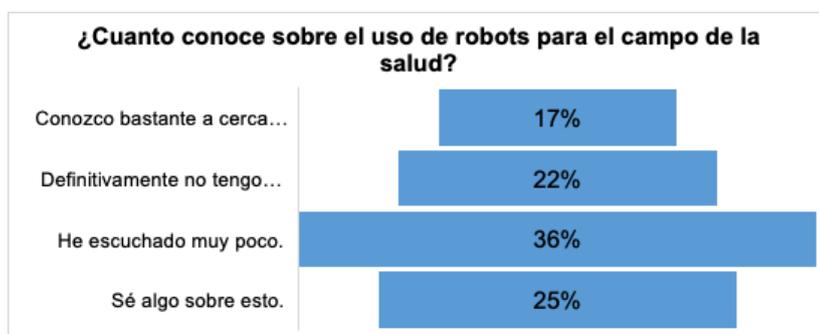


Figura 11. Robots en el campo de la salud

A rasgos generales un 22% no tiene idea y un 36% ha escuchado muy poco sobre el uso de robots en el campo de la salud, sumado son el 58% de los encuestados. Mientras que un 25% sabe algo de esto y sólo el 17% conoce bastante acerca del tema, lo que da como resultado un 42% del otro lado de la curva de distribución, con mayor conocimiento del tema sobre el promedio de la población.

Tabla 4. Robots para el campo de la salud

Cuanto conoce sobre el uso de robots para el campo de la salud	Edad mínima	Edad máxima	Edad promedio
Conozco bastante acerca del tema.	23	54	33
Definitivamente no tengo idea.	20	67	44
He escuchado muy poco.	18	52	30

En la Tabla N° 4, se puede apreciar que el conocimiento sobre el uso de robots en el campo de la medicina no tiene que ver con la generación de edad a la que pertenece el ecuatoriano, ya que en todas las respuestas se tienen edades mínimas desde 18,20,23 años, hasta de 52,54,57,67 años.

2. ¿En dónde se atendería usted para una cita de especialidad médica?

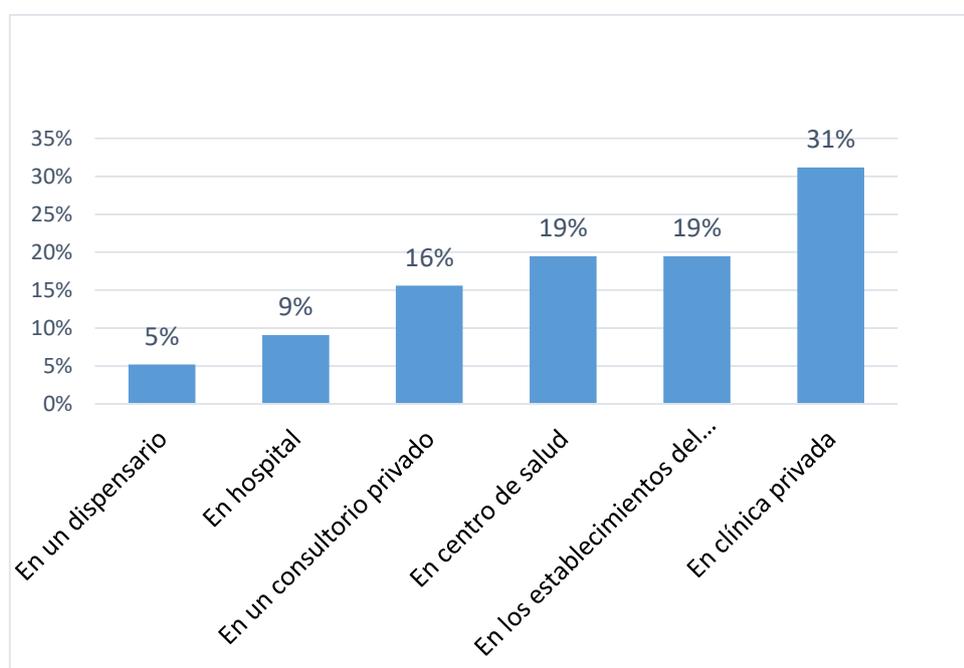


Figura 12. Lugares preferidos para atenderse en una especialidad médica

Esta pregunta se la realizó con la finalidad de validar los segmentos de pacientes que pueden interesarse en atenderse en establecimientos de índole privada cuando deben atender afecciones de especialidad y no de medicina general. De acuerdo con la gráfica, se aprecia que el 31% (el mayor porcentaje de encuestados) prefieren atenderse en clínica privada, y el 16% prefieren atenderse en consultorio privado; que sumado da un total de 47% encuestados

interesados en atenderse de forma privada, o que tienen un mayor nivel de confianza hacia esta.

3. ¿En dónde se atendería usted para una cita de medicina general?

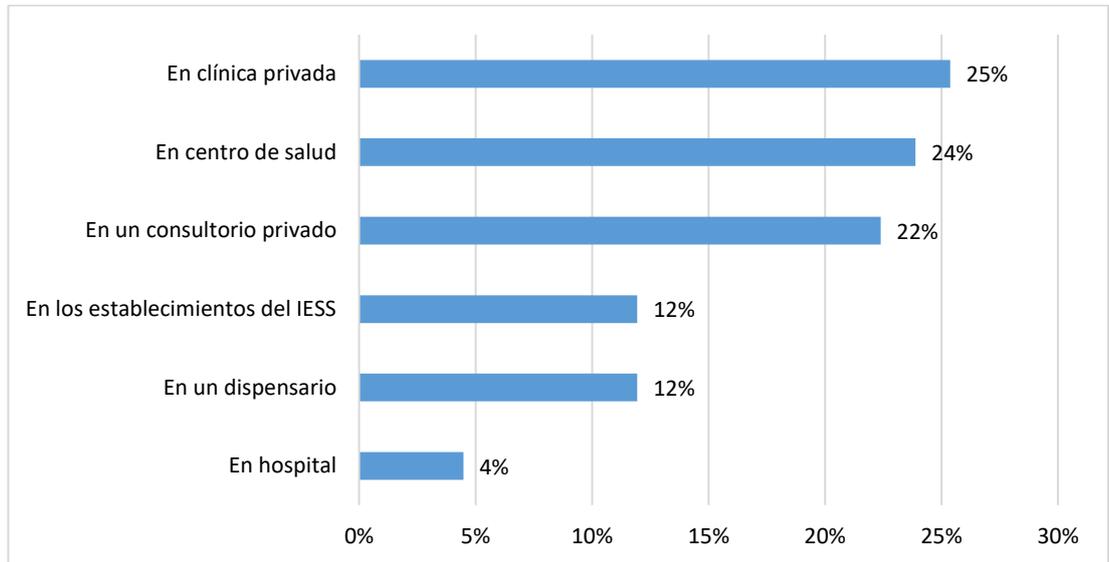


Figura 13. Lugares favoritos para atenderse por medicina general

Según la Figura No. 13, el nivel de confianza de los pacientes en los servicios del sector público aumenta del 19% para atenderse en especialidad médica, al 24% para medicina general. Aumenta la confianza en los dispensarios del 5% para especialidad médica al 12% para medicina general. Sin embargo, para consultorio privado también aumenta del 16% al 22% para medicina general; sin embargo, para especialidad médica la disposición para atenderse en clínica privada es mayor que para medicina general, ya que pasa del 31% al 25%.

4. Si usted fuera atendido por un robot cuando le toman los signos vitales; ¿cómo se sentiría durante la experiencia? Marque 1, si siente muy poco esa emoción, y marque 5 si la sentiría muy fuertemente.

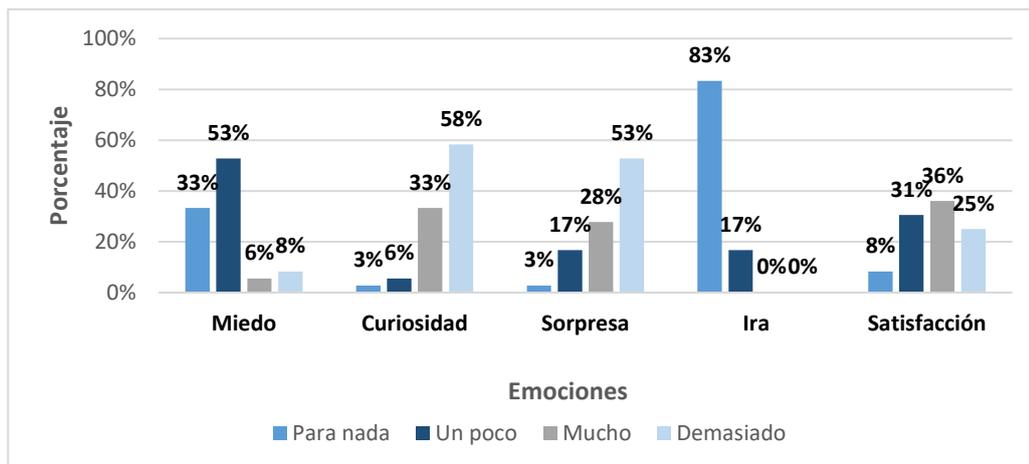


Figura 14. Nivel de emociones de los pacientes frente a los Robots

Frente la noción de saber robots en el campo de la salud, lo que más causa en la población es curiosidad ($58 + 33\% = 91\%$) y sorpresa ($28 + 53 = 81\%$). Las emociones que menos causa es la Ira y miedo, con un 83% y 33% de los encuestados que indicaron respectivamente que no les causaba esa emoción para nada.

Respecto de la satisfacción, el 8% indicó no sentirla, el 31% indicó sentir sólo un poco de satisfacción, mientras que el 36% y 25% indicaron sentirla “mucho” y “demasiado” respectivamente.

5. **¿Según su criterio, qué tipo de impacto pueden desarrollar los robots en el campo de la salud?**

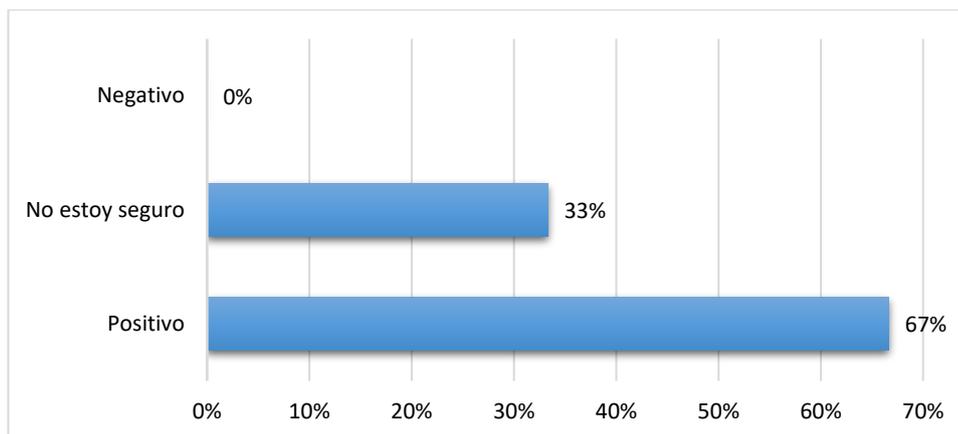


Figura 15. Impacto pueden desarrollar los robots en el campo de la salud

El 67% de los encuestados creen que el impacto sobre la salud que los robots pueden causar es positivo, pero aún existe un 33% que indicó parecerle que el impacto que consideran que tendrán estas nuevas tecnologías será negativo. Esta se trata una conclusión general en la mente de los encuestados, que no determina el motivo por el cual mantienen ese criterio interiorizado.

6. ¿Le gustaría ser atendido(a) por un robot en el área de caja/estadística?

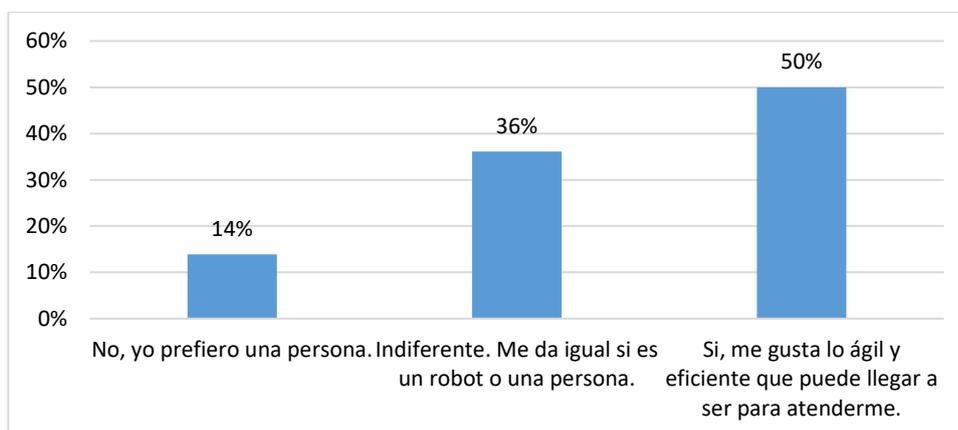


Figura 16. Anuencia a ser atendido por un robot en el área de estadísticas

El 50% del total de encuestados se sienten atraídos por la agilidad y eficiencia que puede llegar a tener un robot en el área de estadísticas (cuando se registra el historial clínico y se deriva hacia las salas del establecimiento).

El 36% indica serle indiferente si se trata de una persona o un robot, mientras que un preocupante 14% indica que no les gustan los robots y que prefieren a una persona.

7. Le gustaría ser atendido (a) por un Robot en el área, cuando le toman los signos vitales (¿Temperatura, presión, pulsómetro, peso)?

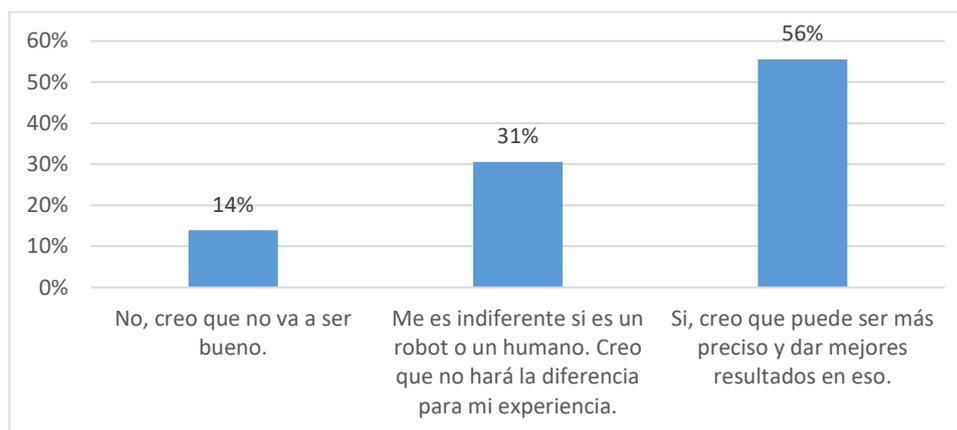


Figura 17. Anuencia a ser atendido por un robot.

Nuevamente, alrededor de la mitad de los encuestados (56%) indican tener una alta anuencia a ser atendidos por robots, esta vez en el área de triaje cuando son examinados sus signos vitales como temperatura, presión, pulsómetro y peso.

A un 31% le es indiferente y un 14% indica no tener confianza de que un robot le tome los signos vitales. Este 14% se considera un porcentaje de rechazo hacia la visualización de robots reemplazando seres humanos en los servicios de salud.

8. ¿Qué consideraciones tiene usted respecto del uso de robots en tiempos de COVID-19?



Figura 18. consideraciones respecto del uso de robots en tiempos de COVID-19

Frente al COVID-19 las medidas de prevención en pro del distanciamiento social son consideradas positivas en un 100%; específicamente, el hecho de reemplazar a un humano por un robot cuando un paciente acude a una clínica

9. Debido a que su precisión es mayor que la de un humano, para operaciones muy complejas. ¿Permitiría usted que un Robot con inteligencia artificial le realice una cirugía?

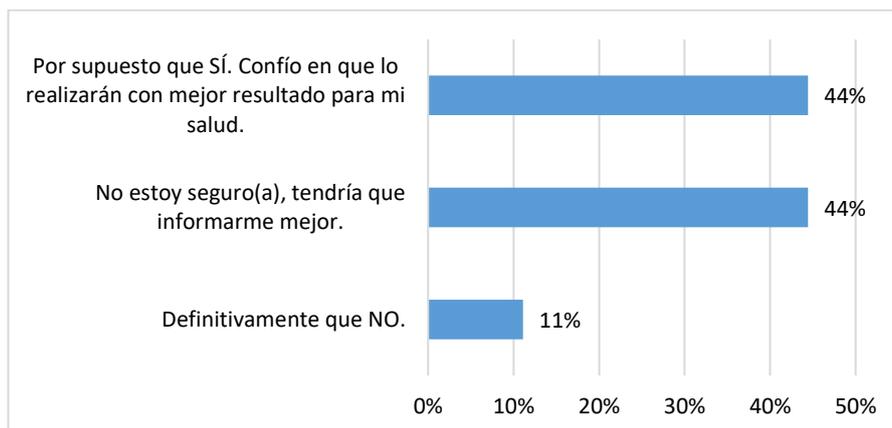


Figura 19. Pacientes permisibles a que un robot les realice una cirugía

El 44% de los encuestados confían plenamente en que un robot sea capaz de realizarles una cirugía con mayor precisión que un humano, y están dispuestos a arriesgarse a que sea un robot quien se las realice; sin embargo,

un gran 44% también tiene muchas dudas al respectivo, un 11% definitivamente no confía en esta nueva premisa de la tecnología.

10. ¿Qué perspectiva general tiene usted sobre los robots con inteligencia artificial en el campo de salud?

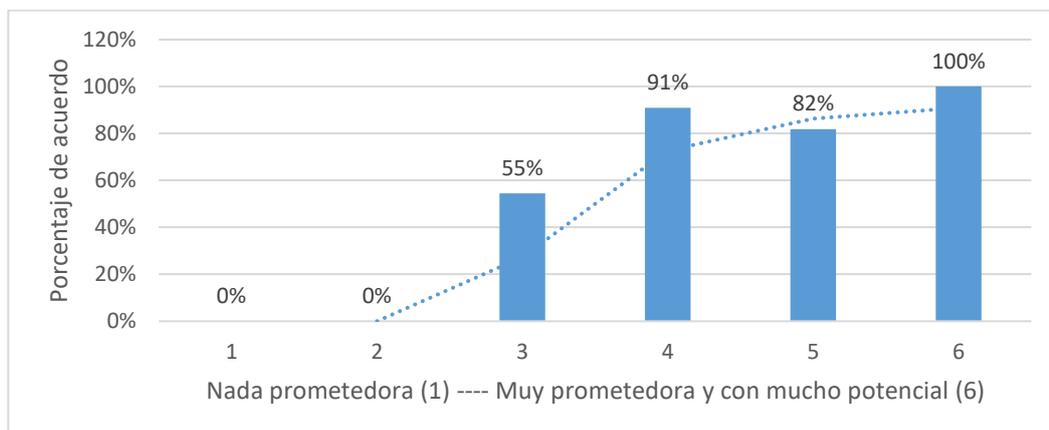


Figura 20. Perspectiva general de los pacientes sobre los robots con inteligencia artificial.

De acuerdo con la Figura No. 20, la perspectiva general sobre los robots con inteligencia artificial en el campo de la salud, se orienta más hacia el lado positivo de la curva de distribución, en el que se halla muy prometedora y con mucho potencial.

Tabla 5. Escala de calificación matemática

Calificación	Porcentaje (%) de encuestados
Nada prometedor	1 0%
	2 0%
	3 55%
	4 91%
	5 82%
Muy prometedora y con mucho potencial	6 100%

Si se analiza cada respuesta como una calificación, entonces puede decirse que la calificación que más se repite es la “6” en la categoría “Muy prometedora y con mucho potencial. Pero si se halla un promedio ponderado de calificaciones sin mencionar las desviaciones, entonces la calificación promedio ponderada sería: 4.7 puntos, siendo 1 cuando la afirmación sobre los robots con inteligencia artificial es considerada como nada prometedora, y 6 cuando es considerada como muy prometedora y con mucho potencial.

3.6 Interpretación de los datos cuantitativos

EL 58% de las personas en Guayaquil no tienen la suficiente idea sobre el uso de robots en el campo de la salud, mientras que el 42% restante si conoce más a profundidad el tema. En este hallazgo, la edad o grupos de edades, no constituye una variable determinante sobre el nivel de conocimiento sobre los beneficios del uso de robots en el campo de salud.

Cuando se trata de atenderse por medicina general, el nivel de confianza en entidades del sector público aumenta, así como también en dispensarios y consultorios, en desmedro de atenderse en clínicas privadas. Sin embargo, cuando se trata de atenderse para una especialidad médica, el 31% prefiere en primer lugar a las clínicas privadas, el 16% a los consultorios privados. Este punto es importante, ya que determina qué tipo de segmento pueden atraer a las entidades privadas de salud a través de una mejora en el servicio dada por el uso de robots con inteligencia artificial.

Frente a la realidad de saber el ingreso de robots en el campo de la salud, la emoción que esa premisa causa con mayor profundidad en la población, es la curiosidad. Las emociones que menos se profundizan en los pacientes frente a esta realidad es ira y miedo; mientras que, con la misma

noticia, los niveles de satisfacción mejoraron ligeramente; pues el 67% de los encuestados cree que el impacto sobre la salud que los robots pueden causar es positivo. Pero aún existe un 33% que indicó parecerle que el impacto que tendrán estas nuevas tecnologías será negativo.

Respecto a los robots en áreas de triaje, signos vitales, estadística, existe un alto porcentaje (más del 50%) que indicó una gran anuencia por ser atendido a través de un robot, ya que considera que puede ser más preciso y dar mejores resultados.

En cambio, frente al Covid-19 las medidas de prevención en pro del distanciamiento social son consideradas positivas en un 100%, específicamente, el hecho de reemplazar a un humano por un robot cuando un paciente acude a una clínica; esto es en los procesos iniciales de servicio al cliente como: estadística (historia del paciente), caja, signos vitales. Panorama que cambia completamente cuando se les menciona que un robot sea quien les realice una intervención mayor como una cirugía, pues el 56% no lo tolera.

3.7 Interpretación de los datos cualitativos

ENTREVISTA #1.

- La robótica y la inteligencia artificial aún no se ha visto en Guayaquil; esto sería algo muy novedoso para los pacientes y para la clínica en que sería implementado este tipo de tecnología.
- Se mira como negativo, el hecho de eliminarse una plaza laboral.
- Actualmente usan plataforma informática para llevar control de pacientes atendidos al día.

- Cuando el paciente tiene la temperatura alta y tiene algún problema respiratorio es derivado a un centro asistencial del ministerio.
- Considera que sólo es rentable implementar en el largo plazo, ya que piensa que estas tecnologías no están al alcance de los bolsillos de clínicas de ecuatoriano en algunos casos. Piensa que la inversión alta en esta tecnología es una desventaja, y únicamente una ventaja en evitar el contagio.
- Descripción del Proceso de un paciente desde su ingreso hasta su salida:
 1. Separación y programación de cita.
 2. Verificación de listado 30 minutos antes de que el paciente ingrese a cita.
 3. Toma de temperatura
 4. Toma de saturación de oxígeno y respiración.
 5. Desinfección de alcohol en gel.
 6. Pago de cita médica en caja.
 7. Toma de signos vitales en triaje, peso corporal y frecuencia cardiaca.
 8. Ingreso a la cita.
 9. Personal realiza desinfección del consultorio y aparatos eléctricos.
- Médico recomienda usar robots con inteligencia artificial para el control de temperatura, oxígeno y niveles de respiración.

ENTREVISTA #2.

- Conoce que ya existe la implementación de los robots con inteligencia artificial en países desarrollados para: Toma de presión, saturación de oxígeno, frecuencia cardiorrespiratoria y signos vitales, o haciendo uso de tablets y laptops en área de terapia intensiva.
- Coloca como ejemplo que, en el Homni-Hospital de Guayaquil y en el Metropolitano de Quito ya existe el robot “Davinci” que opera vesículas.
- Considera que la robótica ha tenido buen impulso con la pandemia y que será el futuro medico biotecnológico.
- Recomienda dividir el proceso en 2, los que tienen Covid-19 y aquellos que no tienen; y usar los robots para tomar pulso, presión, frecuencia respiratoria, saturación de oxígeno y demás parámetros vitales.
- Recomienda el uso de máquinas con inteligencia artificial en la identificación del pronóstico del paciente, pero no como interacción directa con el paciente.
- Indica por ejemplo que, actualmente los signos vitales se toman con aparatos para tomar la presión arterial computarizados, como también se usa el pulsímetro.
- Usa una plataforma informática para el registro del paciente para llevar un control de ellos en las bases de datos.
- Considera que los robots con inteligencia artificial en el campo de la salud si pueden mejorar la calidad del servicio además que el impacto que genera en los pacientes seria controversial pero que más tarde llegarían a una misma conclusión que seria positiva debido que si conocen los beneficios de la tecnología se darán cuenta que disminuirían los procesos en la atención al cliente, pero no considera

que ahorrará costos, puesto que hay que darle mantenimiento al robot; además de tener un parámetro estándar porque se descalibran.

- Si recomendaría a la clínica la compra de robots con inteligencia artificial para apoyar la labor de los médicos.

ENTREVISTA #3.

- Considera que al implementar un Robot con AI impactaría positivamente la forma de atención al cliente en las unidades medicas
- Al implementar el algoritmo predictivo para identificar la enfermedad que tiene el paciente ahorraría tiempo además que posee mayor precisión.
- Considera que en la atención al cliente al principio el paciente puede sentir partir pánico debido que es una tecnología nueva pero luego que se le inculque eso cambiaria con el tiempo volviéndose más confiable con el robot con AI.
- Al implementar esta tecnología a un centro médico, teniendo una buena acogida, otras unidades médicas van a querer implementar un robot con AI debido que los clientes se darán cuenta cuan ágil es el proceso de diagnóstico de una enfermedad.
- Considera que al implantar un robot con AI que físicamente se viera bien podría proporcionar una atmósfera positiva animando a todos.

3.8 Conclusiones de la investigación

Perspectivas desde el lado del paciente:

- Existe todavía un alto grado de desconocimiento sobre el tema de la robótica y a la inteligencia artificial para apoyar en el campo de la salud, desde personas de diferentes grupos de edades.

- El nivel de confianza en la atención pública de salud es mayor cuando se trata de atenderse por medicina general, mientras que la confianza es mayor hacia las entidades privadas de salud cuando se tratan de atenderse en especialidades médicas.
- Los pacientes con y sin conocimiento del tema, cuando se les menciona que un robot puede realizar ciertas labores medicas o de enfermería se muestran principalmente curiosos y algo satisfechos, en algunos casos experimental miedo por ser algo novedoso.
- En su mayoría, existe una gran desconfianza en que un robot llegue a realizarles una intervención quirúrgica.
- Frente al Covid-19, los pacientes apoyan totalmente el uso de robots con inteligencia artificial para disminuir el contacto entre seres humanos y evitar el contagio.

Perspectivas desde el lado del médico:

- Se mira positivo el impacto que causaría para el servicio al cliente debido al ágil proceso de diagnóstico y eficiencia en el diagnóstico al paciente.
- Se mira positivo debido que puede mejorar la calidad del servicio al cliente, además que podría generar por parte de los pacientes comodidad al interactuar directamente con un robot sin tener contacto físico.
- Se mira negativo el hecho de eliminar plazas laborales y reemplazar un colaborador por un robot.
- Se mira positivo el hecho de implementar los robots frente a la actual emergencia sanitaria, principalmente para los procesos de:

- Control de temperatura
 - Oxígeno
 - Niveles de respiración
 - Toma de presión y frecuencia cardiorrespiratoria
 - Pronósticos de pacientes.
- Se considera que la alta inversión de esta tecnología y sus altos costes de mantenimiento son una desventaja, pues no se considera que se ahorrará costes; mientras que se considera una ventaja el hecho de mejorar la calidad del servicio.
 - Consideran a la robótica como el futuro de la medicina en el campo biotecnológico.
 - Recomienda dividir el proceso en 2, los que tienen Covid-19 y aquellos que no tienen; y usar los robots para tomar pulso, presión, frecuencia respiratoria, saturación de oxígeno y demás parámetros vitales.
 - En cierta medida si recomendarían a su clínica adquirir robots para apoyar la labor de los médicos y no como reemplazo.
 - Finalmente, Consideran que al implementar esta tecnología nueva en las unidades médicas en la ciudad de guayaquil en el servicio al cliente

CAPÍTULO IV

4. PROPUESTA METODOLÓGICA

4.1. Procesos en el área de servicio al cliente

Para las encuestas se tomaron 3 procesos del área del servicio al cliente: Registro de cita/caja, el área de triaje y el área postquirúrgica en el cual para los encuestados el área de triaje fue el más importante y en el que estaban dispuestos a realizar ese procedimiento con un robot con AI.

Anteriormente se realizaban los procesos de servicio al cliente como se lo ejemplifica en la figura No. 21, para ser atendido en una clínica médica antes de la pandemia del covid-19, que son tomados de Entrevistas a profundidad del caso de estudio: Centro médico Redima.

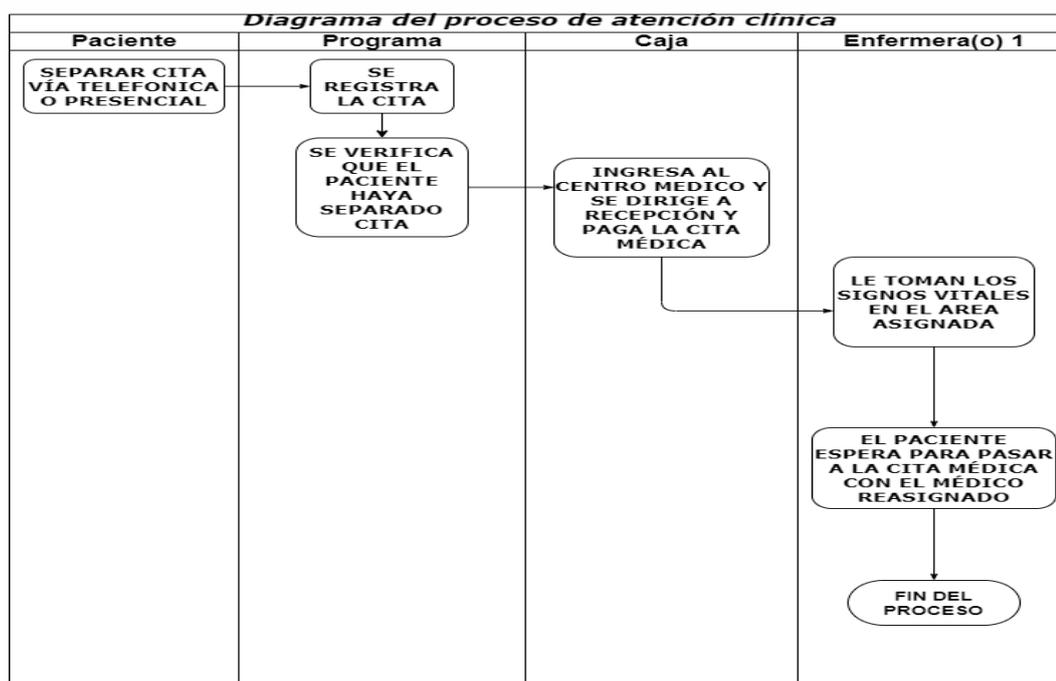


Figura 21. Diagrama del proceso de servicio al cliente antes de la pandemia del Covid-19

Al inicio del proceso de atención, el paciente debe separar la cita vía llamada telefónica o presencial para luego la cita sea registrada en la base de datos, después que el paciente unos minutos antes debe dirigirse al servicio de Admisión para verificar que la cita haya sido agendada con éxito, para a

continuación ingresar y pagar en caja la cita médica, para luego ir a una área de triaje donde se tomara el pulso, la presión, frecuencia respiratoria, saturación de oxígeno y demás parámetros vitales para verificar el pronóstico del paciente y finalmente esperar hasta que él llegue el turno de ser atendido por el medico designado.

En la Figura No. 22, el proceso que tiene que hacer un paciente para ser atendido en una clínica médica en la actualidad, que son tomados de Entrevistas a profundidad del caso de estudio: Centro médico Redima.

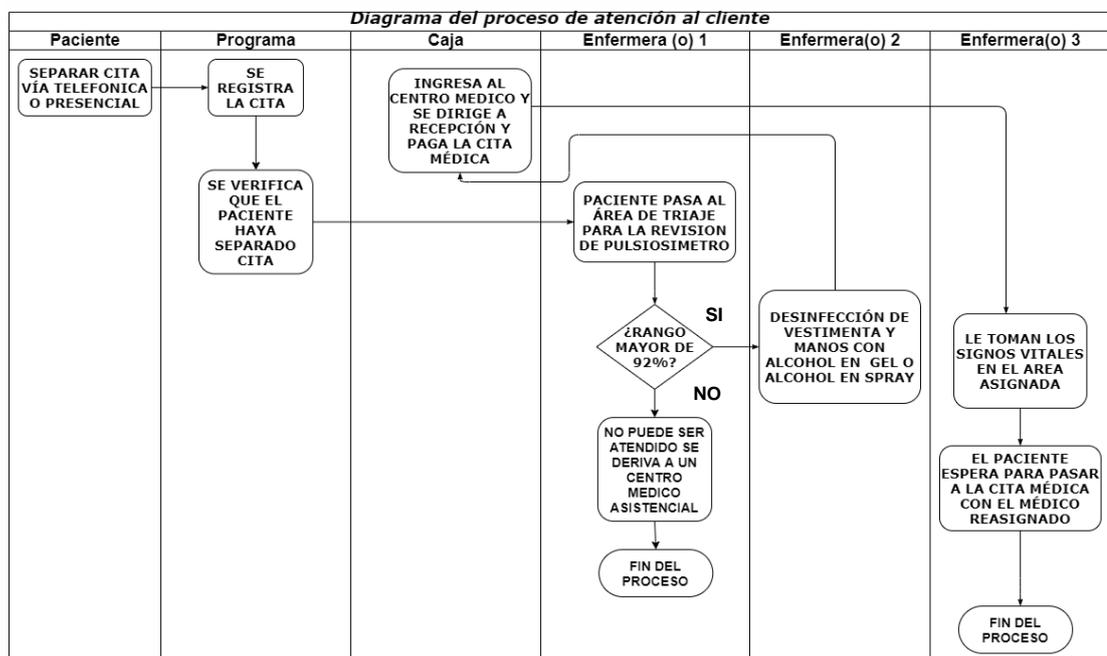


Figura 22. Diagrama del proceso de servicio al cliente después y durante la pandemia Covid-19

Al principio del proceso de atención al paciente se separa la cita vía llamada telefónica o presencial para que después la cita sea registrada en la base de datos, luego el paciente unos minutos antes debe dirigirse al servicio de Admisión para verificar que la cita haya sido agendada con éxito para posteriormente pasar a la área de triaje donde se verificara que el pulsioxímetro no sea menor a 92% ya que si es así no podrá ser atendido por lo que será derivado a un centro asistencial del ministerio, por lo contrario si

es mayor a 92% el paciente pasara a ser desinfectado con alcohol y gel antibacterial, para a continuación ir a pagar en caja la cita médica para luego ingresar a que le tomen el pulso, la presión, frecuencia respiratoria, saturación de oxígeno y demás parámetros vitales para verificar el pronóstico del paciente, luego finalmente esperar hasta que él llegue el turno de ser atendido por el medico designado.

Al comparar estos dos procesos antes, durante y después de la pandemia covid-19 se puede observar que se aumentó el personal de servicio como también el tiempo de espera en el que los pacientes deben seguir un protocolo de desinfección y diagnóstico de salud. Para mejorar el proceso de la Figura No. 23, se implementará un robot con AI, el cual interactuará con el paciente como también realizará los procesos de diagnóstico respectivo en el área de triaje, desinfección de vestimenta y mano con alcohol como también la toma de signos vitales

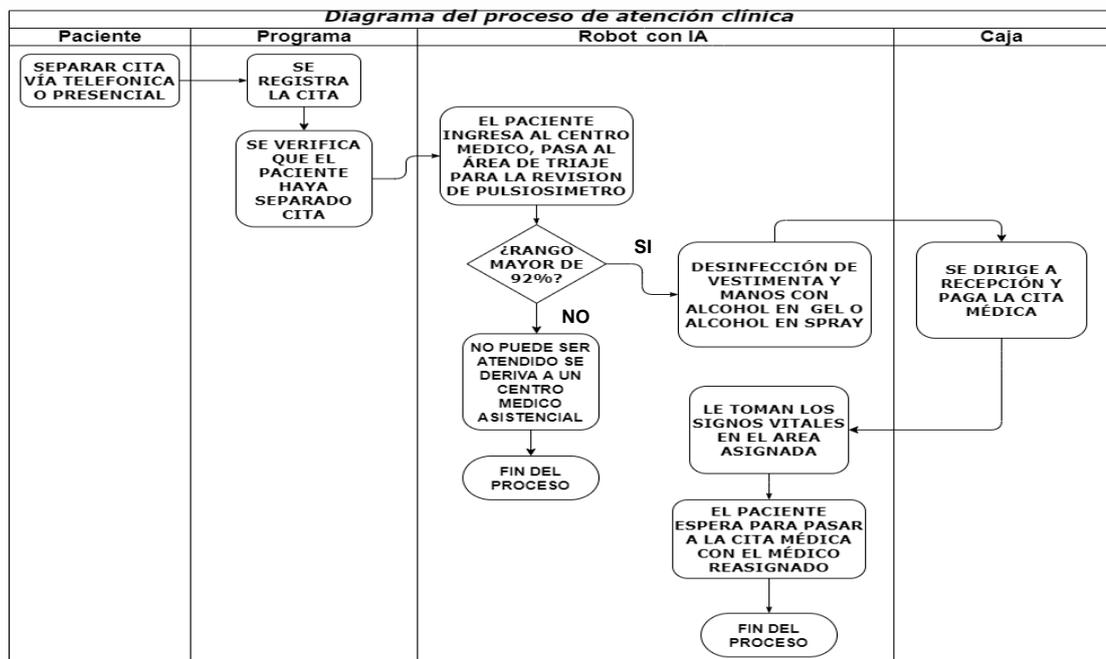


Figura 23. Diagrama de proceso de atención al cliente con robot IA

4.2. Características relevantes con las que debería contar el robot con inteligencia artificial para los principales procesos del caso de estudio: Centro médico Redima.

Existe una gran disposición por ser atendido por un robot para actividades que se consideran “fáciles” y “repetitivas” como los procesos iniciales de servicio al cliente en las unidades médicas, este resultado fue obtenido por la investigación realizada a los pacientes y doctores:

- Desinfección de vestimenta y manos con alcohol.
- En el área de Triage intervienen los siguientes procesos importantes como:
 - Toma de cantidad de oxígeno en la sangre.
 - Durante el proceso de la toma de signos vitales interviene la recolección de datos de las siguientes variables para determinar un diagnóstico más preciso:
 - Toma de rangos de frecuencia cardíaca
 - Toma de rangos de frecuencia respiratoria.
 - Toma de temperatura corporal.
 - Toma de presión.

Por lo que en base de estas necesidades de los pacientes del caso de estudio se propone las siguientes características que contara el robot con Inteligencia artificial del caso de estudio:

- Desinfección por spray con alcohol: El robot debe tener aspersores, que a través de ellos podrá desinfectar al paciente en un ángulo de 60 a 180 grados el cual varía dependiendo del tamaño del robot.

- Sensor infrarrojo FIR (rango espectral 8-14 micrones): Este sensor capaz de captar un rango de temperatura corporal entre 30 a 150°C (Boccanfuso L & M. O'Kane J, 2012).
- Radar biomedical: Con el radar biomedical se consigue detectar el movimiento del pecho, el corazón en la cual se puede identificar la frecuencia cardiaca y respiratoria como también para distinguir la posición del paciente además cuando el paciente no está orientado hacia la cámara igualmente toma la frecuencia cardiaca (Bolic, 2014).
- Computadora interna: Versalogic a diferencia de las otras computadoras internas están diseñadas para que sean utilizadas por los fabricantes que trabajan en diferentes áreas en el mercado como aeroespacial, industrial, militar, robótica y áreas medicas por lo tanto cuentan con un respaldo confiable para la información. Por lo que la Versalogic EBX-18 posee un procesador de 32-bit de bajo consumo con motor de gráficos 2D y E / S integrados como también tiene hasta 2 GB de memoria RAM DDR2 soldada además permite una interacción una interacción en tiempo real con el usuario (VersaLogic Corporation, 2016).
- Cámara: Se puede utilizar como un sensor pasivo unidireccional, con la cámara se puede detectar postura, actividad, identificar a varias personas, pulso de volumen sanguíneo por medio del Foto-pletismografía imágenes (PPGi) es una forma no invasiva de detectar la sangre cardiovascular pulso de volumen a través variaciones en la luz transmitida o reflejada.
- Micrófono y bocinas: Para cuando el robot de una orden se pueda escuchar en un volumen adecuado.

- Deberá contar con un algoritmo de programación el cual dependerá de la función del robot.
- El diseño del robot debe llevar una luz como indicador que muestre que está activo y funcional con ningún error en el sistema.

4.3. Algoritmo de la AI alineado al área de servicio.

Para escoger el Algoritmo correspondiente para la propuesta metodológica se realizaron las siguientes comparaciones de los dos tipos de aprendizajes: El supervisado y el no supervisado.

Tabla 6. Comparación entre el aprendizaje supervisado y el no supervisado.

BASES PARA LA COMPARACIÓN	APRENDIZAJE SUPERVISADO	APRENDIZAJE NO SUPERVISADO
Exactitud	Genera resultados exactos	Origina resultados moderados
Datos	Maneja con datos etiquetados	Maneja datos sin etiquetar
Complejidad	Menos complejo	Mas complicado
Analización	Análisis fuera de línea	Análisis en tiempo real
Proceso	En un modelo se darán las variables de entrada y salida	Solo se proporcionan los datos de entrada.
Algoritmos	Admite máquinas vectoriales, redes neuronales, regresión lineal y logística, bosques	Tienen diferentes categorías las cuales se dividen en: algoritmos de agrupamiento, K-means,

aleatorios y árboles de clasificación.	Agrupamiento jerárquico, etc.
--	-------------------------------

En la figura No 24, se presenta un ejemplo de cómo las variables de conjunto de datos y etiquetas se clasifican dependiendo del tipo de aprendizaje. Para el aprendizaje supervisado se divide entre adulto mayor y joven con temperatura menor a 37°C y otra similar, pero con temperatura mayor a 37 °C para darles más prioridad a estos últimos. En cambio, para el aprendizaje no supervisado como no manejan datos con etiquetas los agrupa en la misma categoría por lo que para estos casos es beneficioso que los conjuntos de datos también lleven etiquetas.

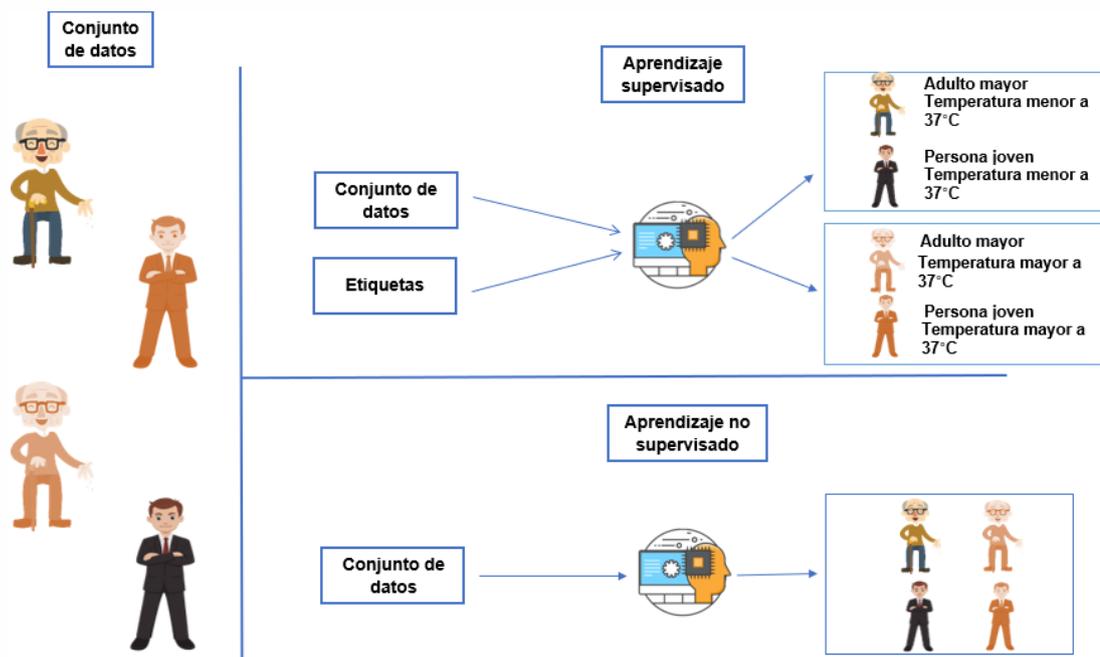


Figura 24. Ejemplo aprendizaje supervisado y el no supervisado.

El algoritmo seleccionado es el de Aprendizaje Supervisado, se utiliza un conjunto de datos para predecir una variable de resultado cuantitativo como el nivel hormonal o uno cualitativo como lo es identificar personas sanas o enfermas así mismo otorga resultados exactos, ideales para los pronósticos

de los pacientes. Del mismo modo que a su vez trae consigo una clasificación que representa una subcategoría en la que el objetivo es predecir las etiquetas (discreta, valores no ordenados, pertenencia a grupos) de las nuevas instancias en el cual se basan en observaciones pasadas. Para lo cual se estableció según el área de la medicina la Clasificación Multi-clase en donde se pueden fijar múltiples categorías (Roman, 2019).

Unos de los ejemplos de situaciones para la clasificación multi-clase están los siguientes:

- Determinar el rango de pulsioxímetro sea mayor de 92% o menor de 92%.
- Comprender las críticas del servicio al paciente como “positivas”, “negativas” o “neutrales”.
- Categorizar los procesos de asistencia médica en función de factores desde los procesos principales hasta los procesos secundarios.

El aprendizaje supervisado tiene diferentes algoritmos para predecir los resultados por lo que se realizara una comparación para identificar cual es el adecuado en este caso.

Tabla 7. Comparación de los diferentes algoritmos del aprendizaje supervisado.

Algoritmo	BENEFICIOS	LIMITACIONES
Árbol de decisión (Decision tree)	Algoritmo de entrenamiento eficaz y fácil de entender, el orden de instancia para el entrenamiento no tiene ningún efecto sobre el	Naturaleza mutuamente excluyente de las clases, dependencia del árbol de decisión en la selección

	<p>entrenamiento como también las técnicas de podar pueden solucionar el problema de sobreajuste. Procesos en el que se utilizan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda binaria. • Sistemas Expertos. • Árboles de juego. • Medicina para 1 variable 	<p>de atributo. El error da como resultado un árbol de decisiones complejo. El atributo que falta hace que sea complejo la selección de la rama para probar el atributo.</p>
<p>Máquinas de Vector Soporte (Support vector Machine)</p>	<p>El problema de sobreajuste es poco probable que ocurra, El problema de optimización cuadrática redujo la complejidad computacional. Además, es fácil de controlar la frecuencia de error y complejidad. Procesos en el que se utilizan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda de libros. • Categorización de texto e hipertexto. • La clasificación de imágenes 	<p>El entrenamiento es relativamente lento en comparación con los árboles de decisión, la dificultad para determinar los parámetros óptimos de instancia cuando los datos que se utilizan con fines de entrenamiento no son linealmente separables. Como también tiene dificultad para comprender la estructura del algoritmo.</p>
<p>Bosque aleatorio (Random Forest)</p>	<p>Clasificación rápida y efectiva de la instancia. Robustez para atributos irrelevantes. También se puede utilizar tanto para la clasificación como para la regresión.</p>	<p>Asume que todos los atributos tienen la misma naturaleza de relevancia. Además, su complejidad es muy alta.</p>

	<p>Proceso en el que se utilizan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medicina para varias variables. • Banca. • Mercado de valores. • Comercio electrónico.
<p>Genético algoritmo (Genetic algorithm)</p>	<p>El Algoritmo es simple y No es el método más fácil de implementar. Se utiliza en la clasificación y selección de operaciones. También se emplea principalmente en la optimización. Proceso en el que se utilizan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseño de ingeniería. • Rutas de tráfico y envío. • Análisis de ADN. <p>No es el método más eficiente para encontrar alguna optima, tiende a encontrar optima local en lugar de global. Complicaciones implicadas en la representación de datos de training/output.</p>

Al analizar los beneficios, su limitación y en que puede ser aplicado cada uno de los algoritmos, se eligió el algoritmo no paramétrico Random Forest (Bosque aleatorio) mediante el aprendizaje supervisado, puesto que, para la aplicación en medicina, el algoritmo se puede utilizar para identificar enfermedades mediante el análisis de los registros médicos del paciente.

El algoritmo bosque aleatorios es una combinación de árboles predictivos de acuerdo a los valores de entrada y de salida. Debido a esto el algoritmo se educa con datos ya registrados de entrada y para cada uno de los datos de entrada se le enseña la variable a predecir o de salida (Polero, Garmendia, Echegoyen, & al., 2019). Por lo consiguiente al realizar este procesamiento de datos, cuando se concluye la etapa de enseñanza, el

algoritmo tiene la habilidad de generar el conocimiento modelado en datos de resultados predichos.

Ejemplo de las Variables objetivas del paciente que se utilizan en el algoritmo bosque aleatorio para detectar síntomas de enfermedad:

- Peso.
- Altura.
- Hipertensión arterial.
- Diabetes con o sin requerimiento de insulino terapia.
- Presión arterial y diastólica.
- Frecuencia cardíaca.
- Examen físico cardiovascular.

A continuación, en la Figura No. 25, se presenta un ejemplo de manera practica de cómo funciona el algoritmo Bosque aleatorio. En el cual se obtiene una data que se puede dividir en varios árboles de decisiones, para este ejemplo se va a crear tres arboles de decisiones, al final del proceso cada árbol otorga un resultado y la respuesta que se haya repetido simultaneas veces como resultado final en el análisis de los árboles de decisión será la predicción del análisis en este problema se puede observar que el resultado final son los de color azul debido a que son los que más se repiten.

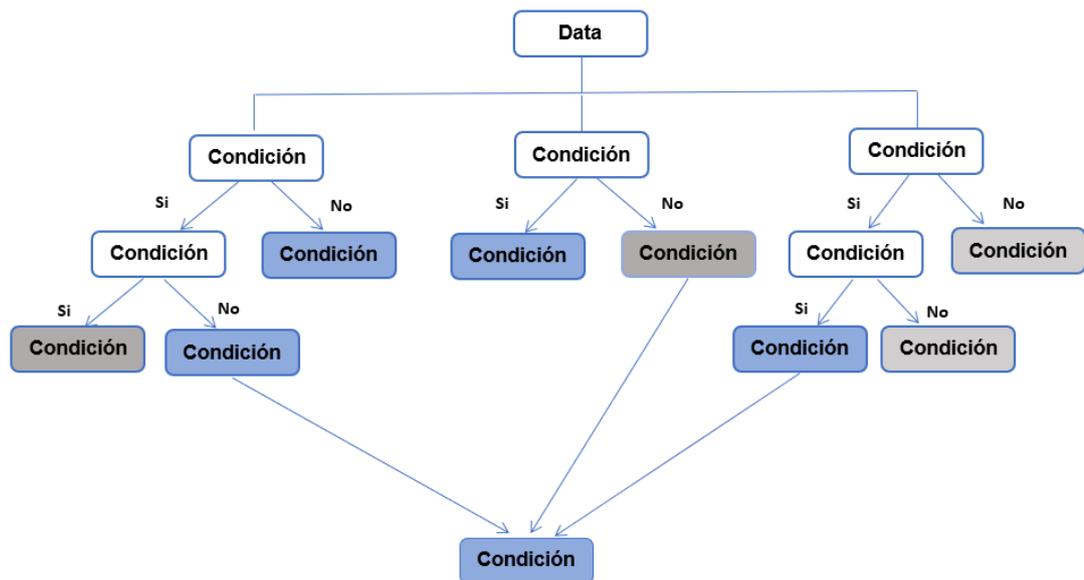


Figura 25. Proceso de algoritmo de Bosque aleatorio

Por lo que se puede decir que el algoritmo de Bosque aleatorio consiste en desarrollar varios árboles de decisiones para finalmente verificar los resultados de cada uno de ellos para que en la última etapa la mayoría de los votos sea el resultado final del problema.

Al igual que todos los problemas de algoritmos de aprendizaje supervisado siempre se debe tener las variables dependientes e independientes.

- Variables dependientes: (X)
- Variable independiente: (Y)

Las variables independientes que son las características se manipulan para predecir algún valor de una variable dependiente (Y). Mientras que las variables dependientes que son los objetivos, dependen de los valores de las variables independientes por lo que es la característica que se trata de predecir en el algoritmo.

Un bosque aleatorio es el conjunto basado en árboles que dependen de una colección de variables aleatorias, por lo que se podría decir que a cada

árbol de le establece: una parte aleatoria de datos (Tree bagging) y otra parte aleatoria features (Feature sampling).

$$RF = \text{Tree bagging} + \text{Features sampling}$$

Para el Tree bagging al realizar una cantidad de B arboles el objetivo es encontrar una función de predicción B muestras del problema (X, Y), que notamos (X_b, Y_b) (b ∈ {1..B}). Para que al momento de aumentar un árbol sobre cada par (X_b, Y_b) lo que provoca que disminuya el overfitting.

En cambio, para el Feature Sampling en los n características, cada uno de los árboles puede acceder a solo una parte (típicamente \sqrt{n}). Esto disminuye la correlación entre los árboles (visto por el coeficiente p).

Para la varianza que se refiere a una medida estadística de la dispersión entre números en un conjunto de datos en este caso de N árboles. El promedio de N variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas (iid), tiene varianza $\frac{\sigma^2}{N}$ y si los árboles no son independientes (hipótesis clásica): en el cual los factores que influyen sobre la varianza del bosque aleatorio es el Feature Sampling y el bagging.

$$V_{forest} = p\sigma^2 + (1 - p) \frac{\sigma^2}{N}$$

En la minimización de un bosque aleatorio para el criterio de Split existen dos tipos de criterios para realizar una división de rama (Split):

- El criterio Gini: Uno de los principios es escoger la clase más importante y observar porque característica se distingue.
- El criterio de entropía: Cuando S un conjunto de datos labelizados {+, -}. Y cuando p₊ la proporción de población positiva en S, y p₋ negativa. Por lo consiguiente:

$$\text{Entropía}(S) = -p + \log p + -p - \log p -$$

Sea R un nuevo nodo, y a N otorga a H nuevas hojas.

$$\text{Ganancia}(S,R) = \text{Entropía}(S) - \sum_{h \in H} \frac{|S_h|}{|S|} \text{Entropía}(S_h)$$

4.4. Modelo Predictivo Random Forest en los procesos de la Unidad médica.

Para llevar a cabo la construcción y evaluación de los Random Forest de los procesos en donde interviene el robot con AI se realizaron dos pasos globales, los cuales se detallan a continuación:

1. Recopilación de datos.

Se realizó un levantamiento de los datos de cada una de las variables definidas para ser empleadas en el caso de estudio del modelo predictivo.

2. Preparación de los datos.

Todos los datos obtenidos en la recopilación deberán ajustarse a las unidades de medida pre-establecidas en los dataset de cada Random Forest.

Por lo tanto, se ha escogido un proceso en donde interviene el algoritmo para la creación de los Random Forest, el cual es:

- Evaluar el Oxígeno en la sangre

Este proceso descrito con antelación dará paso a la construcción de los Random Forest.

PROCESO 1: Evaluar el Oxígeno en la sangre

A continuación, se realiza un ejemplo con pasos del algoritmo Random Forest para un proceso que predice un diagnóstico en este caso, se usara para

identificar cuando un paciente tiene Hipoxemia debido que es lo que primero que se valora en el proceso de diagnóstico al cliente.

1. Crear dataset: En el cual se eligen las variables que ayudan a identificar un diagnóstico clínico así mismo se realizan los registros de enseñanza para que vaya aprendiendo identificar cuando tiene Hipoxemia.

Tabla 8. Creación del Dataset.

Disnea o falta de aire	Mayor de 64 años de edad	Sobre peso IMC igual o superior a 25	Elevación de la tensión arterial pulmonar	Dolor en el pecho y las palpitaciones.	Entumecimiento y hormigueo en brazos	Hipoxemia
Si	No	Si	Si	Si	No	Si
No	Si	No	No	Si	No	No
No	No	No	No	No	Si	No
Si	No	No	Si	Si	Si	Si
No	Si	Si	No	No	No	No

Elaboración propia.

2. Crear Bootstrapping del dataset: De todos los registros se escoge para ordenarse de forma aleatoria además para la creación del bootstrapping dataset debe ser del mismo tamaño de la tabla No. 9, lo que quiere decir que no se dejar ningún dataset sin ser incluido.

Tabla 9. Crear Bootstrapping del dataset

Disnea o falta de aire	Mayor de 64 años de edad	Sobre peso IMC igual o superior a 25	Elevación de la tensión arterial pulmonar	Dolor en el pecho y las palpitaciones.	Entumecimiento y hormigueo en brazos	Hipoxemia
No	Si	No	No	Si	No	No
Si	No	No	Si	Si	Si	Si
No	Si	Si	No	No	No	No
No	No	No	No	No	Si	No
Si	No	Si	Si	Si	No	Si

Elaboración propia.

3. De las diferentes variables se definir dos variables aleatoriamente.

Tabla 10. se definir dos variables aleatoriamente.

Disnea o falta de aire	Mayor de 64 años de edad	Sobre peso IMC igual o superior a 25	Elevación de la tensión arterial pulmonar	Dolor en el pecho y las palpitaciones.	Entumecimiento y hormigueo en brazos	Hipoxemia
No	Si	No	No	Si	No	No
Si	No	No	Si	SI	Si	SI
No	Si	Si	No	No	No	No
No	No	No	No	No	Si	No
Si	No	Si	Si	Si	No	Si

Elaboración propia.

Para luego de las dos variables elegir aleatoriamente solo una variable

y será ese el nodo para la creación del primer árbol.

Tabla 11. Se define solo una variable aleatoriamente.

Disnea o falta de aire	Mayor de 64 años de edad	Sobre peso IMC igual o superior a 25	Elevación de la tensión arterial pulmonar	Dolor en el pecho y las palpitaciones.	Entumecimiento y hormigueo en brazos	Hipoxemia
No	Si	No	No	Si	No	No
Si	No	No	Si	SI	Si	SI
No	Si	Si	No	No	No	No
No	No	No	No	No	Si	No
Si	No	Si	Si	Si	No	Si

Elaboración propia.

4. Construcción de los árboles de decisión por cada variable de los dataset.

- Árbol 1

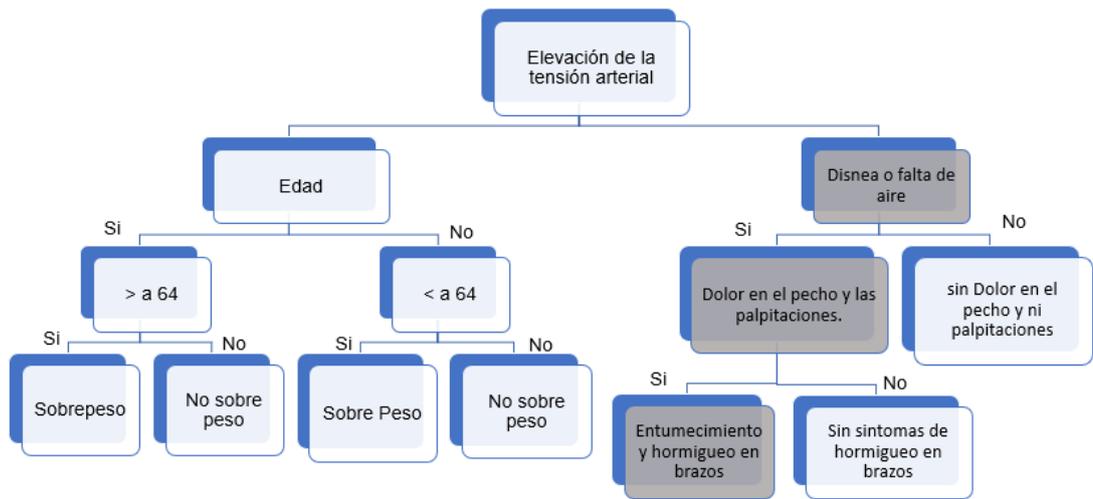


Figura 26. Árbol 1

- Árbol 2

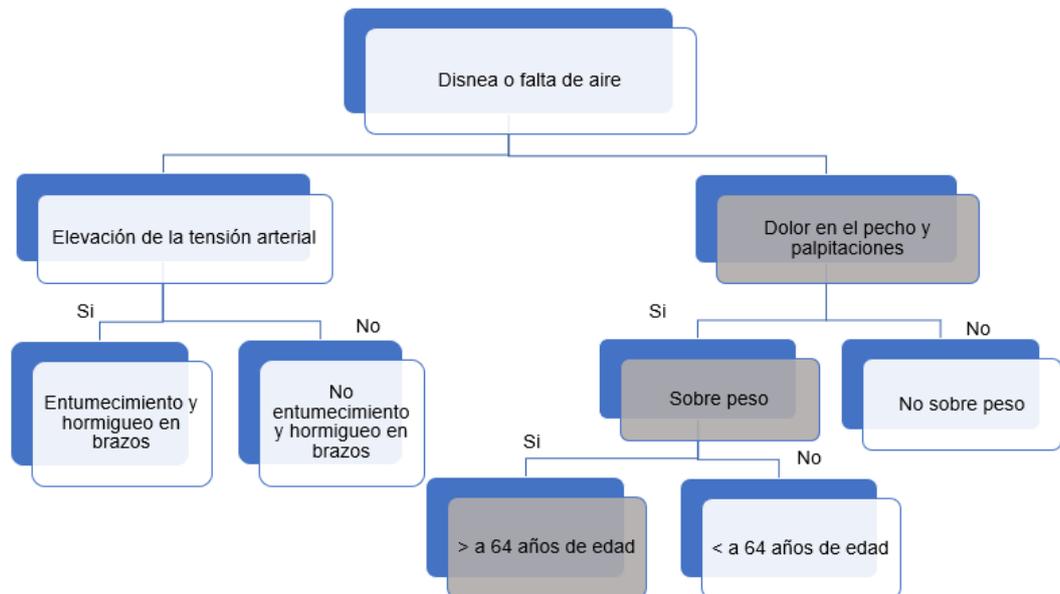


Figura 27. Árbol 2

- Árbol 3

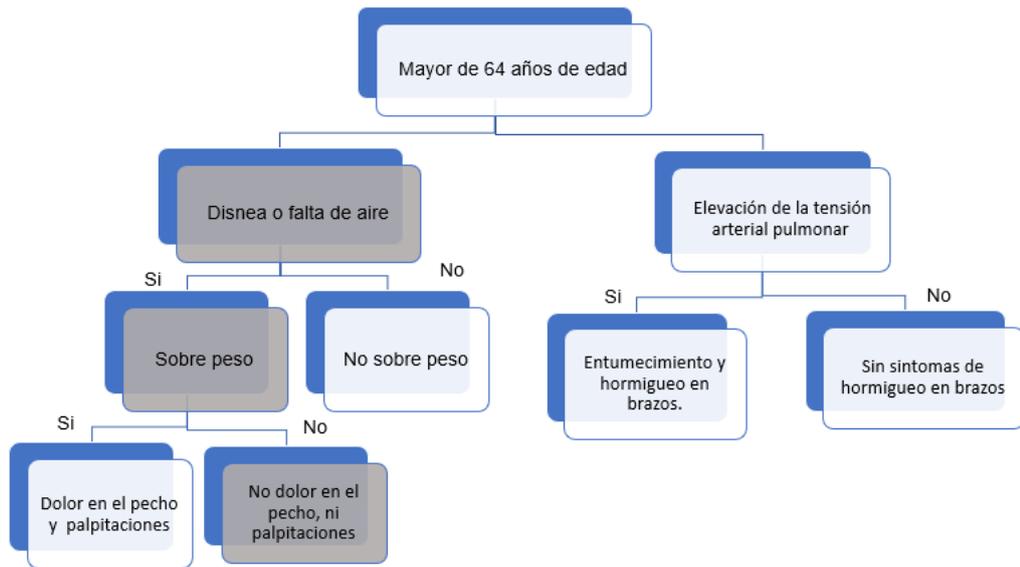


Figura 28. Árbol 3

- Árbol 4

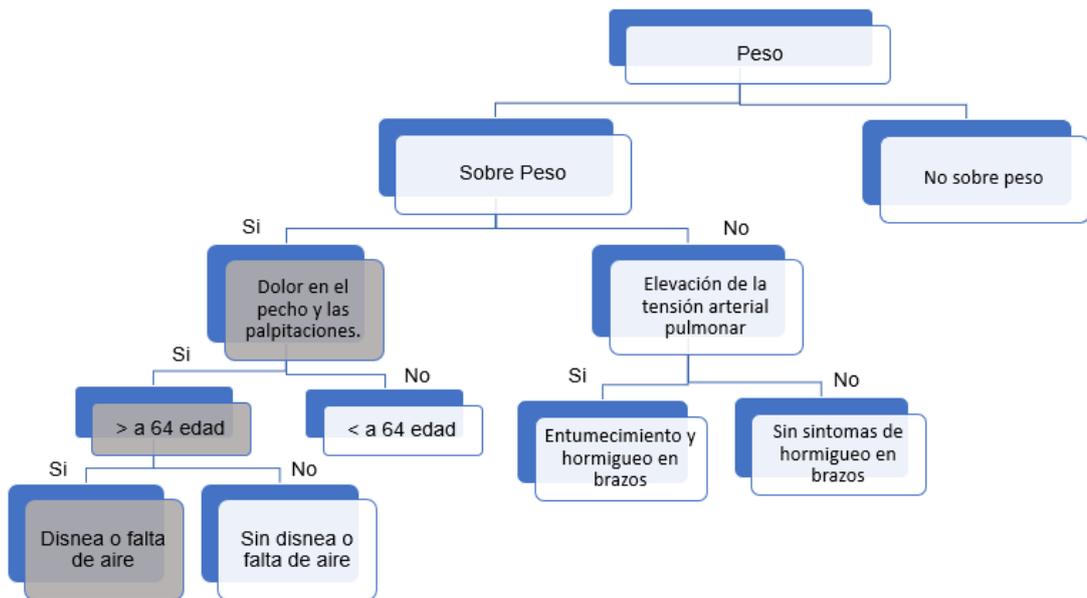


Figura 29. Árbol 4

- Árbol 5

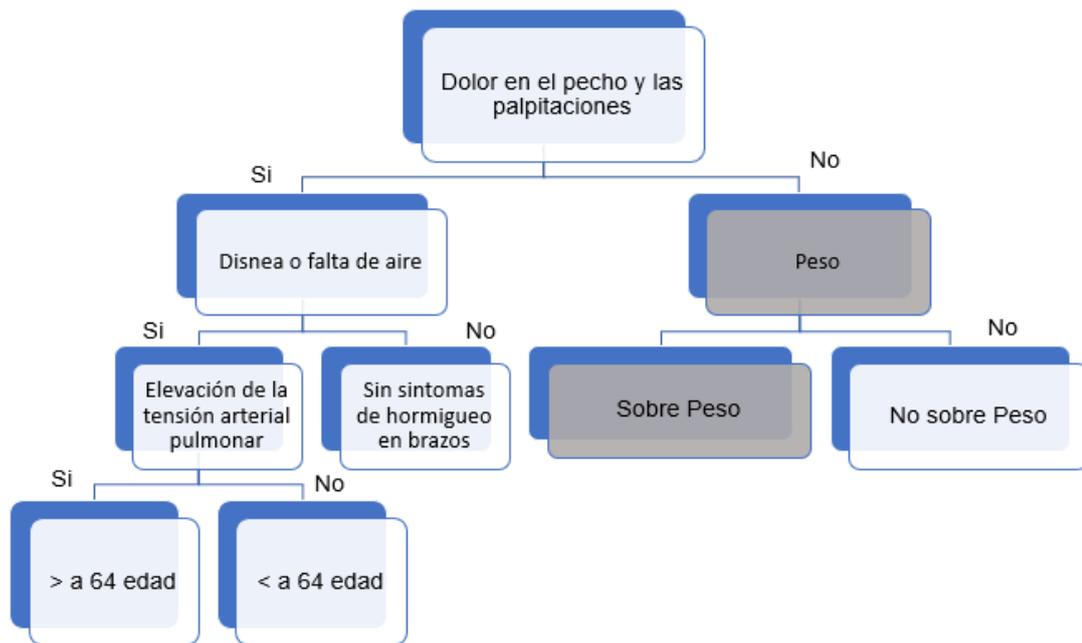


Figura 30. Árbol 5

- Árbol 6

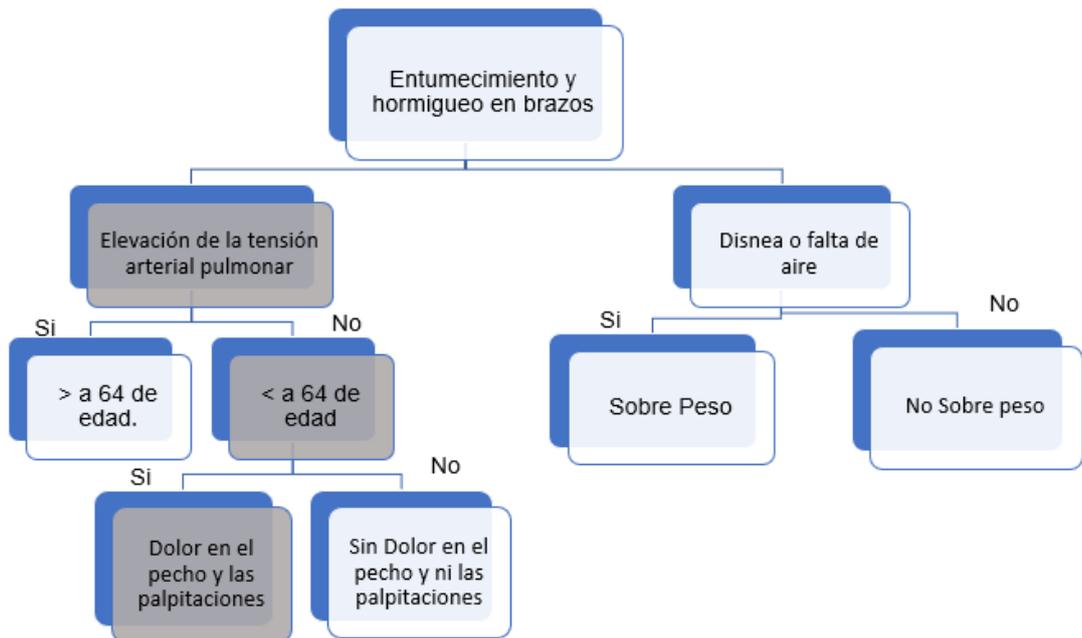


Figura 31. Árbol 6

5. Para el uso del algoritmo se registra nuevos datos.

Disnea o falta de aire	Mayor de 64 años de edad	Sobre peso IMC igual o superior a 25	Elevación de la tensión arterial pulmonar	Dolor en el pecho y las palpitaciones.	Entumecimiento y hormigueo en brazos	Hipoxemia
No	Si	No	No	Si	No	No
Si	No	No	Si	Si	Si	Si
No	Si	Si	No	No	No	No
No	No	No	No	No	Si	No
Si	No	Si	Si	Si	No	Si
Si	No	Si	Si	Si	Si	Si

Elaboración propia.

6. Evaluación por cada uno de los árboles

Respuesta	Árbol 1	Árbol 2	Árbol 3	Árbol 4	Árbol 5	Árbol 6
Si	X	x		x	X	x
No			X			

Elaboración propia.

4.5. Análisis del Impacto de la implementación de robots con AI en área de servicio al cliente de unidades médicas privadas en la ciudad de Guayaquil.

Los métodos predictivos proporcionan diferentes modelos que se ajustan a diversas utilidades globales. En el caso de estudio del presente trabajo empleado para predecir un diagnóstico médico brinda la oportunidad con un conjunto establecido de variables y con el algoritmo previamente designado la creación de múltiples árboles de decisión formados por reglas binarias (si/no) dependiendo de la composición del dataset principal, el cual fue entrenado con una pequeña muestra mediante bootstrapping.

El resultado de la predicción se obtiene seleccionando las predicciones de los árboles de decisión individuales, es de tal manera que mientras más variables conforman el dataset se llega a un resultado más preciso como resultado de la predicción. Teniendo en consideración que cada dataset previamente establecido y autocompletado con los datos previos permiten determinar el resultado booleano de un proceso, tarea o diagnóstico específico.

Es así como con la aplicación del algoritmo Supervisado Random Forest compuesto con un conglomerado de variables determina diferentes predicciones, en donde la aplicación de dicho algoritmo de Machine Learning en los robots con AI en el modelo de negocios de servicio al cliente de las unidades médicas resulta de gran impacto al minimizar las tareas realizadas por el hombre y entrenado para predecir un diagnóstico igual de exacto comparado con un especialista en el área de medicina.

4.6. Análisis del Impacto de la implementación de robots con AI en área de servicio al cliente de unidades médicas privadas en la ciudad de Guayaquil por parte de los profesionales de la salud.

Al realizar este estudio, se han obtenido las perspectivas del personal médico y el impacto que podría generar la implementación de robot con AI en la atención sanitaria. Se estima que las consideraciones sociotécnicas son importantes al momento de implementar una nueva tecnología debido que es la sociedad quien se verá afectada al incluir nuevos métodos para identificar varios diagnósticos clínicos.

Los desafíos que rodean la implementación de la robótica en el entorno de atención al cliente en el área médica deberían abordarse de manera proactiva por el cual paulatinamente deberían intensificar o aumentar nuevas tecnologías como también informar los beneficios para que el paciente vaya asociando la tecnología con resultados positivos y diagnósticos precisos.

Debido a esta cuarta revolución industrial la relación entre médico, paciente y las nuevas tecnologías no se debe ver perjudicial al contrario sirve como ayuda para el profesional de la salud porque mejoraría la calidad, eficiencia y eficacia en la asistencia sanitaria. En la actualidad debido a la necesidad del ser humano al mantener distanciamiento social, podría generar un impacto positivo por el poco o nulo contacto que se tendría entre el robot con AI y el paciente así mismo por lo ágil del proceso y la precisión en el diagnóstico del paciente.

Aun que es controversial el tema de implementar o no un robot con AI en el sector sanitario en el área del servicio al cliente los especialistas de la salud recomiendan esta implementación debido que aportaría significativamente en el ágil proceso de diagnóstico al paciente.

4.7. Ventajas de la aplicación de los robots con AI en los principales procesos de servicio al cliente en los centros médicos.

- El robot al llevar el algoritmo Random Forest para los procesos principales en el servicio al cliente en los centros médicos da una cierta ventaja debido que si el centro médico tiene una base de datos grande o un conjunto de datos enorme en el que necesita trabajar, este algoritmo maneja bastante bien grandes conjuntos de datos. Además, puede aprovechar los parámetros de optimización y hacer que el modelo sea más eficiente.
- El hecho de estar compuesto por múltiples árboles de decisión amplifica las capacidades predictivas del bosque aleatorio y lo hace útil para aplicaciones donde la precisión es la prioridad en este caso la predicción de diagnóstico en un paciente.
- En general, la ausencia de requisitos de normalización o escalado hace que Random Forest sea mucho más conveniente que otros algoritmos de aprendizaje automático cuando se trata de "preparación y preprocesamiento de datos".

4.8. Riesgos de la aplicación de los robots con IA en el área de servicio al cliente.

- Al aplicar el algoritmo Random Forest no se podrá predecir ningún valor fuera de los valores disponibles, ya que el promedio es una gran parte de los modelos forestales aleatorios.
- Si sus datos tienen variables categóricas con diferentes niveles de atributos, esto puede ser un gran problema porque el algoritmo Random Forest favorecerá a aquellos con más valores que pueden representar un riesgo de predicción además que pueden volverse

lentos, especialmente si se cultivan bosques con diferentes árboles y al no optimizarlos correctamente.

- Los árboles del bosque y, lo que es más importante, sus predicciones deben no estar correlacionados (o al menos tener bajas correlaciones entre sí). Si bien el algoritmo en sí a través de la aleatoriedad de características intenta diseñar estas correlaciones bajas para nosotros, las características que seleccionamos y los hiperparámetros que elegimos también afectarán las correlaciones finales.

5. CONCLUSION Y RECOMENDACIÓN

5.1 CONCLUSIONES

Los robots con algoritmos de inteligencia artificial han pasado por una evolución a lo largo de los años hasta la actualidad por lo cual se ha demostrado su efectividad para el ser humano en distintas áreas, pero en especial en el área médica.

Se destaca que a través de las entrevistas a médicos se identificó los principales procesos de diagnóstico del servicio al cliente que por medio de este se precisó el algoritmo de inteligencia artificial adecuado para medicina donde se manejan grandes datos para la valorización de diagnóstico de un paciente.

Mediante los principales procesos de diagnóstico al paciente como triaje y signos vitales se identificó las características relevantes que debería tener el robot con inteligencia artificial para la recolección de datos en el centro médico del caso de estudio.

Se propone ventajas y riesgo que conlleva la aplicación de robots con AI direccionadas al área del servicio al cliente en donde se resalta el uso de Random Forest para la preparación y procesamiento de datos y a su vez se identificó que los niveles de atributos en las variables categóricas deben ser parciales para no afectar los resultados finales de las predicciones.

Finalmente, desde el punto de vista médico, al implementar un robot con AI consideran que es de progreso y de provecho para el área médica en atención al servicio al cliente.

5.2 RECOMENDACIONES

Se sugiere que las autoridades competentes relacionadas con los centros médicos se familiaricen con nuevas tecnologías basadas en atención al cliente para la optimización del proceso de diagnóstico al paciente.

Se debería considerar que Mientras más datos recolecte el robot durante el proceso de la recolección de triaje tiene la posibilidad de predecir diagnósticos de acuerdo a la cantidad Random forest que se cree de acuerdo a los dataset definidos.

Se sugiere implementar un robot con inteligencia artificial con el algoritmo Random Forest en la actualidad debido al virus Covid-19, el distanciamiento en los centros médicos es fundamental para la disminución de contagio.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bolaños Linares. (2019). Es tiempo de robótica en la arquitectura. *ACADEMIA XXII*, 10(20). Recuperado el 25 de 01 de 2021, de <https://doi.org/10.22201/fa.2007252xp.2019.20.72342>

Al Mahmud Al Mamun. (12 de Mayo de 2019). A review of Artificial Intelligence and Robotics. *Daily Sun*. Recuperado el 25 de Enero de 2021, de <https://www.daily-sun.com/printversion/details/391652>

Alpaydin, E. (2020). *Introduction to Machine Learning* (cuarta ed.). Massachusset. Recuperado el 27 de Enero de 2021, de https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=tZnSDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&ots=F3SQbVawxh&sig=b0t1SWCH7BNVev1kfNclx-TPp_g&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Arias, V. (2019). Una introducción a las aplicaciones de la inteligencia artificial en Medicina: Aspectos históricos. *Revista Latinoamericana de Hipertensión*, 14(5). Recuperado el 27 de Enero de 2021, de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1702/170262877013/html/index.html>

Arias, V., Salazar, J., Garicano, C., Contreras, J., Chacón, G., & Chacín-González. (2019). Una introducción a las aplicaciones de la inteligencia artificial en Medicina: Aspectos históricos. *Revista Latinoamericana de Hipertensión*, 14(5). Recuperado el 24 de 01 de 2021, de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1702/170262877013/170262877013.pdf>

Boccanfuso L & M. O’Kane J. (2012). Remote Measurement of Breathing Rate in Real Time Using a High Precision, Single-Point Infrared Temperature Sensor. *IEEE International Conference on Biomedical*. Rome. doi:10.1109/BioRob.2012.6290703

Boden, M. A. (2016). *Inteligencia Artificial*. (I. P. Parra, Trad.) Madrid: Turner Publicaciones S.L. Recuperado el 02 de Diciembre de 2020, de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=LCnYDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&dq=inteligencia+artificial&ots=drPrAW9Qo9&sig=VmCqR7bvo2dbhM2w-Lo-nAOaQn8#v=onepage&q=inteligencia%20artificial&f=false>

Bolic, M. (2014). Contactless Monitoring. Recuperado el 20 de Febrero de 2021, de https://www.iaria.org/conferences2017/filesHUSO17/MiodragBolic_HUSO2017_ContactlessMonitoring.pdf

Brill, F., Erukhimov, V., Giduthuri, R., & Ramm, S. (2020). *OpenVX Programming Guide*. Academic Press. Recuperado el 27 de Enero de 2021, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128164259000073#s0045>

Canfrang, P. R. (22 de junio de 2020). Robots con bata blanca: llega la inteligencia artificial a la sanidad. *Revista Telos de la Fundación Telefónica*. Obtenido de <https://telos.fundaciontelefonica.com/la-cofa/robots-con-bata-blanca-llega-la-inteligencia-artificial-a-la-sanidad/>

Cornejo, J., Vargas, M., & Cornejo-Aguilar, J. A. (2020). Aplicaciones innovadoras de la robótica y biomédica en la salud pública durante la pandemia del COVID-19. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*. Recuperado el 27 de Enero de 2021, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-05312020000400756

Cornieles, P. (2018). *Cómo mejorar tu atención al cliente con Inteligencia Artificial*. Bogotá: IA-LATAM. Obtenido de <https://ia-latam.com/2018/12/26/como-mejorar-tu-atencion-al-cliente-con-inteligencia-artificial/>

Corona, S. (8 de Abril de 2018). El País. *La robot Sophia: “Los humanos son las criaturas más creativas del planeta pero también las más destructivas”*. Recuperado el 25 de Enero de 2021, de https://elpais.com/tecnologia/2018/04/06/actualidad/1523047970_882290.html

Davenport y Kalakota. (Junio de 2019). El potencial de la inteligencia artificial en la asistencia sanitaria. *Future Healthcare Journal*(PMCID: PMC6616181), 94-98. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6616181/>

Davids, M. (17 de Julio de 2017). *Robotiq*. Recuperado el 25 de Enero de 2021, de Robotiq: <https://blog.robotiq.com/a-brief-history-of-robots-in-manufacturing>

Díaz, J. M. (Noviembre de 2020). Inteligencia artificial y Big Data como soluciones frente a la COVID-19. *Revista de Bioética y Derecho*(50).

Recuperado el 25 de Enero de 2021, de
http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1886-58872020000300019&script=sci_arttext&tlng=pt

Domingo. D & Postay. J. (2017). *Aprendizaje Autónomo en Sistemas Inteligentes*. Argentina. Recuperado el 02 de Diciembre de 2020, de Sedici:

http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/61352/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

European Parliament. (2019). *Robots in Healthcare: a solution or a problem?* Zrinjka DOLIC, Rosa CASTRO, Andrei MOARCAS, Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies. Luxembourg: European Union.

GARCIA, E., JIMENEZ, M., & SANTOS, P. G. (Abril de 2007). The evolution of robotics research. *IEEE Robotics & Automation Magazine*. Recuperado el 27 de Enero de 2021, de https://www.researchgate.net/publication/3344813_The_evolution_of_robotics_research

Giral, D. A., Hernández, C. A., & Martínez, F. H. (2019). *Algoritmos para Toma de Decisiones en Redes Inalámbricas*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá. Recuperado el 27 de Enero de 2021, de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v30n6/0718-0764-infotec-30-06-00387.pdf>

Granja, M. (2014). *Modelación y Análisis de la cinemática directa e inversa del manipulador stanford de seis grados de libertad*. Escuela Politécnica

Nacional, Quito. Recuperado el 27 de Enero de 2021, de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8693/1/CD-5831.pdf>

Guizzo, E. (01 de agosto de 2018). *Robots su guía para el mundo de la robótica*. Obtenido de <https://robots.ieee.org/learn/types-of-robots/>

Harvard Business Review. (2020). *Cómo los hospitales utilizan la inteligencia artificial para combatir el Covid-19*. Massachusetts: Harvard Review from Partners Ltd. Obtenido de <https://hbr.org/2020/04/how-hospitals-are-using-ai-to-battle-covid-19>

IEEE. (2015). *Deep Neural Decision Forests*. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Chile. Recuperado el 27 de Enero de 2021, de <https://ieeexplore.ieee.org/document/7410529>

INEC. (2010). *Resultados del Censo 2010*. Guayaquil. Recuperado el 27 de Enero de 2021, de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/guayas.pdf>

INEC. (2019). Recuperado el 27 de Enero de 2021, de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/camas-y-egresos-hospitalarios/>

Iqbal, H., & Jahan, M. (2014). *Design & Implementation of Light Following Robot*. Northern University Bangladesh, Bangladesh. Recuperado el 27 de Enero de 2021, de https://www.researchgate.net/publication/271661459_Design_Implementation_of_Light_Following_Robot

Kikat Mat y Mallikarjuna Rao. (2019). Inteligencia artificial en el desarrollo de fármacos: estado actual y perspectivas de futuro. *Science Direct*, 773-780.

Kriegeskorte, N. (Abril de 2019). Neural network models and deep learning. *ScienceDirect*, 29. Recuperado el 27 de Enero de 2021, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982219302040>

Kriegeskorte, N. (2019). Neural network models and deep learning. *Sciencedirect*, 29. Recuperado el 21 de Enero de 2021, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982219302040>

Leyva M, Escobar R, Espín C & Pérez K. (2018). HERRAMIENTA PARA EL APRENDIZAJE COLABORATIVO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL. *Didáctica y Educación.*, 10. Recuperado el 02 de Diciembre de 2020, de <http://rai.uapa.edu.do:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/394/2565-5388-3-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Leyva-Vázquez M. & Smarandache F. (Noviembre de 2018). Inteligencia Artificial: retos, perspectivas y papel de la Neutrosofía. *Revista Dilema Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 1(Edición especial). Recuperado el 02 de Diciembre de 2020, de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=FqqcDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA5&dq=inteligencia+artificial&ots=-Q_PCBa_qA&sig=q-z0MA9HUMDyiq6XpkZENHIn8#v=onepage&q=inteligencia%20artificial&f=false

MINISTERIO DE FOMENTO. (2020). *Gobierno de España*. Obtenido de Ricardo Mendez Gutierrez.:

https://www.ign.es/espmap/figuras_industria_bach/pdf/Industria_Fig_01_texto.pdf

Mohammed, A. T. (2016). *Obstacle Avoider Robotic Vehicle*. Sudan University of Science and Technology. Recuperado el 17 de Enero de 2021, de <http://repository.sustech.edu/bitstream/handle/123456789/15777/Obstacle%20Avoider%20Robotic%20Vehicle.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mustafa, M. N. (2016). *REACHING THE TARGET WITH A SHORT DISTANCE AND TIME USING Q*. International Journal OF Engineering Sciences & Management Research. Recuperado el 27 de Enero de 2021, de <http://sciencepublishinggroup.com/book/download?chapterId=1533&stateId=8000&fileType=4>

Naveen Joshi. (19 de junio de 2019). 7 tipos de inteligencia artificial. *Forbes*. Obtenido de <https://www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2019/06/19/7-types-of-artificial-intelligence/?sh=196c6a6c233e>

Organización Panamericana de la salud. (2010). *paho.org*. Obtenido de OPS: https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2011/HSS_IS_Manual_Sistema_Tiraje_CuartosUrgencias2011.pdf

Pandey, A. K., & Gelin, R. (Julio de 2018). A Mass-Produced Sociable Humanoid Robot: Pepper: The First Machine of Its Kind. *IEEE Robotics & Automation Magazine*. Recuperado el 27 de Enero de 2021, de https://www.researchgate.net/publication/326334563_A_Mass-

Produced_Sociable_Humanoid_Robot_Pepper_The_First_Machine_of_Its_Kind

Pérez, J. G. (2017). *Introducción a Ros en Raspberry Pi*. España. Recuperado el 20 de Enero de 2021, de <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/63705/3/jgutierrezperTFM0617memoria.pdf>

Perspectivas de la revisión de tecnología del MIT. (2020). Un nuevo horizonte para expandir el panorama de la Inteligencia Artificial. *MIT Technology Review*, 3. Obtenido de <https://www.technologyreview.com/2020/11/30/1012528/a-new-horizon-expanding-the-ai-landscape/>

Polero, L. D., Garmendia, C. M., Echegoyen, R. E., & al., e. (26 de Diciembre de 2019). Predicción de riesgo de sufrir un síndrome coronario agudo mediante un algoritmo de Machine Learning (ANGINA). *Redalyc*. doi:10.7775/rac.es.v88.i1.17193

Prof. Chatila. (2019.). Argumentos sobre los retos éticos y riesgos de la IA y robótica en medicina. *Parlamento Europeo*, 18-19.

Rao, K. M. (2019). Inteligencia artificial en el desarrollo de fármacos: estado actual y perspectivas de futuro. *Science Direct*, 773-780.

Redacción Tecnósfera. (08 de Enero de 2020). El Tiempo. *Siete interesantes robots exhibidos en el CES 2020*. Recuperado el 25 de Enero de 2021, de <https://www.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/ces-2020-siete-interesantes-robots-exhibidos-en-el-evento-449920>

- Roman, V. (27 de Marzo de 2019). Aprendizaje Supervisado: Introducción a la Clasificación y Principales Algoritmos. *Ciencia y Datos*. Recuperado el 22 de Febrero de 2021, de <https://medium.com/datos-y-ciencia/aprendizaje-supervisado-introducci%C3%B3n-a-la-clasificaci%C3%B3n-y-principales-algoritmos-dadee99c9407>
- Roque, R. A. (2020). *LOS ROBOTS EN EL SECTOR SERVICIOS*. Universidad de Lima, Lima. Recuperado el 27 de Enero de 2021, de https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/12126/Polastri_Roque_Rodrigo_Alonso.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rosa Castro et al. (19 de octubre de 2020). *Robotics and Automation*. Obtenido de <https://roboticsandautomationnews.com/2020/10/19/robots-in-healthcare-and-human-perception/37466/>
- Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia Artificial* (Primera ed.). Barcelona: Centro de Libros PAPF, SLU. Recuperado el 02 de Diciembre de 2020, de https://planetadelibrosar0.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/40/39307_Inteligencia_artificial.pdf
- Rouhiainen, L. P. (2018). *Inteligencia artificial*. Barcelona, España: Editorial Planeta, S.A. Recuperado el 28 de Noviembre de 2020, de https://planetadelibrosar0.cdnstatics.com/libros_contenido_extra/40/39307_Inteligencia_artificial.pdf
- Sampieri Hernandez Roberto. (2018). *Metodología de la investigación*. (Las rutas cualitativas, cuantitativas y mixtas. ed.). (M. G. Editores, Ed.) Ciudad de México: Mc Graw Hill Education .

Sánchez-Martín, F. (Enero de 2007). Historia de la robótica: de Arquitas de Tarento al Robot da Vinci. *Scielo*. Recuperado el 25 de Enero de 2021, de <http://scielo.isciii.es/pdf/aue/v31n3/v31n3a02.pdf>

Sharoon Emmanuel. (21 de Agosto de 2019). *Planetachatbot*. Recuperado el 3 de Marzo de 2021, de Planetachatbot: <https://planetachatbot.com/linea-tiempo-historia-de-chatbots-antes-ahora-y-manana-18a46fedc9cf>

Soto-Valero, C. (2018). Aplicación de métodos de aprendizaje automático en el análisis y la predicción de resultados deportivos. *Retos*. Recuperado el 27 de Enero de 2021, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6736333.pdf>

Telefónica Fundación TELOS Review. (2020). *Robots con bata blanca: llega la inteligencia artificial a la sanidad*. LA COFA.

Thomson, P. (30 de Agosto de 2019). *Learning Hub*. Recuperado el 25 de Enero de 2021, de Learning Hub: <https://learn.g2.com/history-of-robots#nineteenhundred>

UIT. (2010). *Ciberseguridad*. Guatemala. Recuperado el 3 de Enero de 2021, de https://www.itu.int/net/itunews/issues/2010/09/pdf/201009_20-es.pdf

Venkatasubramanian, V. (02 de Diciembre de 2018). La promesa de la inteligencia artificial en la ingeniería química: ¿está aquí, finalmente? *AICHE THE GLOBAL HOME OF CHEMICAL ENGINEERS*.

Recuperado el 02 de Diciembre de 2020, de
<https://aiche.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/aic.16489>

VersaLogic Corporation. (22 de Noviembre de 2016). *VersaLogic*. Recuperado el 20 de Febrero de 2021, de VersaLogic: <https://nz.qickey.com/datasheets/52/VL-EBX-18EAK.pdf>

WEB ECONOMIC FORUM. (2020). Obtenido de <https://intelligence.weforum.org/topics/a1Gb0000000pTDREA2?tab=publications>

ANEXOS

ANEXO 1. Formato de preguntas estructuradas para Entrevistas a profundidad.

FORMATO DE ENTREVISTAS A PROFUNDIDAD.

Dirigido a: Médicos o personal que labore en clínicas; de preferencia con conocimiento general sobre la Inteligencia artificial y la robótica en el campo de la salud y atención al paciente.

Preguntas Rompe Hielo, de apertura:

El avance de la tecnología crece a ritmos cada vez más acelerados, es de conocimiento vuestro, todo lo que la electrónica médica realizó en pro de la salud con la creación de máquinas que permiten facilitar el trabajo de los doctores. Al 2020, hablamos ya de la creación de robots que usan cierto tipo de inteligencia programada, que les permite ejecutar acciones mucho más complejas y que en algunos aspectos puede ya realizar tareas repetitivas como las de evaluar de forma general cómo se encuentra el estado de situación inicial de salud del paciente. Quisiéramos preguntarle a usted:

1. ¿Qué perspectivas tiene usted sobre la robótica en el campo de la salud?
2. ¿Cuál considera usted que es el beneficio central de la robótica y la inteligencia artificial en los procesos de atención al paciente?

Preguntas medulares

3. Ciertamente, dentro del proceso de atención al paciente existen diferentes subprocesos en los que se pueden incluir máquinas o robots que mejorar la calidad del servicio. ¿Puede usted detallar cuál es el

proceso que pasa un paciente desde que ingresa a la clínica, hasta que sale?

Muchas gracias por su respuesta a la pregunta anterior. Nos encantaría profundizar un poco más sobre los detalles dentro de cada proceso y conocer, por ejemplo:

4. ¿Quiénes intervienen, qué realizan, y cuál es el valor que recibe el paciente dentro de cada uno de los procesos?
5. En cuáles de estos procesos descritos, usted preferiría que exista una máquina/robot, y por qué?
6. ¿Usan equipos tecnológicos para la toma de signos vitales en pacientes?
7. ¿Dónde es el primer lugar que se dirige el paciente al ingresar a la unidad médica para ser atendido por el personal médico de la clínica? (Si, el doctor ya respondió esto, debe omitir esta pregunta)
8. ¿Cuentan con alguna plataforma informática para llevar un control de pacientes?
9. ¿Si es afirmativa esta última pregunta, que hacen con dicha información?
10. ¿Si es negativa la respuesta de la última pregunta, como llevan el control?

Es de conocimiento general que los robots, en ciertos casos al reemplazar la actividad humana, si son implementados en procesos en los que normalmente hay contacto humano, ayudarían a disminuir las probabilidades de contagio al evitar el contacto y con ello el contagio de COVID-19 y otras patologías. En este sentido queremos preguntarle:

11. ¿Qué acción toman cuando un paciente llega al centro médico y le detectan una enfermedad infectocontagiosa (COVID)?

12. ¿Realizan labores de desinfección inmediatamente luego de atender a un paciente?

Preguntas de cierre.

13. ¿Considera usted que invertir en robots puede mejorar la calidad de su servicio, al mismo tiempo que ahorra costes?

14. ¿Cuál es su perspectiva sobre las ventajas y desventajas del uso de este tipo de tecnología?

15. Finalmente, desde el punto de vista médico, ¿recomendaría a la clínica la compra de robots con inteligencia artificial para apoyar la labor de los médicos?

ANEXO 2. Formato de Encuesta.



Encuesta de investigación sobre la perspectiva del paciente respecto a la integración de Robots en los procesos de atención a la salud.

Vivimos en la Revolución Industrial 4.0. La tecnología también ha avanzado en el campo médico, existen máquinas desarrolladas con un nivel mayor de inteligencia artificial y agilidad (en algunos casos en forma de robots), que apoyan a los médicos, desde un mejor diagnóstico de enfermedades, hasta aquellas que pueden asistir durante una cirugía.

Queremos saber qué piensas al respecto como paciente, frente a este desarrollo de la ciencia.

Esta es una encuesta anónima.

Sexo *

Hombre

Mujer

Edad *

Texto de respuesta corta

Ciudad/Cantón de su domicilio

Texto de respuesta corta

Conoce usted sobre el uso de robots en el campo de la medicina y la salud. *



Pepper, el robot recepcionista que te guía en el hospital. ▲▼

1. He escuchado muy poco.
2. Sé algo sobre esto.
3. Conozco bastante a cerca del tema.

4. Definitivamente no tengo idea.

Conoce usted, o ha escuchado el término "Inteligencia Artificial"

- Definitivamente no tengo idea
- Sé algo sobre esto.
- Si, conozco bastante del tema.

En donde se atendería usted para una cita de especialidad médica?

- En clínica privada
- En hospital
- En centro de salud
- En un dispensario
- En un consultorio privado

Si usted fuera atendido por un robot cuando le toman los signos vitales; cómo se sentiría durante la experiencia? Marque 1, si siente muy poco esa emoción, y marque 5 si la sentiría muy fuertemente. *

	Para nada	Un poco	Mucho	Demasiado
Miedo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Curiosidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sorpresa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ira	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Satisfacción	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Según su criterio, qué tipo de impacto pueden desarrollar los robots en el campo de la salud? *

- Positivo

No estoy seguro(a)

Negativo

Le gustaría ser atendido(a) por un Robot en el área de caja/estadística? *

Si, me gusta lo ágil y eficiente que puede llegar a ser para atenderme.

No, yo prefiero una persona.

Indiferente. Me da igual si es un robot o una persona.

Le gustaría ser atendido(a) por un Robot en el área de cuando te toman los signos vitales (Temperatura, presión, pulsómetro, peso) *

No, creo que no va a ser bueno.

Si, creo que puede ser más preciso y dar mejores resultados en eso.

Me es indiferente si es un robot o un humano. Creo que no hará la diferencia para mi experiencia.



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Estudio predictivo del impacto de la implementación de robots con inteligencia artificial en el área de servicio al cliente de unidades médicas privadas en la ciudad de Guayaquil.		
AUTOR(ES)	Dioselina Lorena, López Bustamante		
REVISOR(ES)/TUTOR (ES)	Ing. José Lenin, Morejón Campoverde		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Ingeniería		
CARRERA:	Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Sistemas Computacionales		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	15 de marzo de 2021	No. DE PÁGINAS:	113
ÁREAS TEMÁTICAS:	Robots, Inteligencia artificial, Servicio en unidades médicas, Áreas del servicio al paciente.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Robots, Inteligencia artificial, Unidades médica		
RESUMEN/ABSTRACT:	<p>Los robots con inteligencia artificial han contribuido con el cuidado de la salud mejorando el servicio en las unidades médicas; como también han evolucionado respecto a las necesidades del ser humano, resolviendo problemáticas actuales como la optimización de procesos de diagnóstico al paciente dentro de las unidades médicas. Por ello el presente trabajo de titulación se centra en detallar los procesos que se realizan en el área del servicio al paciente, conocer la perspectiva de los profesionales médicos y de los pacientes para precisar en qué procesos/tareas podría sugerirse implementar un robot con inteligencia artificial dentro de las entidades de salud. Utilizando una metodología de investigación exploratoria de enfoque cuantitativo y cualitativo para la recolección de datos aplicados a médicos y pacientes en la ciudad de Guayaquil. Con esta información, se establecerán las ventajas y los riesgos de la aplicación de los robots con inteligencia artificial, así como los factores que la permiten. Respectivamente, los hallazgos contribuirán para detallar las características que debe tener el robot, para que se ajuste al modelo de servicio al cliente de las unidades médicas.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR:	Teléfono: +593-993-712-435	E-mail: dioselina.lopez@cu.ucsg.edu.ec dioselyn_97@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Ing. Edison, Toala Quimí, Mgs.		
	Teléfono: +593 99-097-6776		
	E-mail: edison.toala@ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			