



Universidad
Norbert Wiener

Powered by Arizona State University

FACULTAD DE INGENIERÍA Y NEGOCIOS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍAS

Tesis

Sistema experto para mejorar el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud, Lima 2023

Para optar el título profesional de

Ingeniero de Sistemas e Informática

Presentado por:

Autora: Chávez Cañarí, Diana Cecilia

Código ORCID: 0000-0003-4682-3208

Autor: García Obispo, Angel Vicente

Código ORCID: 0000-0003-3899-2976

Asesora: Dra. Díaz Reátegui, Mónica

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4506-7383>

Línea de investigación general: Sociedad y transformación digital

Lima, Perú

2023

 Universidad Norbert Wiener	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSIÓN: 01 REVISIÓN: 01	FECHA: 08/11/2022

Nosotros, Diana Cecilia Chávez Cañari y Angel Vicente García Obispo egresados de la Facultad de Ingeniería y Negocios y Escuela Académica Profesional de Ingenierías/ Escuela de Posgrado de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo académico "Sistema experto para mejorar el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud, Lima 2023" Asesorado por el docente: Dra. Mónica Díaz Reátegui DNI 09537647 ORCID 0000-0003-4506-7383 tiene un índice de similitud de (once) (11) % con código oid: 14912:271886711 verificable en el reporte de originalidad del software Tumitin.

Así mismo:

1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el tumitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.



Firma de autor 1
 Diana Cecilia Chávez Cañari
 DNI: 41951863



Firma de autor 2
 Angel Vicente García Obispo
 DNI: 47819552



Firma
 Dra. Mónica Díaz Reátegui
 DNI: 09537647

Lima, 05 de setiembre de 2023

Dedicatoria

Esta dedicatoria está dirigida a todos aquellos profesionales que contribuyeron con la orientación y conocimientos brindados durante el proceso de realización del presente trabajo, a nuestros padres que han sido un apoyo constante y a nuestros abuelos que han sido una guía desde el cielo.

Agradecimiento

Agradecemos a nuestra asesora, por su paciencia y constancia en guiarnos en este proceso. A la institución educativa, por brindarnos la oportunidad de realizar este trabajo. A nuestros padres, por su apoyo y motivación. A nuestros amigos y seres queridos, por su aliento y comprensión.

Índice general

	Pág.
Carátula	¡Error! Marcador no definido.
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice general	vi
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	xi
Resumen	xiii
Abstract	xiv
Introducción	xv
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Formulación del problema	3
1.2.1 Problema general	3
1.2.2 Problemas específicos	3
1.3 Objetivos de la investigación	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Justificación de la investigación	4
1.4.1 Teórico	4
1.4.2 Metodológica	4
1.5 Limitaciones de la investigación	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1 Antecedentes de la investigación	7
2.2 Bases teóricas	13
2.2.1 Conceptualización de la variable sistema experto	13

2.2.2	Conceptualización de la variable proceso de diagnóstico de enfermedades	21
2.3	Formulación de hipótesis	28
2.3.1	Hipótesis general.....	28
2.3.2	Hipótesis específica.....	28
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		29
3.1	Método de la investigación	29
3.2	Enfoque de la investigación	29
3.3	Tipo de investigación	29
3.4	Diseño de la investigación.....	30
3.5	Población, muestra y muestreo.....	31
3.6	Variables y operacionalización	33
3.7	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	33
3.7.1	Técnica	33
3.7.2	Instrumentos	34
3.7.3	Validación	34
3.7.4	Confiabilidad	35
3.8	Plan de procesamiento y análisis de datos.....	37
3.9	Aspectos éticos.....	38
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....		39
4.1	Resultados.....	39
4.1.1	Análisis descriptivos de los resultados	39
4.1.2	Prueba de hipótesis	41
4.1.3	Discusión de resultados	51
CAPÍTULO V: CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES.....		54
5.1	Conclusiones.....	54
5.2	Recomendaciones.....	55
REFERENCIAS		56
ANEXOS		69

Índice de tablas

	Pág.
Tabla 1 Expertos que validaron los instrumentos	35
Tabla 2 Test – retest del indicador porcentaje de diagnósticos correctos	36
Tabla 3 Test – retest del indicador tiempo promedio de atención en consultorio	36
Tabla 4 Análisis descriptivo del indicador 1	39
Tabla 5 Análisis descriptivo del indicador 2	40
Tabla 6 Consolidado del indicador 1 y 2.....	42
Tabla 7 Verificación de la población (Consolidado de la prueba de normalidad)	43
Tabla 8 Prueba de normalidad porcentaje de diagnósticos correctos	45
Tabla 9 Test de Wilcoxon – porcentaje de diagnóstico correcto	45
Tabla 10 Prueba de rangos – porcentaje de diagnóstico correcto	46
Tabla 11 Prueba de normalidad de tiempo de promedio de atención en consultorio	49
Tabla 12 Test de Wilcoxon – Tiempo de promedio de atención en consultorio.....	50
Tabla 13 Prueba de rangos – Tiempo de promedio de atención en consultorio	50
Tabla 14 Valores lingüísticos	93
Tabla 15 Valores booleanos	93
Tabla 16 Pesos de cada dimensión.....	95
Tabla 17 Valoración detallada de cada dimensión	97
Tabla 18 Cálculo de la dimensión plausibilidad	99
Tabla 19 Cálculo de la dimensión adecuación	99
Tabla 20 Cálculo de la dimensión justificación	99
Tabla 21 Cálculo de la dimensión éxito	99

Tabla 22 Análisis de las dimensiones para la viabilidad del sistema experto	100
Tabla 23 Análisis económico del proyecto	100
Tabla 24 Asociación de módulos y usuarios	101
Tabla 25 Signos y síntomas de EPOC.....	105
Tabla 26 Signos y síntomas de IRA de vías respiratorias altas	105
Tabla 27 Signos y síntomas de dos tipos de influenza	106
Tabla 28 Signos y síntomas de las etapas de la neumonía típica.....	107
Tabla 29 Definición de las reglas	108
Tabla 30 Iteraciones empleadas en el sistema experto	109
Tabla 31 Requerimientos funcionales – Gestionar sesión	115
Tabla 32 Requerimientos funcionales - Gestionar diagnóstico	115
Tabla 33 Requerimientos funcionales - Gestionar cita	116
Tabla 34 Requerimientos funcionales - Gestionar administración	116
Tabla 35 Requerimientos no funcionales	117
Tabla 36 Especificación de caso de uso: Registrar usuario	120
Tabla 37 Especificación de caso de uso: Inicio de sesión.....	120
Tabla 38 Especificación de caso de uso: Consultar resumen de perfil	121
Tabla 39 Especificación de caso de uso: Registrar test diagnóstico	122
Tabla 40 Especificación de caso de uso: Consultar resumen diagnóstico	122
Tabla 41 Especificación de caso de uso: Consultar historial diagnóstico	123
Tabla 42 Especificación de caso de uso: Registrar cita	123
Tabla 43 Caso de uso de prueba: Registrar usuario	135

Tabla 44 Caso de uso de prueba: Inicio de sesión.....	135
Tabla 45 Caso de uso de prueba: Registrar test diagnóstico	136

Índice de figuras

	Pág.
Figura 1 Componentes del sistema experto	19
Figura 2 Forma del diseño preexperimental	30
Figura 3 Porcentaje de diagnósticos correctos.....	40
Figura 4 Tiempo de promedio de atención en consultorio.....	41
Figura 5 Consistencia de porcentaje de diagnósticos correctos pre-test	43
Figura 6 Consistencia de porcentaje de diagnósticos correctos post-test.....	44
Figura 7 Incremento de porcentaje de diagnóstico correcto	46
Figura 8 Consistencia del tiempo de promedio de atención en consultorio pre-test	47
Figura 9 Consistencia del tiempo de promedio de atención en consultorio post-test.....	48
Figura 10 Reducción del tiempo de promedio de atención en consultorio	51
Figura 11 Ficha de observación pre-test porcentaje de diagnóstico correcto	71
Figura 12 Ficha de observación post-test porcentaje de diagnóstico correcto.....	73
Figura 13 Ficha de observación pre-test tiempo promedio de atención en consultorio	74
Figura 14 Ficha de observación pre-test tiempo de evaluación médica.....	75
Figura 15 Ficha de observación pre-test tiempo de determinar el diagnóstico.....	76
Figura 16 Ficha de observación pre-test tiempo de tratamiento médico.....	77
Figura 17 Ficha de observación post-test tiempo promedio de atención en consultorio	78
Figura 18 Ficha de observación post-test tiempo de evaluación médica	79
Figura 19 Ficha de observación post-test tiempo de determinar el diagnóstico	80
Figura 20 Ficha de observación post-test tiempo de tratamiento médico	81
Figura 21 Diagrama del flujo: Construcción del proyecto.....	92

Figura 22 Arquitectura del sistema experto.....	102
Figura 23 Modelo de entrenamiento	111
Figura 24 Modelo predictivo.....	112
Figura 25 Test de prueba en Azure Machine Learning Studio (Classic)	112
Figura 26 Diagrama de caso de uso de gestión de sesión	118
Figura 27 Diagrama de caso de uso de gestión de diagnóstico	118
Figura 28 Diagrama de caso de uso de cita médica	119
Figura 29 Diagrama de caso de uso de gestión de administración	119
Figura 30 Diagrama de colaboración de gestión de sesión	124
Figura 31 Diagrama de colaboración de gestión de diagnóstico	125
Figura 32 Diagrama de colaboración de gestión de administración	125
Figura 33 Diagrama de secuencia de gestión de sesión	126
Figura 34 Diagrama de secuencia de gestión de diagnóstico	127
Figura 35 Diagrama de secuencia de gestión de administración	127
Figura 36 Inicio de sesión o login.....	128
Figura 37 Página principal o home	129
Figura 38 Descripción para ingreso al modelo predictivo	130
Figura 39 Modelo de predicción (Test de predicción en la página web)	130
Figura 40 Resumen gráfico del test y la sugerencia de tratamiento	132
Figura 41 Gestión de atención.....	132
Figura 42 Reporte de test realizados	133
Figura 43 Reporte en excel de los test realizados	134

Resumen

El estudio tuvo como objetivo precisar en qué medida el sistema experto mejora el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias. Se utilizó el método de investigación cuantitativa, aplicada, de diseño experimental de tipo preexperimental.

Además, la muestra representativa fue de 29 historias clínicas de pacientes con enfermedades respiratorias. Los instrumentos usados para recolectar los datos fueron dos fichas de observación para cada indicador, porcentaje de diagnósticos correctos y tiempo promedio de atención en el consultorio. Se usó estadística descriptiva para analizar los datos, dando como resultados que las medias del indicador 1 con el médico fue 90% mientras que con el sistema fue de 97%. También se obtuvo que las medias del indicador 2 fue 1433.72 segundos en la pre-prueba y 753.90 segundos en la post-prueba. Asimismo, se realizó en la estadística inferencial la prueba Shapiro-Wilk, porque la muestra es inferior a 50. En ambos indicadores los resultados mostraron un valor Sig. < 0.05, indicando una distribución no paramétrica. Luego se empleó la prueba Wilcoxon, obteniendo en el primer indicador $Z = -1000$ y en el segundo indicador $Z = -4,703$. Por último, se concluye que mediante la ejecución del sistema experto se optimizó la detección de enfermedades respiratorias. De acuerdo con el análisis de la información realizado sobre los indicadores, se obtuvo un incremento del 7% en el primer indicador y una reducción de 679.83 segundos en el segundo indicador.

Palabras clave: Inteligencia artificial, Sistema experto, Enfermedad, Patología, Diagnóstico de enfermedades

Abstract

The objective of the study was to determine to what extent the expert system improves the diagnostic process of respiratory diseases. A quantitative, applied, pre-experimental experimental design research method was used.

In addition, the representative sample consisted of 29 medical records of patients with respiratory diseases. The instruments used to collect data were two observation sheets for each indicator, percentage of correct diagnoses and average time of care in the office. Descriptive statistics were used to analyze the data, giving as results that the means of indicator 1 with the physician was 90% while with the system it was 97%. It was also obtained that the means of indicator 2 was 1433.72 seconds in the pre-test and 753.90 seconds in the post-test. Likewise, the Shapiro-Wilk test was performed in the inferential statistics, because the sample is less than 50. In both indicators the results showed a Sig. value < 0.05 , indicating a non-parametric distribution. Then the Wilcoxon test was used, obtaining in the first indicator $Z = -1000$ and in the second indicator $Z = -4.703$. Finally, it is concluded that through the execution of the expert system the detection of respiratory diseases was optimized. According to the information analysis performed on the indicators, an increase of 7% was obtained in the first indicator and a reduction of 679.83 seconds in the second indicator.

Keywords: Artificial intelligence, Expert system, Disease, Disease diagnosis, Pathology, Disease diagnosis.

Introducción

El propósito primordial del estudio fue optimizar el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias a través de la ejecución un sistema experto. Siendo los principales problemas principales del estudio: (a) la complejidad y variabilidad de los síntomas respiratorios, (b) el retraso en el diagnóstico debido a pruebas y procedimientos manuales, y (c) la existencia de errores en la interpretación de enfermedades respiratorias. Basados en lo anteriormente mencionado, este estudio comprende los siguientes capítulos:

En el capítulo I se plasma la visión general del problema desde tres diferentes enfoques; además se describen los objetivos, la justificación y las limitaciones del estudio.

El capítulo II, presenta cinco teorías que sirven de fundamento para la investigación; también proporciona los fundamentos teóricos nacionales e internacionales, conceptualiza las variables de estudio y por último se formulan todas las hipótesis.

En el capítulo III se describió el método, enfoque, tipo y diseño de investigación, así como la población, muestra, muestreo y operacionalización de las variables que se incluyeron en el proyecto. Además, se crearon las herramientas que permitieron tanto la recopilación como el análisis de los datos y se detallaron las consideraciones éticas.

En el capítulo IV, se empleó la estadística descriptiva e inferencial para presentar los resultados en términos numéricos y gráficos. Luego, se desarrolló la discusión contrastando los hallazgos con los antecedentes.

En el capítulo V se incluyen las conclusiones del estudio y las recomendaciones a la empresa de servicios de salud.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Mundialmente, las enfermedades respiratorias presentan un alto impacto negativo principalmente en aquellos países que registraban medianos y bajos ingresos (Organización Mundial de la Salud, 2022). Además, durante la temporada de incremento de actividad de enfermedades respiratorias estacionales se genera el desborde en clínicas y hospitales (Organización Panamericana de la Salud, 2022).

En un estudio de Indonesia se evidenció que las enfermedades de infección respiratoria aguda (IRA) presentan síntomas similares en la etapa inicial; pero, la limitada disponibilidad de médicos especialistas retrasa el diagnóstico (Papuangan & Salmin, 2020). También, en un estudio de China se demostró que la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), sigue siendo infradiagnosticado, especialmente en algunas zonas rurales (Chen *et al.*, 2022). En Latinoamérica, entre el 10 y el 20% de los pobladores pueden sufrir de alguna enfermedad respiratoria crónica (Latin Health Leaders, 2021). Por otro lado, en Perú, se reportaron caso en donde enmascara la patología real mediante la automedicación en personas con síntomas de una enfermedad respiratoria (Redacción EC, 2022). Asimismo, en Lima Metropolitana entre los años 2021-2022, se notificaron 26787 episodios de infecciones respiratorias agudas (IRAS) (Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades, 2022). Sin embargo, a pesar de estas cifras preocupantes, los servicios de salud del área metropolitana de Lima siguen siendo inadecuados, esto dificulta la atención oportuna de los pacientes (Ministerio de Salud, 2021).

El proceso de diagnóstico es un tema crítico para la salud pública global. En Europa, la falta de estandarización en el proceso de diagnóstico puede resultar en errores y retrasos (Comisión Europea, 2020). Asimismo, en Latinoamérica, los pacientes demoran más de 30 días

en recibir un diagnóstico preciso (Latorre *et al.*, 2022). En el ejemplo de Perú, existe una falta de equipamiento y personal capacitado, lo que puede resultar en diagnósticos erróneos o tardíos (Defensoría del pueblo, 2022). Además, un estudio realizado en Lima logró asociar el retraso en el diagnóstico con los factores sociodemográficos y clínicos dando como resultado desenlaces desfavorables en los pacientes (Angeldonis, 2023). Si no se toman medidas para solucionar estos problemas, poniendo en peligro la salud de los pacientes. La falta de un diagnóstico preciso y oportuno puede provocar que no se reciba el tratamiento adecuado o que sufra complicaciones a raíz de él. Esto podría ser especialmente preocupante en casos de enfermedades crónicas porque tiene consecuencias graves en la salud si no se abordan adecuadamente (Organización Mundial de la Salud, 2023).

El estudio se llevó a cabo a nivel local en una instalación de salud en Lima que ofrece una amplia gama de servicios relacionados con el diagnóstico médico. Además, con la herramienta llamada árbol de problemas, donde se evidenciaron los siguientes problemas: (a) la complejidad y variabilidad de los síntomas respiratorios, dificultando la identificación precisa de la enfermedad; (b) el retraso en el diagnóstico debido a pruebas y procedimientos manuales, prolongando el tiempo necesario para obtener resultados; y (c) la existencia de errores en la interpretación de enfermedades respiratorias, generando diagnósticos incorrectos o parciales. En caso no se solucionen los problemas evidenciados, seguirá suscitándose las siguientes consecuencias: (i) el retraso en el diagnóstico correcto, puede provocar complicaciones en el cuadro clínico; (ii) la existencia progresiva de la enfermedad, tiene un impacto negativo en la calidad de vida del paciente; y (iii) el diagnóstico incorrecto o parcial, retrasa el tratamiento correcto e incrementa el riesgo de muerte del paciente.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿En qué medida un sistema experto mejora el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud, Lima 2023?

1.2.2 Problemas específicos

PE1: ¿En qué medida un sistema experto mejora el porcentaje de diagnósticos correctos durante el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud, Lima 2023?

PE2: ¿En qué medida un sistema experto mejora el tiempo promedio de atención en consultorio durante el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud, Lima 2023?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar en qué medida un sistema experto mejora el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud.

1.3.2 Objetivos específicos

OE1: Determinar en qué medida un sistema experto mejora el porcentaje de diagnósticos correctos durante el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud.

OE2: Determinar en qué medida un sistema experto mejora el tiempo promedio de atención en consultorio durante el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Teórico

El estudio actual utilizó cinco teorías como base teórico para las variables de investigación. Las teorías son: (a) la teoría general de sistemas sostiene que los sistemas están conformados por sistemas, que son abiertos y que sus funciones dependen de su estructura (García, 2020). Usarlo lleva implícito un enfoque racional de objetivos comunes, así como una perspectiva global del conjunto (Huber, 2019); (b) la teoría de la información se fundamenta en los principios matemáticos que controlan la transmisión y el procesamiento de la información y el procesamiento de la información (Fernández, 2022). Además, busca transmitir información con la precisión y eficiencia (Muñoz *et al.*, 2022); (c) la teoría de la decisión define, describe, analiza y contextualiza cada componente constitutivo del proceso de la toma de decisiones (Henríquez, 2021). También, busca alcanzar decisiones óptimas considerando todas las opciones para lograr los objetivos (Rabadán *et al.*, 2020); (d) la teoría de la probabilidad permite resolver problemas aplicados empleando uno o más axiomas (García & Basultos, 2022). Esto permite que sea usado como modelo para realizar deducciones relativas a eventos que pueden ser reales o imaginarios (Mode, 2021); y (e) la teoría de colas sirve para cuantificar y estudiar los procesos relativos a los sistemas de espera, por ello también es conocida como línea de espera (Alzate, 2022). Su objetivo primordial es predecir la longitud de las colas y los tiempos de espera. Asimismo, al optimizar el sistema se espera reducir los tiempos de espera (Sáenz, 2020). Por lo tanto, las teorías anteriormente mencionadas refuerzan las dimensiones planteadas.

1.4.2 Metodológica

En la metodología se usó un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y de diseño experimentales proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias a través del uso de un sistema experto.

Para su construcción se usó la metodología I.D.E.A.L., creada por José Domingo Carrillo Verdun en 1987, debido a su naturaleza incremental y a la rapidez con que permite realizar prototipos desde etapas tempranas. Además, mediante esta metodología, se puede alcanzar el perfeccionamiento progresivo del sistema en base al conocimiento (Huamaní, 2021). Por lo tanto, el presente estudio brindó conocimiento como aporte teórico y práctico para los investigadores futuros a partir del uso de las dimensiones e indicadores, con el objetivo de profundizar el estudio.

1.4.3 Práctica

El presente estudio se desarrolló con el propósito de mejorar proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias, empleando tecnología basada en el conocimiento de un experto para detectar patologías que afectan el sistema respiratorio. Porque, aparte de ser capaz de manejar grandes cantidades de datos puede generar diagnósticos de forma segura. A su vez, mejora la productividad mediante la resolución rápida de problemas permitiendo el ahorro de recursos (Nizama, 2022). Por lo tanto, el sistema experto fue un apoyo para los profesionales médicos en la toma de decisiones, de tal manera que permitió atender a más pacientes de forma oportuna y redujo la carga laboral. Además, los médicos al contar con un sistema que tiene el conocimiento de un experto llegaron a prescindir en muchos casos de diagnósticos diferenciales innecesarios lo que fue un ahorro sustancial para los pacientes. De lo anteriormente mencionado se obtuvo una reducción en el tiempo en que el paciente recibió el diagnóstico definitivo de la patología que lo afectaba. Asimismo, se tuvo mayor eficiencia dentro del servicio de consultas externas encargadas de atender casos en los que el sistema respiratorio se encontraba comprometido.

1.5 Limitaciones de la investigación

En esta investigación, el desarrollo del estudio se llevó a cabo entre abril a agosto del 2023 en una empresa que brinda servicios de salud en Lima. Además, como parte del

alcance del estudio, se enfocó en el área de consultas externas. Por último, el costo de la investigación fue de S/. 20,439.30; por ello, fue financiado por los investigadores al 20% y la empresa por el saldo restante (80%).

Una limitación fue en los tiempos para poder coordinar de forma presencial debido a la diferencia de horarios disponibles de los investigadores y los expertos, pero esta limitación fue superada por la comunicación virtual logrando el objetivo del estudio.

Otra limitación fue el poder obtener el consentimiento de los pacientes, debido a que existía el temor de que los datos se utilizaran con otros fines. Sin embargo, en muchos casos se logró superar esta limitación cuando los pacientes leyeron el consentimiento informado en donde se detallan los datos que permiten corroborar la legitimidad e importancia del estudio.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Antecedentes internacionales

Akramian *et al.* (2019) en su estudio, tuvo como propósito, “ofrecer un sistema experto difuso para diagnosticar la neumonía”. Asimismo, como parte de la metodología de investigación se aplicó el enfoque cuantitativo y de tipo aplicada. Donde se obtuvo que el sistema tuvo una sensibilidad del 97%, una especificidad del 85% y una precisión del 93% para diagnosticar la enfermedad. En conclusión, el marco de conocimiento de los médicos especialistas que utilizó el modelo difuso y sus reglas pudieron ayudar a diagnosticar correctamente la enfermedad.

Ramos (2021) en su estudio, tuvo como propósito, "desarrollar un sistema experto en dispositivos móviles, que detecte el síndrome respiratorio agudo grave (SARS-CoV-2)". Asimismo, como parte de la metodología de investigación se aplicó el enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, de diseño experimental y preexperimental. La muestra estuvo representada por 15 casos de SARS-COV-2 (COVID-19). Los instrumentos para la recolección de datos fueron la ficha de registro. Los resultados del indicador nivel de confianza se obtuvieron mediante el contraste de rachas de Wald-Wolfowitz donde de 15 observaciones de diagnóstico del experto humano y el sistema experto 8 coincidieron y 7 no de 9 rachas obtenidas; por lo tanto, se pudo demostrar que existe una mejora del indicador ($Z_{exp} = 1.28$). Por último, se concluye que logró optimizar la detección de Sars-cov-2 con la implementación del sistema basado en conocimiento. De acuerdo con el análisis de la información realizado sobre el indicador nivel de confianza se obtuvo 90% en relación con los resultados obtenidos en el sistema experto y el criterio del experto humano.

Tito (2021) su estudio tenía como objetivo, "desarrollar un sistema basado en conocimiento en una aplicación móvil con sistema operativo Android para el diagnóstico fiable de patologías que se presentan en la vesícula biliar". Asimismo, como parte de la metodología de investigación se aplicó el enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, de diseño experimental y preexperimental. La muestra estuvo representada por 4 médicos generales y muestra aleatoria de usuarios finales. Los instrumentos para la recolección de datos fueron la ficha de registro y cuestionarios. Los resultados del indicador nivel de confianza se obtuvieron mediante el contraste de rachas de Wald-Wolfowitz donde de 16 observaciones de diagnóstico del experto humano y el sistema experto 14 coincidieron y 2 no; por lo tanto, se pudo demostrar que existe una mejora del indicador ($Z_{exp} = 0.345$). Por último, se concluye que logró optimizar el diagnóstico de patologías en la vesícula biliar con la implementación del sistema experto. De acuerdo con el análisis de la información realizado sobre el indicador nivel de confianza se obtuvo 97% en relación con los resultados obtenidos en VBMedicine y el criterio del experto humano.

Tabacchi *et al.* (2022) en su estudio, tuvo como propósito, "desarrollar un sistema basado en datos difusos para diagnosticar enfermedades celíacas". Asimismo, como parte de la metodología de investigación se aplicó el enfoque cuantitativo y de tipo aplicada. La muestra analizada fue en total 19.415 pacientes reales y 10.000 pacientes virtuales. Los resultados con los pacientes virtuales mostraron que los indicadores sensibilidad fue 96.7%, especificidad 99.9%, exactitud 99.8% y precisión 93.5% mientras que con la base de datos real se obtuvo para los indicadores sensibilidad 85.7%, especificidad 99.6%, exactitud 99.6% y precisión 96.0%. Por último, se concluye que el clasificador ITAMACDSS predice de manera óptima la enfermedad

celíaca, por lo tanto, este sistema sirve de apoyo en la toma de decisiones con gran exactitud y precisión.

Antecedentes nacionales

Arias (2018) en su estudio, tuvo como propósito, “desarrollar un sistema experto fiable que brinde el diagnóstico de enfermedades respiratorias crónicas para el Distrito de la Esperanza”. Asimismo, como parte de la metodología de investigación se aplicó el enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, de diseño experimental y preexperimental. La muestra estuvo representada por 15 personas que ingresaron con problemas respiratorios tomando como periodos de análisis el año 2018. Los cuestionarios se utilizaron para recopilar datos. Los resultados obtenidos del indicador porcentaje de diagnósticos correctos sin el sistema fue 63% mientras que con el sistema fue 73%, en este caso no se realizó prueba de normalidad; sin embargo, se pudo demostrar que existe una reducción en el indicador mediante la prueba T-Student ($t = 1.7613$). Además, para indicador facilidad de uso del sistema se obtuvo en la escala de Likert que el 80% totalmente de acuerdo, el 8.89% de acuerdo, 8.89% ni de acuerdo ni en desacuerdo, 2.22% en desacuerdo y 0% totalmente en desacuerdo. Por último, se concluye que se consiguió mejorar el proceso de diagnóstico de enfermedades con la ejecución del sistema experto. De acuerdo con el análisis realizado sobre los indicadores, el primer indicador aumentó en 10% mientras que en el segundo indicador se obtuvo 88.89%.

Díaz & Hernández (2020) en su estudio, tuvo como propósito, “mejorar el diagnóstico de pacientes con diabetes tipo II”. Asimismo, la investigación se llevó a cabo de manera cuantitativa, de tipo aplicado, con un diseño experimental y preexperimental. La muestra estuvo representada por 20 pacientes de 25 a 50 años para el indicador tiempo promedio como para el nivel de satisfacción y 16 trabajadores encargados de diagnosticar la diabetes para el nivel de

confianza. Los instrumentos para la recolección de datos fueron las fichas de registro y cuestionario. Los resultados del tiempo promedio fueron de 1398.75 segundos antes de implementar el sistema y después de hacerlo fue de 539.90 segundos, en la prueba de normalidad Shapiro-Wilk ambos se obtuvieron una distribución normal (Sig. = 0,877 en pre-test y Sig. = 0.246 en post-test) y se pudo demostrar que existe una reducción en el indicador mediante la prueba T-Student ($t = 24.692$ y Sig. = 0,000) ($t = 24.692 > \text{valor crítico} = 1.729$). Además, para el indicador nivel de satisfacción de los pacientes se obtuvo en la escala de Likert antes de la ejecución del sistema un puntaje promedio de 42.5%, mientras que posterior a ello el puntaje promedio fue de 86.876%, en la prueba de normalidad Shapiro-Wilk ambos se obtuvieron una distribución normal (Sig. = 0,731 de la diferencia de test) y se pudo demostrar que existe una reducción en el indicador mediante la prueba T-Student ($t = -10.913$ y Sig. = 0,000) ($t = -10.913 < \text{valor crítico} = -1.895$). También, del indicador nivel de confianza del personal médico internista antes del sistema fue de 38.75% mientras que después del sistema fue de 85.625%, en la prueba de normalidad Shapiro-Wilk ambos se obtuvieron una distribución normal (Sig. = 0,998 de la diferencia de test) y se pudo demostrar que existe una reducción en el indicador mediante la prueba T-Student ($t = -6.234$ y Sig. = 0,002) ($t = -6.234 < \text{valor crítico} = -2.015$). Por último, se concluye que se consiguió la mejora del proceso de diagnóstico de enfermedades con la ejecución del sistema experto. De acuerdo con el análisis del primer indicador se observó una reducción de 51.26% mientras que el segundo indicador aumentó en 44.376% y el tercer indicador incrementó en 46.875%.

Periche (2021) en su estudio, tuvo como propósito, “implementar un sistema experto para diagnosticar la enfermedad diabetes tipo II”. Asimismo, la metodología de investigación fue cuantitativa, de tipo aplicada, de diseño experimental y preexperimental. La muestra estuvo

representada por 16 historias clínicas de pacientes con diabetes tipo II tomando como periodos de análisis el año 2021. Los instrumentos con los que se recolectaron los datos fueron las guías de observación. Los resultados pre y post-test del indicador duración de consultas pasaron de 32 a 18 minutos respectivamente, en la prueba de normalidad Shapiro-Wilk ambos se obtuvieron una distribución normal (Sig. = 0,100 en pre-test y Sig. = 0.060 en post-test) y se pudo demostrar que existe una reducción en el indicador mediante la prueba T-Student ($t = 7,650$ y Sig. = 0,000) ($t = 7.650 > \text{valor crítico} = 1.75$). Asimismo, para el indicador precisión de diagnóstico el médico diagnosticó a 14 pacientes correctamente mientras que con el sistema 15 pacientes fueron diagnosticados correctamente; sin embargo, aquí no se aplicaron pruebas inferenciales. También, para el indicador tiempo promedio para generar diagnóstico se realizó en 63.2 minutos previo al sistema mientras que se hizo en 2.6 minutos, en la prueba de normalidad Shapiro-Wilk ambos se obtuvieron una distribución normal (Sig. = 0,561 en pre-test y Sig. = 0.060 en post-test) y se pudo demostrar que existe una reducción en el indicador mediante la prueba T-Student ($t = 25,727$ y Sig. = 0,000) ($t = 25.727 > \text{valor crítico} = 1.75$). Por último, se concluye que se consiguió la mejora el diagnóstico de enfermedades al aplicar el sistema experto. De acuerdo con el análisis de los indicadores, tiempo de consulta para el diagnóstico se redujo en 14 minutos (44%), la precisión del diagnóstico disminuyó en un 7% y el tiempo de reporte de diagnóstico decrementó en 95.9%.

Huamaní (2021) en su estudio, tuvo como propósito, “determinar la influencia de un sistema experto para apoyar en el diagnóstico de enfermedades respiratorias en la clínica San Bartolomé SAC”. Asimismo, la metodología de investigación fue cuantitativa, de tipo aplicada, de diseño experimental y preexperimental. La muestra estuvo representada por 22 pacientes con sintomatología de enfermedades respiratorias tomando como periodos de análisis el año 2021.

Los instrumentos usados para recolectar los datos fueron las fichas de observación. Los resultados del indicador nivel de periodo de respuesta con el médico se obtuvo 55.44% mientras que con el sistema fue de 31.91%, en la prueba de normalidad Shapiro-Wilk ambos se obtuvieron una distribución normal (Sig. = 0,139 en pre-test y Sig. = 0.680 en post-test) y se pudo demostrar que existe una reducción en el indicador mediante la prueba T-Student ($t = 11.066$ y Sig. = 0,000) ($t = 11.066 > \text{valor crítico} = 1.717$). Además, para el indicador nivel de cumplimiento de la atención con el humano se obtuvo 65.67% mientras que con el sistema fue de 92.11%, en la prueba de normalidad Shapiro-Wilk ambos se obtuvieron una distribución normal (Sig. = 0,665 en pre-test y Sig. = 0.143 en post-test) y se pudo demostrar que existe un incremento en el indicador mediante la prueba T-Student ($t = -19.739$ y Sig. = 0,000) ($t = -19.739 < \text{valor crítico} = -1.717$). Por último, se concluye que de acuerdo con el análisis de la información realizado sobre el primer indicador se logró disminuir en 23.53% y en el segundo indicador aumentó en 26.44%.

Nizama (2022) en su estudio, tuvo como propósito, “determinar la manera en la que influye el sistema experto en el diagnóstico de enfermedades pulmonares. Asimismo, la metodología de investigación fue cuantitativa, de tipo aplicada, de diseño experimental y preexperimental. La muestra estuvo representada por 317 atenciones médicas tomando como periodos de análisis el año 2022 que posteriormente se estratificaron en 30. Los instrumentos usados para recolectar los datos fueron las fichas de registro. El resultado del indicador índice de entrega a tiempo de diagnóstico con el médico fue de 64.48% mientras que con el sistema fue de 81.26%, en la prueba de normalidad Shapiro-Wilk ambos obtuvieron una distribución normal (Sig. = 0,067 en pre-test y Sig. = 0,056 en post-test) y se pudo demostrar que existe un incremento en el indicador mediante la prueba T-Student ($t = -8,8767$ y Sig. = 0,000) ($t = -8.876$

< valor crítico = -1.6991). Además, el promedio del primer indicador fue de 53,63% antes del sistema y posterior a la implementación fue de 67,80%, en la prueba de normalidad Shapiro-Wilk ambos obtuvieron una distribución normal (Sig. = 0,114 en pre-test y Sig. = 0,053 en post-test) y se pudo demostrar que existe un incremento en el indicador mediante la prueba T-Student ($t = -3,5320$ y Sig. = 0,001) ($t = -3,5320 < \text{valor crítico} = -1,6991$). Por último, se concluye que se consiguió la mejora del proceso de diagnóstico de enfermedades al aplicar el sistema experto. De acuerdo con el análisis de la información realizado sobre los indicadores, se obtuvo un aumento de 16.78% y 14% respectivamente.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Conceptualización de la variable sistema experto

Teoría de sistemas

Teoría general de sistemas es lógico-matemática, pretende formular y derivar los principios generales que puedan ser aplicados a todos los sistemas (Herrera, 2020). Un principio esencial de esta teoría es que los cambios en una porción del sistema afectan a todo el conjunto (Huber, 2019). Además, se introdujo la idea de que los sistemas abiertos no están en equilibrio sino en constante cambio. Para comprender esta teoría, se debe analizar los sistemas como un conjunto de elementos capaces de interactuar entre sí, donde lo importante es analizar dichas interacciones (Álvarez *et al.*, 2019). En resumen, esta teoría aplicada al sistema experto demuestra la importancia de la selección de los elementos para que las interacciones que realizan entre ellos den los resultados esperados. Es decir que los elementos están íntimamente relacionados con los procesos que se ejecutarán de acuerdo al tipo de proyecto que se realice. El error u omisión de algunos componentes se traducirá en un sistema deficiente e incapaz de cumplir con las expectativas deseadas.

Evolución histórica de la teoría

La escuela de pensamiento aristotélica es donde surgió por primera vez la teoría de sistemas. Posteriormente, von Bertalanffy crea este concepto en la década de 1920, sentando las bases finales. Aunque inicialmente la teoría sería utilizada en la investigación biológica su naturaleza integral y su capacidad para aplicarse a numerosos desarrollos hizo que el autor la nombrara como teoría general de sistemas. (Martínez, 2019). En los años 30 tiene su origen de la dinámica de sistemas que sirvió para desarrollar la teoría de los servomecanismos y en los años 50 aprovechando los avances en la informática se desarrolla la dinámica industrial basado en el enfoque sistémico y mediante la simulación por ordenador (García, 2020). Asimismo, la teoría general de sistemas es muy importante porque se aplica tanto en las nuevas tecnologías como en las empresas para mejorar la eficiencia, la toma de decisiones y la comprensión de las interacciones y relaciones entre los componentes de una entidad. También se utiliza en la gestión de cadena de suministros y en el análisis de riesgos.

Principales autores y precursores de los conceptos modernos

La teoría general de sistemas fue concebida por el biólogo Karl Ludwig von Bertalanffy en 1968 (Fernández, 2022). Pero, anteriormente otros estudiaron los sistemas aplicados a diversos campos como Jay Forrester que desarrolló los sistemas dinámicos y Maruyama que en 1963 estudió los sistemas amplificadores (García, 2020). Los aportes realizados tanto por los precursores como por el autor de esta teoría han permitido tener una perspectiva holística y transdisciplinaria para el estudio de la realidad. Asimismo, dieron lugar a una mejor comprensión de las interacciones, del mismo modo que de las relaciones entre los diferentes componentes de un sistema. Además, ha proporcionado modelos utilizables, pero también transferibles para evaluar y prevenir riesgos en diferentes contextos.

Teoría de la información

La teoría de la información solo considera los aspectos estadísticos del intercambio de mensajes en lugar del significado (Fernández, 2022). Además, la teoría permitió identificar problemas de efectividad, técnica y semántica en el proceso de comunicación (Muñoz *et al.*, 2022). Asimismo, aportó la capacidad de simplificar, contraer y obtener representaciones compactas de datos que provenían del mundo real (Cañas *et al.*, 2019). Dicha teoría estudia la información y todo lo relacionado con ella, como canales, compresión de datos, entre otros. Por lo tanto, que al aplicarla al sistema experto debe seguir una estructura en donde se elimine el ruido para poder identificar la enfermedad representando los datos de manera más compacta.

Evolución histórica de la teoría

La teoría de la información fue desarrollada en el artículo de Shannon "A mathematical theory of communication", publicado en 1948 (Fernández, 2022). En 1949, Shannon y Weaver, inspirados en los desarrollos de la teoría de sistemas y la cibernética, introdujeron un nuevo modelo comunicativo que llamaron "teoría de la información" (Zamarreño, 2020). La teoría de la información ha experimentado un desarrollo y expansión significativos desde finales del siglo 1940. Su importancia radica en que ha encontrado aplicaciones prácticas en campos como las ciencias de la computación, la ingeniería eléctrica y la criptografía.

Principales autores y precursores de los conceptos modernos

El creador de la teoría de la información fue el matemático e ingeniero estadounidense Claude Shannon (Sinclair & LaPlante, 2020). Esta teoría ha sido desarrollada por varios autores a lo largo de la historia, entre los que destacan Claude E. Shannon, Warren Weaver, Alan Turing, George A. Miller, Peter H. Lindsay y Donald A. Norman (Fernández, 2022). Cada uno de ellos

ha aportado a la teoría de la información desde diferentes perspectivas, como la matemática, la computación, la psicología y la inteligencia artificial.

Teoría de la probabilidad

La teoría de la probabilidad, completamente lógica y rigurosa cuenta con un sistema de axiomas (García & Basultos, 2022). Esto permite establecer axiomáticamente tanto las propiedades de una función real de conjunto como la función de probabilidad. Además, intenta deducir propiedades y teoremas sobre la base de dichos axiomas (Rabadán *et al.*, 2020). El sistema de axiomas en el que se fundamenta la teoría de la probabilidad establece las reglas básicas para el cálculo de probabilidades. Por ello, es empleado en sistemas expertos encargados de inferir la probabilidad de que un paciente presente una patología determinada.

Evolución histórica de la teoría

La teoría de probabilidades fue desarrollada por varios matemáticos durante el siglo XVII y principios del XVIII, pero su uso se limitó a los juegos de azar. Sin embargo, no se aplicó a los grandes problemas científicos hasta el siglo XIX (García & Basultos, 2022). En la década de 1930, Kolmogórov notó que la combinación de matemática y filosofía en el manejo de las probabilidades causaba confusión. Por consiguiente, empleó otros avances matemáticos de la época para establecer las bases de un tratamiento completo y detallado de las probabilidades. Además, estableció una serie de principios y reglas matemáticas en su libro *Fundamentos de la teoría de la probabilidad* (Sosa, 2020). La teoría de las probabilidades a través de su evolución ha encontrado aplicaciones en diversos campos, desde la estadística, la física, la economía y la informática. La comprensión de la probabilidad es esencial para entender los eventos aleatorios y tomar decisiones informadas en la vida cotidiana.

Principales autores y precursores de los conceptos modernos

La teoría moderna de la probabilidad fue desarrollada por el estadístico ruso Andréi Nikoláyevich Kolmogórov (Sosa, 2020). Él desarrolla un conjunto de axiomas basados en la teoría de conjuntos y la teoría de la medición en 1933, basándose en el trabajo realizado unos años antes por Lebesgue, Borel y Frechet, entre otros. Sin embargo, Bernoulli, Moivre, Bayes, Lagrange y Laplace fueron los matemáticos pioneros en crear la teoría de la probabilidad (García & Basultos, 2022). La teoría de la probabilidad ha evolucionado a lo largo de la historia con los aportes de matemáticos como Fermat, Pascal, Lagrange, Bayes, Laplace, Kolmogórov entre otros. Estos avances han permitido establecer fundamentos sólidos y desarrollar la teoría de la probabilidad como una disciplina matemática fundamental.

Variable independiente: Sistema experto

Definición

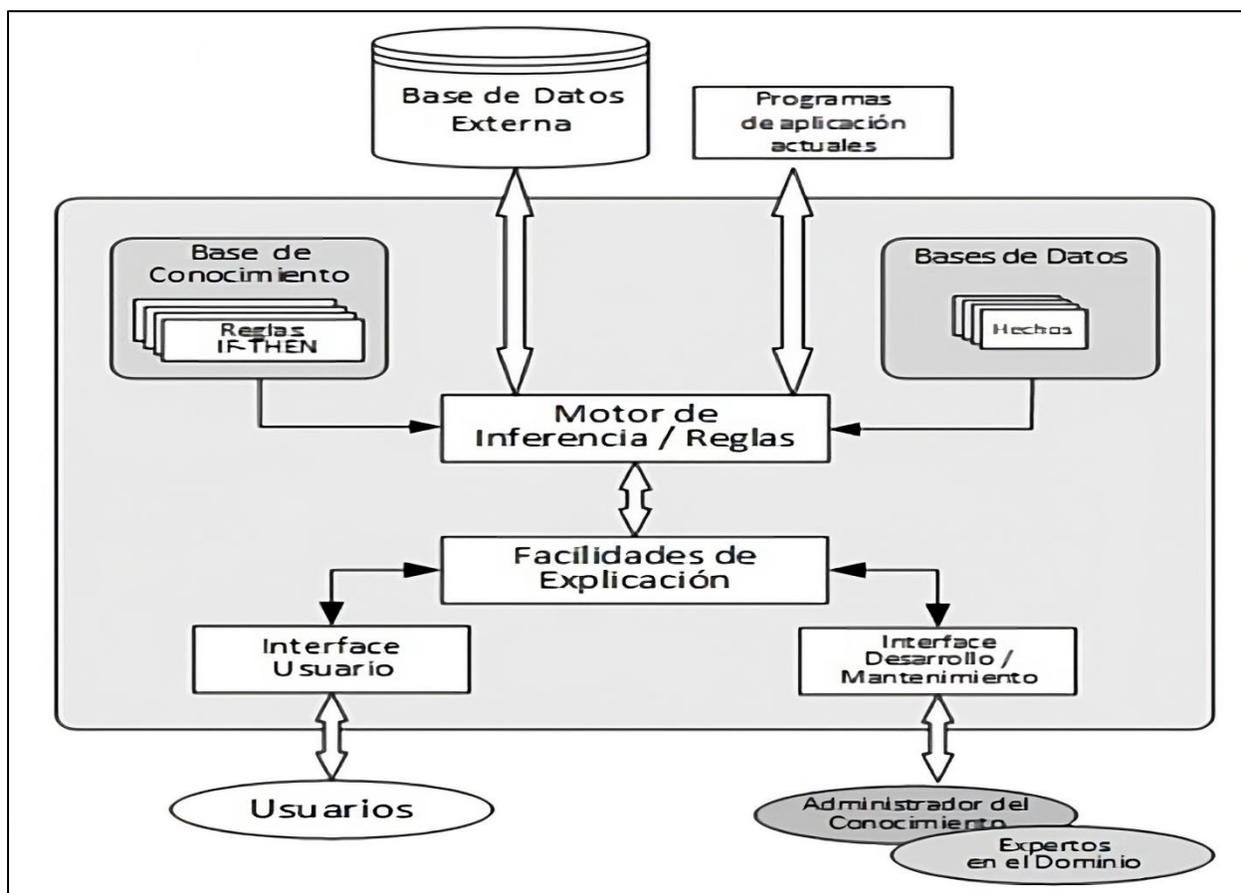
El sistema experto es la rama de la inteligencia artificial (IA), que permite replicar el conocimiento de los expertos humanos, los cuales tienen información que normalmente no está disponible (Aracelis *et al.*, 2020). Este programa de computadora que pertenece a la denominada Computación de Quinta Generación utiliza un complejo entramado de jerarquías de reglas para ejecutar tareas que simulan inteligencia (Valbuena, 2021). También es definido como un subcampo de la inteligencia artificial que imita el aprendizaje con el fin de extraer conclusiones y apoyar la toma de decisiones, estos almacenan datos y conocimientos (Postigo, 2021). Además, mediante el uso de dicho conocimiento sumado a procedimientos de inferencia realiza la resolución de problemas sobre un determinado tema, en condiciones y características predeterminadas (Yaya & Ángulo, 2020). Asimismo, estos sistemas se desarrollan para potenciar el desempeño de aquellas personas con poca experiencia, mantener el nivel de quienes ya son

expertos, o profundizar en aspectos concretos de sus tareas (Solano & Riascos, 2021). Por lo tanto, se considera un sistema experto a un sistema computacional que puede proporcionar respuestas que, cuando se atribuyen a los humanos, asumen inteligencia basada en heurística (Calaza & Sánchez, 2022). Estos sistemas permiten replicar el conocimiento de los expertos humanos y utilizan un complejo entramado de jerarquías de reglas para ejecutar tareas que simulan inteligencia. Además, los sistemas expertos almacenan datos y conocimientos que, sumados a procedimientos de inferencia, realizan la resolución de problemas sobre un determinado tema, en condiciones y características predeterminadas.

Por otro lado, los componentes internos que conforman los sistemas basados en conocimiento son: (a) la base de conocimientos, almacena todo el conocimiento referente al área del experto y contiene un conjunto de reglas que definen el problema (Ponce & Rojas, 2019); (b) la base de datos de casos o base de hechos también conocido como base de datos global o memoria de trabajo; (c) el motor o máquina de inferencia, es el encargado de tomar decisiones al elegir discretamente las reglas según la interacción del usuario final (Herrera *et al.*, 2022); (d) las facilidades de explicación, también conocido como subsistema de explicación tiene la habilidad de explicar su razonamiento; (e) la interfaz de usuario, es una colección de aplicaciones que está dentro del sistema experto, a su vez realiza la función de intermediaria entre la máquina y el humano; y (f) la interfaz de desarrollado, permite que los ingenieros del conocimiento completen, validen y actualicen el contenido de la base de conocimientos basándose en la observación y la interacción con expertos (Campos & López, 2022). En la figura 1 se observa cada uno de los componentes del sistema y el flujo que existe entre cada uno de ellos.

Figura 1

Componentes del sistema experto



Nota: Representación de los componentes internos y externos del sistema experto. Tomado de “Objetos de gestión II: diseño y gestión de procesos de negocios, una ontología para organizaciones inteligentes” por Raggio, 2021.

Características

Los sistemas expertos pueden realizar tareas como: (a) monitorización, monitoriza un caso en particular y evalúa los datos de entrada y de salida; (b) diseño, se especifica las características de sistema a partir de una cantidad determinada de fuentes de conocimientos; (c) planificación, consiste en hacer planes para realizar una simulación; (d) control, permite interpretar tareas para guiar procesos o un sistema; (e) simulación, se crean modelos basados en hechos con la finalidad de estudiar su comportamiento; (f) instrucción, permite dar seguimiento del proceso de

aprendizaje, detectar errores y desarrollar el plan para el proceso de aprendizaje; (g) recuperación de la información, podría recuperar o solo documentar información debido a la capacidad que tiene (Arroyo, 2022). Las diversas tareas que pueden realizar los sistemas expertos les permite poder ser utilizados en diferentes áreas de la medicina, ingeniería, educación, entre otros.

Tipos

Los tipos de sistemas expertos existentes son: (a) con razonamiento basado en reglas, aplica reglas lógicas, enfocándose en la comparación de resultados al aplicar nuevas reglas con base en la situación modificada para el espacio del problema en su estado previo. También pueden funcionar mediante deducción lógica, abducción, inducción, inferencia dirigida o heurística; (b) con razonamiento basado en casos, sirve como un método de apoyo basado en la experiencia para obtener y perfeccionar el conocimiento. Esto se basa en la premisa de que las personas suelen abordar los problemas de la misma manera que lo han hecho en el pasado. Por consiguiente, sirven de base para desarrollar escenarios en los que el ingeniero del conocimiento empareja un problema con su respectiva solución; y (c) con razonamiento basado en redes bayesianas, tienen la capacidad de combinar inferencias bidireccionales que se utilizan para representar conocimientos inciertos. En esencia, cuando el modelo de conocimiento de un ingeniero del conocimiento se rige por las leyes de causas y efectos, necesita la asistencia de un sistema construido sobre redes bayesianas (Valbuena, 2021). La elección del tipo de sistema experto depende del problema que se desea resolver, la disponibilidad y la estructura del conocimiento experto, la complejidad de las situaciones a tratar; además, de los recursos computacionales disponibles. Por otro lado, es importante evaluar tanto la eficacia como la eficiencia del sistema en función de las necesidades específicas.

Ventajas

Las ventajas que presentan los sistemas expertos son: (i) la replicación, se puede tener tantos sistemas expertos como se necesite; (ii) la permanencia; el conocimiento tiene una duración indefinida (iii) la rapidez, más rápidos que los humanos; (iv) los entornos peligrosos, pueden trabajar en entornos de alto riesgo en donde los humanos no pueden, por ejemplo, centrales nucleares; (v) el bajo coste, porque pueden procesar grandes cantidades de información además de proporcionar recomendaciones precisas y rápidas; (vi) la fiabilidad, ayudan a reducir errores humanos así como mejorar la calidad de decisión y (vii) la versatilidad, puede ser aplicado a una gran variedad de campos como medicina, ingeniería, entre otros (Arroyo, 2022). Por lo tanto, los sistemas expertos son una solución tanto eficaz como eficiente para resolver problemas y mejorar la calidad de decisión en diferentes campos como medicina, ingeniería, entre otros.

2.2.2 Conceptualización de la variable proceso de diagnóstico de enfermedades

Teoría de colas

Una de las teorías matemáticas más significativas es la teoría de filas o de colas por tener numerosos usos prácticos (Sáenz, 2020). La ley que rige esta teoría establece que el tiempo de espera de una cola es proporcional a la cantidad de solicitantes del servicio multiplicada por el tiempo promedio que toma dar ese servicio a cada solicitante (Quintanilla, 2020).

Adicionalmente, a través del estudio y análisis del comportamiento del sistema en relación a las líneas de espera busca mejorar la relación costo-beneficio entre cliente-servidor-servicio (Alzate, 2022). En el campo de la medicina, la teoría de colas se utiliza para optimizar la gestión de las líneas de espera en hospitales y clínicas, mejorando la eficiencia y reduciendo los tiempos de espera para los pacientes.

Evolución histórica de la teoría

La teoría de colas se basa en las distribuciones probabilísticas de Erlang y Poisson que es aplicada a fenómenos de espera como, por ejemplo, el tiempo de respuesta (Ferro, 2020). La evolución que ha llegado a tener esta teoría es de gran importancia en la actualidad, porque permite optimizar procesos, mejorar la experiencia del cliente, tomar decisiones informadas y aplicar mejoras en diversos sectores. Su aplicación contribuye a aumentar la eficiencia y la calidad en la atención al cliente y en la gestión de operaciones.

Principales autores y precursores de los conceptos modernos

La teoría de colas nació el 1909 de la mano del matemático e ingeniero danés Agner Krarup Erlang (Mussons, 2020). La teoría de colas ha sido desarrollada por varios autores a lo largo de la historia, entre los que destacan Laplace, Erlang, Kleinrock y Kendall. Cada uno de ellos ha aportado a la teoría de colas desde diferentes perspectivas, como la matemática, la ingeniería eléctrica, la informática, la economía y la gestión empresarial.

Teoría de la decisión

La teoría de la toma de decisiones es la estructura fundamental que rige a las reglas lógicas del razonamiento progresivo, son en sí mismos constructos que combinan una acción determinada con un razonamiento lógico (Valbuena, 2021). Asimismo, la rama normativa de la teoría de la decisión sugiere un método para analizar los resultados de las decisiones e identifica las mejores opciones dadas las limitaciones y riesgos asociados con los datos recopilados. La premisa fundamental es que la decisión se vuelve más sencilla a medida que se dispone de más información (Monge, 2021). En el campo de la medicina, la toma de decisiones es fundamental para determinar el diagnóstico y seleccionar el mejor curso de acción para cada paciente. Además, se basa en el análisis de los datos clínicos del mismo modo que en la experiencia del

médico.

Evolución histórica de la teoría

Los fundamentos de la posición de la teoría de la decisión se establecieron en 1947 con la publicación de *Administrative Behavior* de Simon, seguido de la obra conjunta con March en 1958, *Organizations* (Topa *et al.*, 2022). La teoría de la decisión es de gran importancia en la actualidad, ya que proporciona herramientas y enfoques para tomar decisiones informadas, mejorar la productividad y eficiencia, adaptarse al cambio y reducir los riesgos en el entorno empresarial. Su aplicación contribuye a una toma de decisiones más efectiva y a la obtención de resultados positivos.

Principales autores y precursores de los conceptos modernos

Herbert Alexander Simon (1916-2001) economista, politólogo y teórico de las ciencias sociales estadounidense. Premio Nobel de economía en 1978 “por su investigación pionera en el proceso de toma de decisiones en las organizaciones económicas”. Es una de la más importante figura del conductismo y el creador de la Teoría de la toma de decisiones (Araujo, 2021). La perspectiva de la toma de decisiones está representada particularmente en el trabajo de Simon y otros integrantes del Carnegie Institute of Technology, como James March y Richard Cyert. (Topa *et al.*, 2022). La teoría de la decisión ha sido desarrollada por varios autores a lo largo de la historia, entre los que destacan Lehmann, Wald, Simon y Sfez; cada uno de ellos dieron sus aportes desde diferentes perspectivas. Asimismo, esta teoría se ha aplicado en diversos campos, como la economía, la informática, la psicología y la gestión empresarial. Además, ha permitido desarrollar tanto herramientas como modelos para tomar decisiones racionales e informadas en diferentes situaciones.

Variable dependiente: Proceso de diagnóstico de enfermedades

Definición

El proceso de diagnóstico está plagado de incertidumbres porque un determinado signo o síntoma puede aparecer en diversas enfermedades, incluso en personas sanas, y porque una enfermedad puede tener diversas manifestaciones (Herreros, 2021). Por eso, es un proceso inferencial muy complejo que parte del cuadro clínico y permite al médico mediante el uso del razonamiento clínico reducir lo suficiente el nivel de incertidumbre como para tomar una decisión (Altkorn *et al.*, 2021). Asimismo, el razonamiento clínico involucra que el médico ponga en marcha habilidades y mecanismos que requieren integrar funciones mentales como su juicio y conocimiento biomédico (Zapata & Zamudio, 2021). Además, el saber enfocar el pensamiento crítico permite lograr buenos resultados, minimizar riesgos y la pérdida de tiempo (Alfaro, 2021). Por ello, es de vital importancia recopilar la información necesaria para que el diagnóstico sea lo más preciso y fiable posible (Arango *et al.*, 2022). Incluso se puede usar una amplia variedad de modalidades tanto invasivas como no invasivas que permitan recolectar nuevos datos que sirvan para refinar la hipótesis inicial (Loscalzo *et al.*, 2022). En resumen, tanto el razonamiento clínico como la recopilación de información son herramientas fundamentales en el proceso de diagnóstico en medicina, debido a que permiten reducir la incertidumbre; además, de mejorar la precisión y fiabilidad del diagnóstico.

Por otro lado, el razonamiento clínico consta de tres fases que son: (a) la fase inicial o de generación de hipótesis, se basa en recolectar datos y es crucial porque las hipótesis que surgen al inicio suelen tener más peso durante el proceso diagnóstico; (b) la fase intermedia o de refinamiento de las hipótesis propiamente llamado juicio clínico o diagnóstico diferencial, se filtra e interpreta nuevos datos hasta elegir un grupo de hipótesis que expliquen los síntomas; y

(c) la fase final o de verificación, se contrasta el diagnóstico propuesto según unas reglas generales que permiten aumentar la seguridad de la decisión (López & Gómez, 2020). En consecuencia, el razonamiento clínico es una competencia central para el internista de tal forma que representa la médula espinal de su práctica médica. Esto se debe a que permite al médico emitir juicios, formarse opiniones y resolver problemas clínicos.

Precisión diagnóstica

La precisión diagnóstica es la capacidad de una prueba diagnóstica para producir los mismos resultados cada vez que se aplica en condiciones similares. Además, se puede expresar de muchas maneras, en términos de valor predictivo positivo y negativo, niveles de sensibilidad y especificidad, y razones de probabilidad (Cleland *et al.*, 2022). La evaluación de la precisión diagnóstica de una prueba es importante para determinar su confiabilidad y utilidad en la práctica médica.

Indicador

Porcentaje de diagnósticos correctos

Para determinar el porcentaje de pacientes diagnosticados correctamente se comparan los resultados obtenidos con el estándar de referencia con los resultados obtenidos con la prueba que está investigando (Cleland *et al.*, 2022). Además, un porcentaje alto de diagnósticos correctos indica una mayor precisión y confiabilidad de la prueba diagnóstica. Por otro lado, un diagnóstico incorrecto puede llevar a conductas terapéuticas inadecuadas y riesgos para el paciente.

Dimensión

Tiempo de consulta

La duración de una consulta médica se define como el período de tiempo que transcurre entre el momento en que se recibe a un paciente y se despide de la oficina. Este período cae dentro de los flujos de trabajo, o el orden de las tareas que tienen lugar durante una visita de atención primaria (Sociedad Argentina de Hematología, 2021). Asimismo, el tiempo de consulta médica es un factor importante en la atención de los pacientes y puede tener impacto en la calidad de la atención y la relación médico-paciente. Es necesario considerar el tiempo óptimo de consulta para garantizar una atención adecuada, establecer una relación de confianza y abordar las necesidades de los pacientes de manera efectiva.

Indicador

Tiempo promedio de atención en consultorio

Expresa el tiempo promedio que tarda cada paciente en ser atendido en consultorio de medicina general o una especialidad (Martínez, 2021). Además, el tiempo promedio de atención en el consultorio puede variar dependiendo del establecimiento de salud, la especialidad médica y el motivo de consulta. La variabilidad de los tiempos puede ser influenciado por factores como la disponibilidad de personal médico, la infraestructura, la organización y la gestión de los servicios de salud.

Tipos

Los tipos de diagnósticos según el criterio de referencia son: (a) el diagnóstico clínico, el médico después de realizar la exploración clínica llega a la hipótesis inicial antes de realizar alguna prueba complementaria; (b) el diagnóstico definitivo, se obtiene después de revisar los resultados de las pruebas complementarias con lo que se llega a concluir cual es la patología que afecta al

paciente; (c) el diagnóstico diferencial, se elabora cuando hay más de una hipótesis o cuando la hipótesis inicial no se confirma completamente por lo que se puede solicitar pruebas adicionales y (d) el diagnóstico precoz, es posible realizarlo sin base clínica ni síntomas como en el caso de las pruebas de cribado o en las pruebas de susceptibilidad (Crespo, 2022). El tipo de diagnóstico que se utiliza depende de los síntomas y signos del paciente, la historia clínica y el examen físico, así como de la necesidad de realizar pruebas de laboratorio o estudios de imagen para confirmar o descartar diferentes diagnósticos.

Características

El proceso de diagnóstico se caracteriza por ser colaborativo entre el paciente, el médico, el sistema de atención médica y sus diversos interesados. Sin embargo, en algunas ocasiones se le percibe como un proceso cognitivo que ocurre en la mente del médico (Grandmaison *et al.*, 2021). También, debe ser realizado en un tiempo limitado y en muchas ocasiones con acceso restringido al uso de tecnología. Por ello, tanto las habilidades como las destrezas clínicas deben ser tales que el médico pueda desarrollar un correcto proceso diagnóstico; además, tendrá que aplicar con pertinencia los recursos disponibles (Chacón, 2022). En resumen, el proceso diagnóstico es un proceso tanto inferencial como sistemático que puede ser influenciado por factores como la pericia del médico y la disponibilidad de recursos.

Ventajas

El proceso de diagnóstico de enfermedades tiene las siguientes importantes ventajas: (i) la mejora de la calidad de vida, la detección temprana de enfermedad permite dar un tratamiento oportuno y (ii) la reducción de costos, la precisión del diagnóstico en las fases iniciales evita realizar gastos en pruebas o exámenes innecesarios (Cibanal *et al.*, 2022). Además, el proceso diagnóstico puede ser utilizado para realizar un diagnóstico o identificar la causa subyacente de

una enfermedad o condición médica, lo que puede ser útil para planificar un tratamiento adecuado.

2.3 Formulación de hipótesis

2.3.1 Hipótesis general

El sistema experto optimiza el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud, Lima 2023.

2.3.2 Hipótesis específica

HE1: El sistema experto incrementa el porcentaje de diagnósticos correctos durante el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud, Lima 2023.

HE2: El sistema experto reduce el tiempo promedio de atención en consultorio durante el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud, Lima 2023.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Método de la investigación

El presente estudio, contempla el uso de tres métodos que son: (i) el deductivo, surge de principios y leyes generales que sustentan el desarrollo de los fenómenos y se utilizan para sacar conclusiones sobre una situación específica. En otras palabras, el razonamiento deductivo va de lo general a lo específico (Gavilánez, 2021); (ii) el hipotético, es el procedimiento de usar reglas de inferencia para formular hipótesis sobre declaraciones observacionales comprobables y la validez de la idea científica se puede evaluar mediante la contrastación empírica. Es por ello que el científico debe combinar tanto la reflexión racional como la observación de la realidad (De la Cruz, 2020); y (iii) el analítico, observa la naturaleza o los efectos de un fenómeno y los descompone en las partes, de tal manera que contribuya a una mejor interpretación y comprensión del objeto de investigación, así como al desarrollo de nuevas teorías (Rodríguez, 2020); (Mendivel *et al.*, 2020).

3.2 Enfoque de la investigación

La investigación usó el enfoque cuantitativo, donde aplica la estadística para dar respuesta a las hipótesis. Asimismo, permite describir, explicar, predecir y controlar objetivamente su causa; además, predecir su ocurrencia a partir de su detección. Por lo tanto, sus conclusiones se basan en la aplicación de la métrica o cuantificación (Sánchez, 2019).

3.3 Tipo de investigación

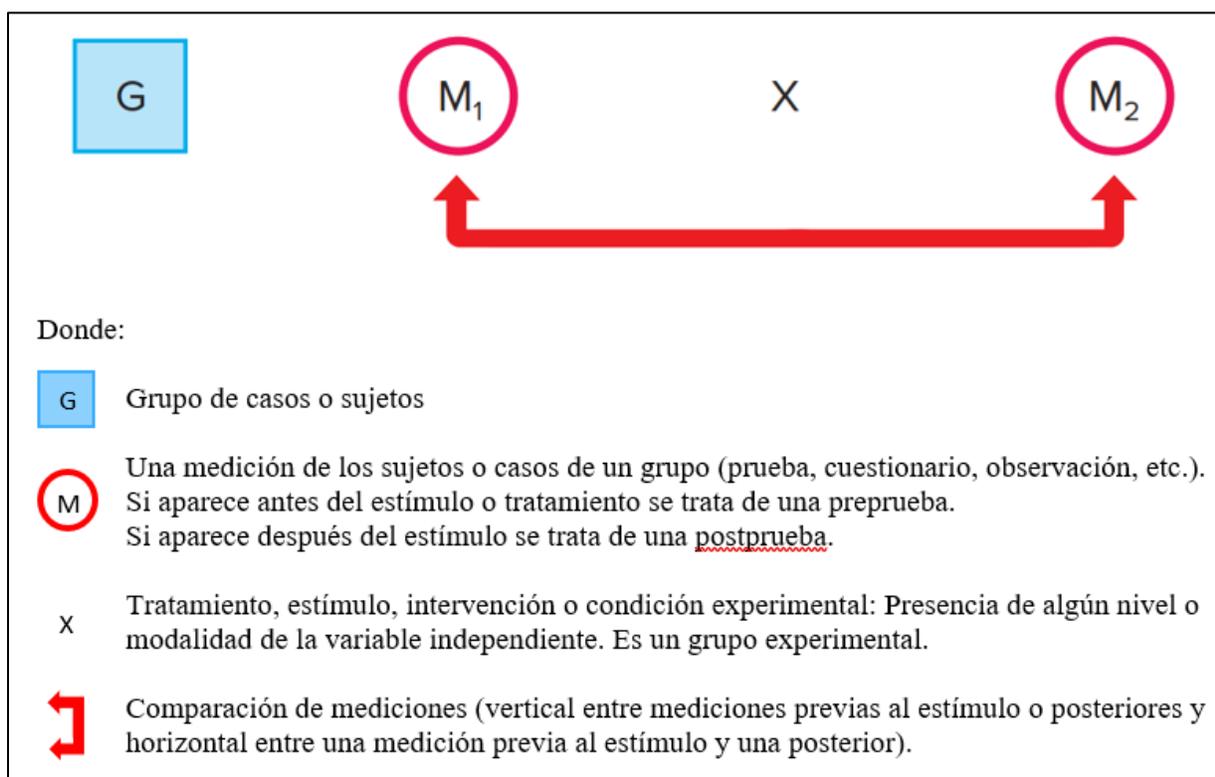
El tipo de investigación que se empleó en este estudio es de tipo aplicada, debido al uso de aportes teóricos. Además, estas contribuciones son usadas con finalidad la resolver problemas prácticos y brindar aportes al conocimiento teórico (Arias & Corvinos, 2021).

3.4 Diseño de la investigación

El presente estudio toma como base un diseño experimental de tipo preexperimental, debido a que se lleva a la práctica la ejecución del sistema experto en el proceso de diagnóstico de enfermedades. Por otro lado, este diseño es el menos controlado debido a que se limita a trabajar con el grupo experimental (Hernández *et al.*, 2018). En la figura 2 se muestra la forma en la que se van a dividir los grupos para preprueba y la posprueba.

Figura 2

Forma del diseño preexperimental



Nota: Representación del diseño preprueba/postprueba con un solo grupo. Tomado de “Metodologías de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta” por Hernández y Mendoza, 2018.

3.5 Población, muestra y muestreo

Población:

Una población es la colección de todos los casos que satisfacen un conjunto dado de criterios (Arias & Covinos, 2021). Cabe precisar que la población debe situarse de manera concreta por sus características de contenido, lugar y tiempo, así como accesibilidad. Además, es definido o, al menos perfilado, desde el planteamiento del problema por lo que tiene que ser consistente con los objetivos del estudio (Hernández & Mendoza, 2018).

La población del presente estudio está integrada por pacientes y las historias clínicas de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud en Lima. La población considerada para esta investigación fue de 65 pacientes con sus respectivas historias clínicas en un periodo de un mes.

Muestra:

Una muestra es un subgrupo de la población o universo de interés del investigador, sobre la cual se recolectaron los datos pertinentes. Por ello, es importante perfilar con exactitud los criterios de inclusión y exclusión que se tienen que aplicar. Además, cabe precisar que la muestra tomada de la población debe ser representativa (Hernández & Mendoza, 2018).

La muestra del presente estudio estuvo representada por 29 historias clínicas de pacientes con enfermedades respiratorias para la preprueba y de igual manera para la postprueba.

Tamaño de la muestra:

$$n = \frac{N * Z_{1-\alpha/2}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{1-\alpha/2}^2 * p * q}$$

Donde:

n: Tamaño de muestra

N: Marco muestral o tamaño de poblacional = 100

α : Error Alfa = 0.050

1- α : Nivel de confianza = 0.975

$Z_{(1-\alpha)}$: Z de (1- α) = 1.960

p: Prevalencia / probabilidad favorable = 0.500

q: Complemento de p / probabilidad no favorable = 0.500

d: Precisión = 0.050

$$n = \frac{65 * (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}{((0.05)^2 * (65 - 1)) + (1.96)^2 * 0.5 * 0.5} = 55.72$$

n = 56 pacientes.

Muestro

El muestreo permite seleccionar las unidades de investigación que compondrán la muestra con el fin de recopilar los datos necesarios para la realización de la investigación. Además, puede utilizar diferentes técnicas en función de las necesidades de la naturaleza de la investigación (Ñaupás *et al.*, 2019). Una de esas técnicas es el muestreo por conveniencia que puede incluir tanto componentes seleccionados al azar como voluntarios que cumplan con las características específicas que van acorde con los objetivos del estudio (Lerma, 2022).

En el presente estudio se aplicará la técnica de muestreo por conveniencia porque solo se tomará en cuenta a aquellos pacientes que presenten bronquitis crónica, faringitis, amigdalitis, enfisema pulmonar, influenza (H1N1 y H3N2), neumonía y asma. Además, la preprueba y la postprueba se realizó con dos grupos de estudio en diferentes periodos de tiempo.

3.6 Variables y operacionalización

Variable independiente: Sistema experto

Definición conceptual: Programas inteligentes que replican el conocimiento de expertos humanos en un campo específico para la resolución de problemas (Aracelis *et al.*, 2020).

Definición operacional: Es una aplicación tecnológica que emplea una base de conocimiento para brindar las posibles patologías del paciente, basado en sus signos y síntomas.

Variable dependiente: Proceso de diagnóstico de enfermedades

Definición conceptual: El diagnóstico es un proceso que sirve para confirmar si el paciente presenta una enfermedad o discapacidad (Nizama, 2022).

Definición operacional: Proceso que requiere de la anamnesis, el examen clínico y en algunas ocasiones de exámenes complementarios; así que dependiendo del caso el tiempo de diagnóstico puede prolongarse.

Operacionalización de variables

Las matrices de operacionalización de las variables, sistema experto y proceso de diagnóstico de enfermedades se encuentran en el anexo 3.

3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1 Técnica

La técnica de observación es un método empírico importante porque permite al observador conocer la realidad a través de la percepción directa de objetos y fenómenos (Hernández *et al.*, 2018). Adicionalmente, se verifica y controla sistemáticamente para que se cumplan los requisitos de validez y confiabilidad (Rodríguez, 2020). Por ello, se tiene que realizar de forma consciente, planificada y dirigida a un fin (Hernández & Coello, 2020).

El estudio por ser de naturaleza experimental utilizó la técnica de la observación para recopilar los datos de las variables dependiente e independiente. De manera que el observador pueda apreciar la modificación por la cual atravesaron los datos al ejecutar el sistema experto.

3.7.2 Instrumentos

El instrumento es una herramienta de recopilación de datos que permite un análisis exhaustivo de una situación específica o del comportamiento y rasgos de una persona (Bock *et al.*, 2018).

En el presente estudio se emplearon como instrumentos dos fichas de observación uno para el indicador porcentaje de diagnósticos correctos y otro para el indicador tiempo promedio de atención en consultorio. En este último se registraron las mediciones del tiempo con un cronómetro. Los formatos de ambas fichas de observación se pueden evidenciar en el anexo 3.

3.7.3 Validación

La validación es el proceso que respalda la veracidad y robustez metodológica de un instrumento de medición. Por ello, se requiere que el investigador defina el constructo y tenga claridad en la operacionalización de las variables, antes de realizar este proceso (Sánchez, 2022). Porque los instrumentos de investigación serán sometidos a una estrategia muy aplicada llamada juicio de expertos para calcular la confiabilidad y validez de su contenido (Torres *et al.*, 2022).

En ese sentido, para la validación del instrumento se hizo partícipe a personas experimentadas en el tema tratado en esta investigación que figuran en la tabla 1. Asimismo, el contenido presentado está sustentado en tesis, libros y artículos científicos relacionados. Además, el formato de validación de los instrumentos a través del juicio de expertos se presenta en el anexo 3.

Tabla 1*Expertos que validaron los instrumentos*

N	Nombre y Apellido	Grado
1	Mónica Díaz Reátegui	Doctora
2	Walter Amador Chávez Alvarado	Magister
3	Karem Menacho Navarrete	Magister

3.7.4 Confiabilidad

La consistencia, coherencia y veracidad de un instrumento depende de la frecuencia con la que se utiliza para producir resultados equivalentes dando como resultado un evento medido considerado exitoso (Sánchez, 2022). Para evaluar la confiabilidad del instrumento se utilizó el método test-retest. En este método de análisis se administra el instrumento a la muestra en dos puntos de tiempo, se recomienda entre 15 días y un mes. De esta manera, se logra asegurar que las mediciones obtenidas son representativas y estables en el tiempo (Bilbao & Escobar, 2020). Asimismo, el coeficiente de correlación de Pearson también se utiliza para determinar la confiabilidad cuando se utiliza el método test-retest. Este coeficiente varía de -1 a 1, donde 1 denota una correlación lineal negativa perfecta, 0 denota ninguna correlación lineal y 1 denota una correlación lineal positiva perfecta (Rasinger, 2020). Además, para completar el análisis previamente definido en este estudio, se midieron los datos recopilados de la hoja de observación anterior al pretest mediante la herramienta SPSS.

La tabla 2 mediante la matriz de correlación de Pearson revela la fuerte correlación positiva de 0.826 entre el "Porcentaje de diagnósticos correctos Test" y el "Porcentaje de diagnósticos correctos retest". Esta correlación altamente significativa ($p < 0.01$), evidencia que existe una correspondencia consistente entre ambas variables en la muestra de 14 observaciones, indicando que cuando el porcentaje de diagnósticos correctos aumenta en el test, tiende a aumentar también en el retest, y viceversa.

Tabla 2*Test – retest del indicador porcentaje de diagnósticos correctos*

		Correlaciones	
		Porcentaje de diagnósticos correctos Test	Porcentaje de diagnósticos correctos retest
Porcentaje de diagnósticos correctos Test	Correlación de Pearson	1	,826**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	14	14
Porcentaje de diagnósticos correctos retest	Correlación de Pearson	,826**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	14	14

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

La tabla 3 mediante la matriz de correlación de Pearson muestra la excepcionalmente elevada correlación de 0.995 entre "Tiempo promedio de atención en consultorio Test" y "Tiempo promedio de atención en consultorio retest". Esta correlación altamente significativa ($p < 0.01$), evidencia que existe una correspondencia extremadamente fuerte y consistente entre ambas variables en la muestra de 14 observaciones. Esto implica que los tiempos de atención en consultorio durante el test y el retest son prácticamente idénticos, con muy poca variabilidad entre ellos.

Tabla 3*Test – retest del indicador tiempo promedio de atención en consultorio*

		Correlaciones	
		Tiempo promedio de atención en consultorio Test	Tiempo promedio de atención en consultorio Re- test
Tiempo promedio de atención en consultorio Test	Correlación de Pearson	1	,995**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	14	14

Tiempo promedio de atención en consultorio	Correlación de Pearson	,995**	1
Re-test	Sig. (bilateral)	,000	
	N	14	14

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Además, se utilizó la prueba de doble masa para corroborar la consistencia de los datos recopilados en las fichas de observación. Para realizar esta actividad, se completó el acumulado de los valores ingresados y se espera que forme una línea para asegurar su consistencia, por lo tanto, se afirma que hay confiabilidad. En ese mismo sentido, un estudio afirma que el método de dobles masas permitió hallar en la información posibles inconsistencias. Este método gráfico muestra la relación de los datos con el valor acumulado; por lo tanto, se demostrará la consistencia de los datos si el gráfico se asemeja a una recta, de lo contrario, habrá inconsistencia (Flores & Gardi, 2021). Las pruebas de doble masas aplicadas a cada indicador se muestra en el capítulo IV.

3.8 Plan de procesamiento y análisis de datos

El estudio por ser un enfoque cuantitativo utilizó las fichas de observaciones para el análisis descriptivo y luego aplicar la estadística inferencial. En la parte descriptiva, se tomó en cuenta los valores como: la suma, la resta, el rango, el promedio, la media y otros, mediante la herramienta SPSS. Para la parte inferencial, se procedió a realizar la contrastación de hipótesis mediante los datos recopilados de las fichas de observaciones. Para ello, se consolidaron los datos en una plantilla de Excel para determinar su confiabilidad y consistencia mediante la prueba de dobles masas. Asimismo, al ser los datos confiables se procedió a ejecutar las pruebas inferenciales para determinar su normalidad mediante el test de Shapiro-Wilk de acuerdo con la muestra del estudio. Por otro lado, luego de definir si los datos son o no paramétricos, se procedió con efectuar el contraste del estudio, mediante la prueba Wilcoxon.

3.9 Aspectos éticos

La investigación por contar con información confidencial contó con el visto bueno de la gerencia general para el desarrollo de la investigación. Además, toda la información recopilada de los elementos que componen la muestra solo se usó para el estudio. Asimismo, se usó el estilo APA versión 7 para redactar la tesis y plasmar de manera reiterativa el uso de la herramienta de similitud Turnitin. En donde finalmente se obtuvo 11% de similitud, la evidencia se encuentra en el anexo 6. También, cabe resaltar que respetó los horarios de visita a la empresa de servicio de salud.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Resultados

La presente investigación de tipo pre-experimental, examinó cómo optimizar el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa encargada de brindar servicios de salud en Lima en 2023 mediante el uso de un sistema experto. Los datos se obtuvieron usando la técnica de observación y fueron registrados en las fichas de observación bajo la supervisión del médico del consultorio de medicina general de la empresa de servicio de salud.

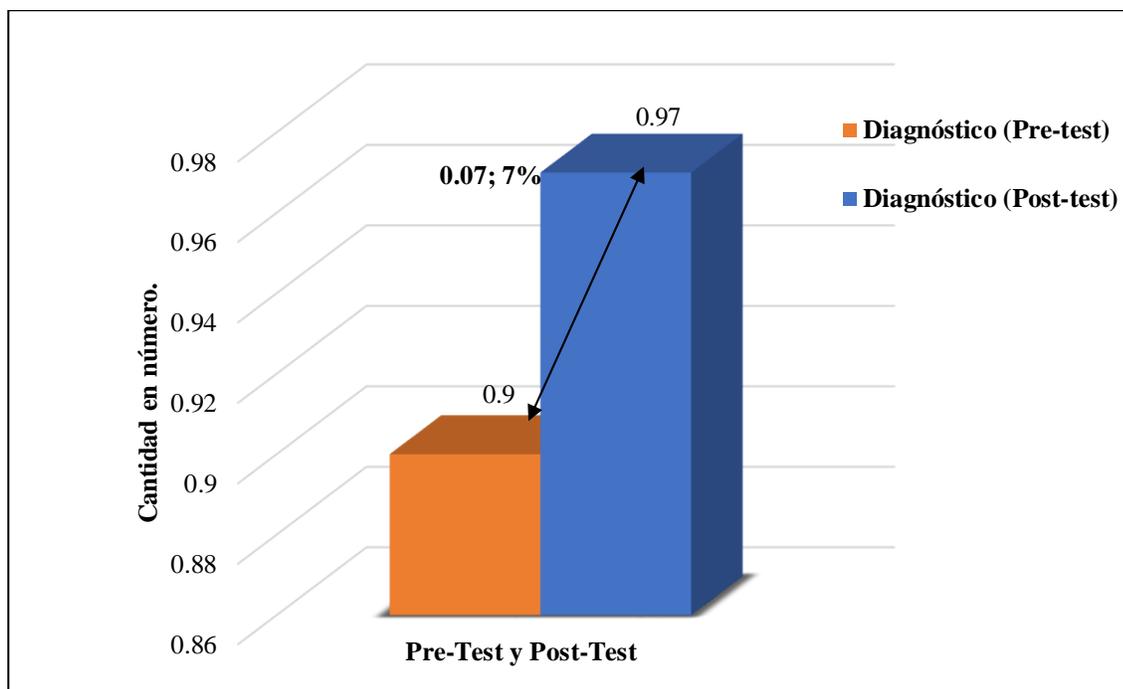
4.1.1 Análisis descriptivos de los resultados

En este apartado, se realizó el análisis estadístico para consolidar los datos de los indicadores de porcentaje de diagnósticos correctos y tiempo promedio de atención en consultorio. Las tablas 4 y 5 muestran los valores procesados de los dos indicadores, que en conjunto constituyen el objetivo general de la investigación.

Tabla 4

Análisis descriptivo del indicador 1

	N	Rang o	Mínim o	Máxim o	Medi a	Desviació n	Varianz a
Porcentaje de diagnósticos correctos Pre-test	2 9	1	0	1	0.90	0	0
Porcentaje de diagnósticos correctos Post-test	2 9	1	0	1	0.97	0	0
N válido (por lista)	2 9						

Figura 3*Porcentaje de diagnósticos correctos*

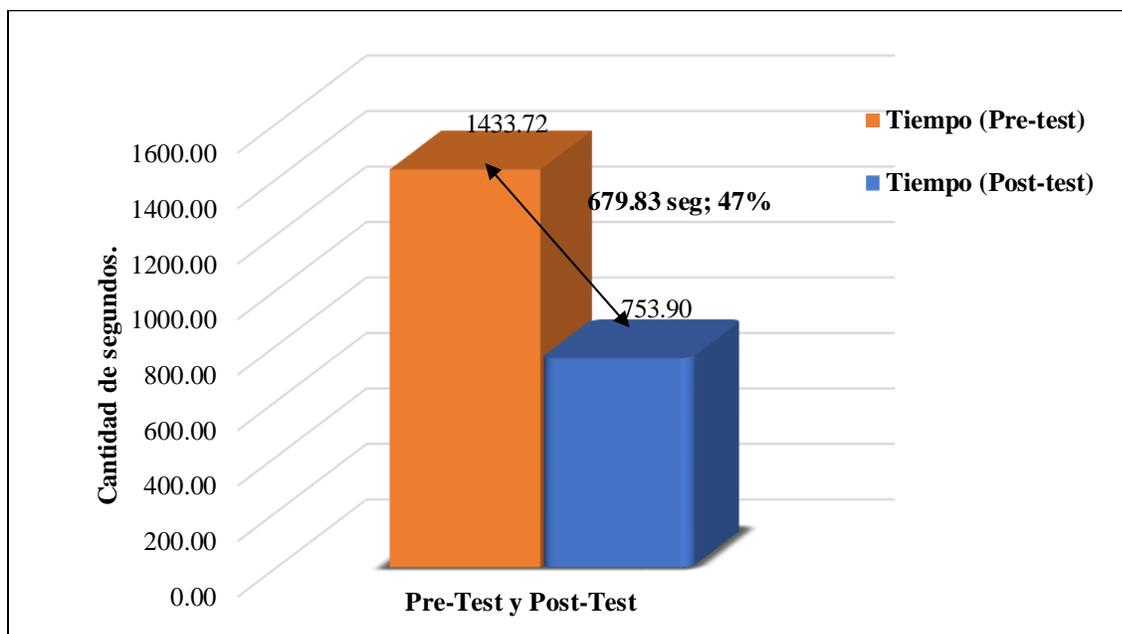
Interpretación: Los datos de la tabla 4 y la figura 3 validan que, en 29 consultas médicas, el porcentaje de diagnósticos acertados presenta una media diferente de 0.07 entre la prueba anterior y la prueba posterior, lo que representa un aumento del 7%. Esto subraya un incremento con una variación de 0.07 en su valor diferencial.

Tabla 5*Análisis descriptivo del indicador 2*

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación	Varianza
Tiempo de promedio de atención en consultorio Pre-test	29	594	1053	1647	1433.72	192	36,808
Tiempo de promedio de atención en consultorio Post-test	29	185	665	850	753.90	70	4,956
N válido (por lista)	29						

Figura 4

Tiempo de promedio de atención en consultorio



Interpretación: La tabla 5 y la figura 4 confirman que el tiempo promedio de atención en consulta para los 29 pacientes reveló una diferencia de aproximadamente 679,83 segundos entre los exámenes previos y posteriores.

4.1.2 Prueba de hipótesis

Hipótesis general

A. Análisis de consistencia de información

La estabilidad informativa garantiza confianza y precisión en los datos numéricos y porcentuales, certificando la idoneidad de la información recopilada para el análisis inferencial. Durante el estudio, empleamos la técnica de doble muestreo para identificar desviaciones. Basados en 29 observaciones recolectadas tanto en el pre-test como en el post-test, los datos consolidados de los dos indicadores se encuentran en la tabla 6.

Tabla 6*Consolidado del indicador 1 y 2*

ID	Porcentaje de diagnósticos correctos Pre-test	Porcentaje de diagnósticos correctos Post-test	Tiempo de promedio de atención en consultorio Pre-test	Tiempo de promedio de atención en consultorio Post-test
1	1,00	1,00	1535,00	676,00
2	1,00	,00	1053,00	845,00
3	1,00	1,00	1391,00	677,00
4	1,00	1,00	1534,00	732,00
5	1,00	1,00	1631,00	731,00
6	1,00	1,00	1436,00	787,00
7	1,00	1,00	1533,00	675,00
8	,00	1,00	1055,00	791,00
9	1,00	1,00	1393,00	846,00
10	1,00	1,00	1531,00	734,00
11	1,00	1,00	1634,00	847,00
12	1,00	1,00	1444,00	674,00
13	1,00	1,00	1540,00	673,00
14	1,00	1,00	1058,00	848,00
15	1,00	1,00	1394,00	672,00
16	,00	1,00	1541,00	791,00
17	1,00	1,00	1647,00	669,00
18	1,00	1,00	1065,00	849,00
19	1,00	1,00	1398,00	668,00
20	1,00	1,00	1538,00	850,00
21	1,00	1,00	1631,00	735,00
22	1,00	1,00	1438,00	666,00
23	1,00	1,00	1534,00	788,00
24	1,00	1,00	1056,00	665,00
25	,00	1,00	1393,00	841,00
26	1,00	1,00	1537,00	781,00
27	1,00	1,00	1632,00	770,00
28	1,00	1,00	1440,00	787,00
29	1,00	1,00	1566,00	795,00

B. Prueba de normalidad

Ambos indicadores contaban con menos de 30 ítems, por lo que se empleó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar su normalidad. La tabla 7 resume los hallazgos y determina la naturaleza paramétrica de los valores en función de su valor sig.

Tabla 7

Verificación de la población (Consolidado de la prueba de normalidad)

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Porcentaje de diagnósticos correctos Pre-test	0.527	29	0.000	0.354	29	0.000
Porcentaje de diagnósticos correctos Post-test	0.539	29	0.000	0.184	29	0.000
Tiempo de promedio de atención en consultorio Pre-test	0.239	29	0.000	0.802	29	0.000
Tiempo de promedio de atención en consultorio Post-test	0.207	29	0.003	0.860	29	0.001

Hipótesis específica 1:

“El sistema experto incrementa el porcentaje de diagnósticos correctos durante el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud, Lima 2023”.

A. Análisis de consistencia de datos

Las figuras 5 y 6 ilustran la consistencia de los valores acumulados de porcentaje de diagnósticos correctos en la prueba doble de masas, los datos aumentan en forma de línea recta, lo que respalda la fiabilidad y estabilidad de los resultados obtenidos.

Figura 5

Consistencia de porcentaje de diagnósticos correctos pre-test

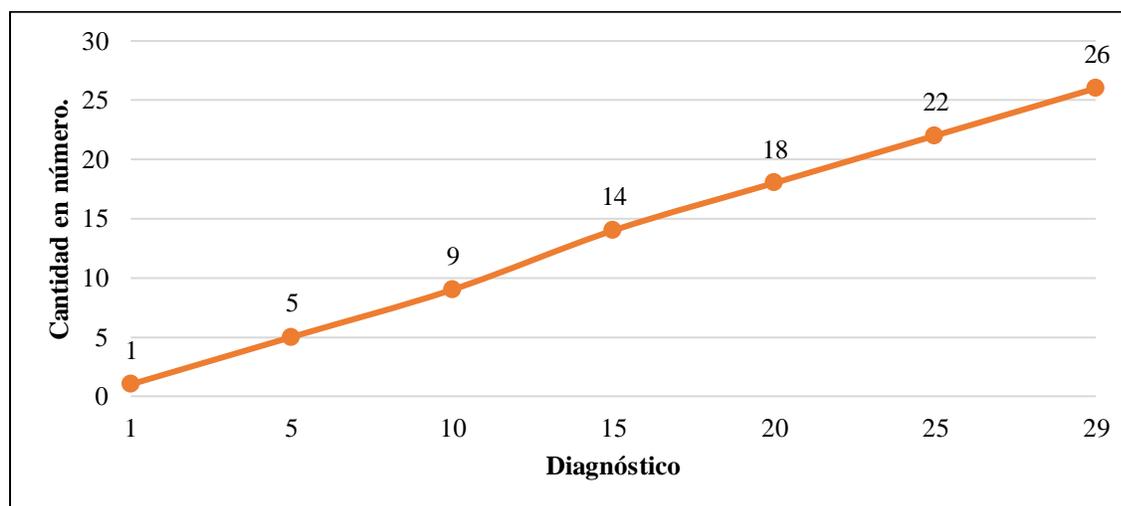
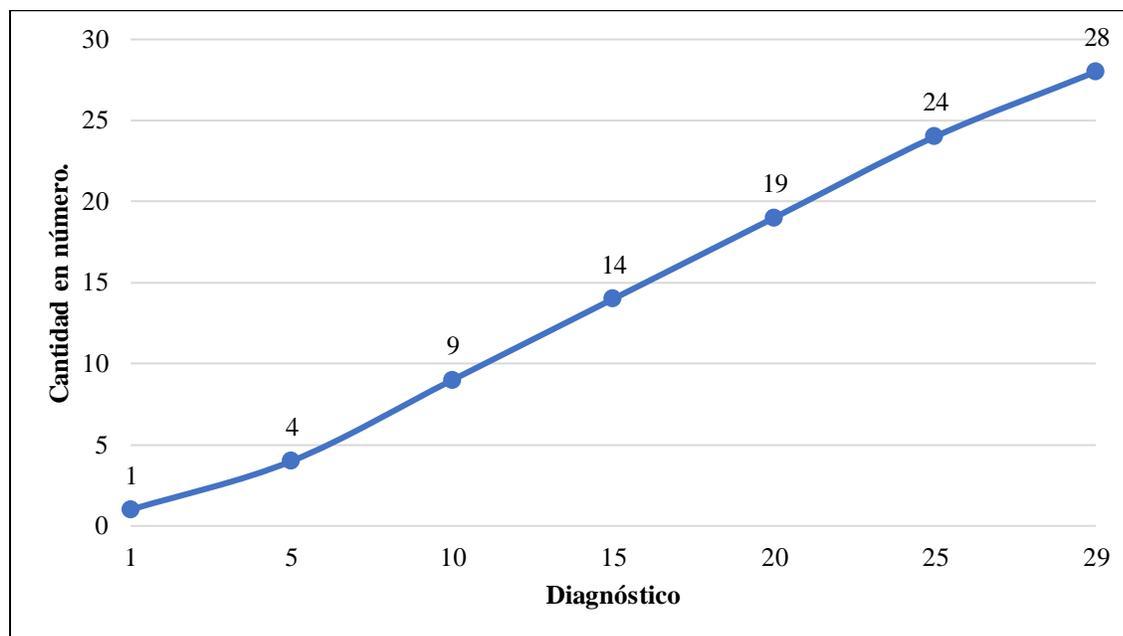


Figura 6

Consistencia de porcentaje de diagnósticos correctos post-test



Las figuras 5 y 6 representan la línea recta formada por los rangos de pre y post de la precisión diagnóstica, lo que demuestra una fuerte consistencia en los valores. Esta coherencia en los datos obtenidos del examen de doble masa respalda la idoneidad de realizar el examen de normalidad y contrastar la hipótesis 1. La presencia de linealidad demuestra que los datos recopilados son confiables, proporcionando así una base sólida para el análisis estadístico de la precisión diagnóstica. Por lo tanto, los resultados de los datos obtenidos son fiables y válidos.

B. Prueba de normalidad

La tabla 8 información paramétrica sobre los valores de precisión diagnóstica en el pre-test y post-test basados en la prueba de Shapiro-Wilk. Se registró un valor de sig. de 0.000 para el pre-test y post-test. Debido a estos resultados significativos, se empleó la prueba de Wilcoxon para realizar la evaluación estadística correspondiente.

Tabla 8*Prueba de normalidad porcentaje de diagnósticos correctos*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Porcentaje de diagnósticos correctos Pre-test	0.527	29	0	0.354	29	0
Porcentaje de diagnósticos correctos Post-test	0.539	29	0	0.184	29	0

C. Prueba de contraste

En la primera hipótesis específica, se planteó que **HE1**: “El sistema experto incrementa el porcentaje de diagnósticos correctos durante el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud, Lima 2023”. Por el contrario, en la hipótesis nula se propone que **H01**: “El sistema experto no incrementa el porcentaje de diagnósticos correctos durante el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicio de salud, Lima 2023”.

Donde:

$$ITTIA > ITTID$$

ITTIA = Indicador de porcentaje de diagnósticos correctos sin el sistema experto.

ITTID = Indicador de porcentaje de diagnósticos correctos con el sistema experto.

Tabla 9*Test de Wilcoxon – porcentaje de diagnóstico correcto*

	N	Rango promedio	Suma de rangos
Porcentaje de diagnósticos correctos			
Rangos negativos	1 ^a	2,50	2,50
Post-test - Porcentaje de diagnósticos			
Rangos positivos	3 ^b	2,50	7,50
correctos Pre-test			
Empates	25 ^c		
Total	29		

a. Porcentaje de diagnósticos correctos Post-test < Porcentaje de diagnósticos correctos Pre-test

b. Porcentaje de diagnósticos correctos Post-test > Porcentaje de diagnósticos correctos Pre-test

c. Porcentaje de diagnósticos correctos Post-test = Porcentaje de diagnósticos correctos Pre-test

La tabla 9, evidencia que los valores del rango y adición de rangos son positivos, al mostrar un rango de 2,50 y suma de 7,50 con una categoría negativa de 3^b que muestra “b. Porcentaje de diagnósticos correctos Post-test > Porcentaje de diagnósticos correctos Pre-test”.

Tabla 10

Prueba de rangos – porcentaje de diagnóstico correcto

Estadísticos de prueba ^a	
Porcentaje de diagnósticos correctos Post-test - Porcentaje de diagnósticos correctos Pre-test	
Z	-1,000 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,317

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

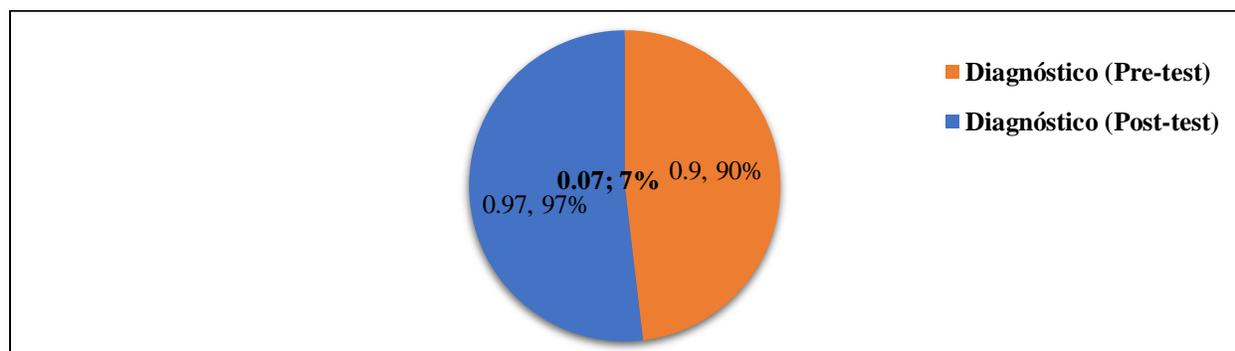
b. Se basa en rangos negativos.

La tabla 10, expuso que el valor de Z es -1,000^b y su p-valor de Sig, es 0.317 rechazando la hipótesis nula, es decir, se comprueba que el porcentaje de diagnóstico aumento. Por lo que, se acepta la hipótesis específica de investigación.

La figura 7 valida que el porcentaje de diagnósticos correctos aplicando el sistema experto aumentó aproximadamente 0,07 se mejoró la satisfacción médica y se logró un tratamiento más adecuado para los pacientes al obtener diagnósticos más precisos, lo que a su vez redujo los costos de atención médica.

Figura 7

Incremento de porcentaje de diagnóstico correcto



Hipótesis Específica 2: “El sistema experto reduce el tiempo de promedio de atención en consultorio durante el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud, Lima 2023.”.

A. Análisis de consistencia de datos

La figura 8 y 9 muestra claramente la consistencia de los valores acumulados del tiempo promedio de atención en el consultorio con el método de doble de masas porque logra formar una línea recta. Esta coherencia del comportamiento de los datos respalda la confiabilidad y estabilidad de los resultados del estudio.

Figura 8

Consistencia del tiempo de promedio de atención en consultorio pre-test

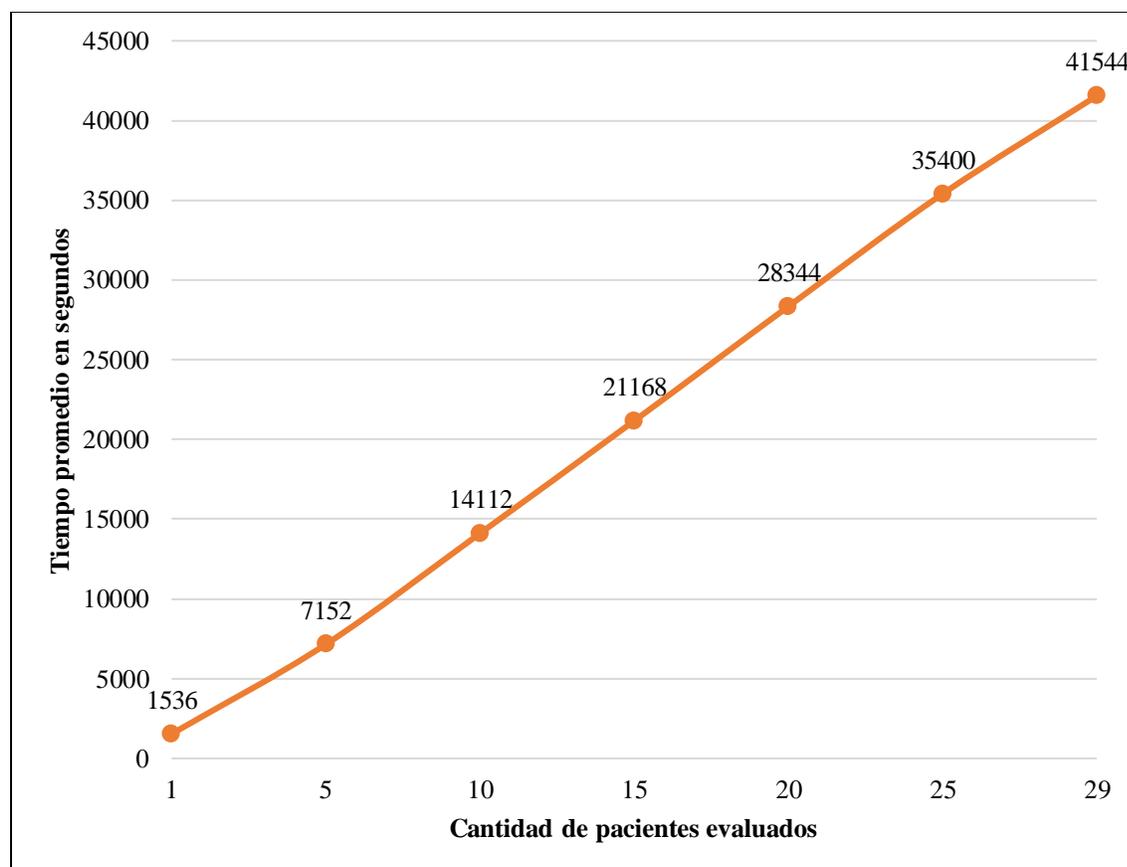
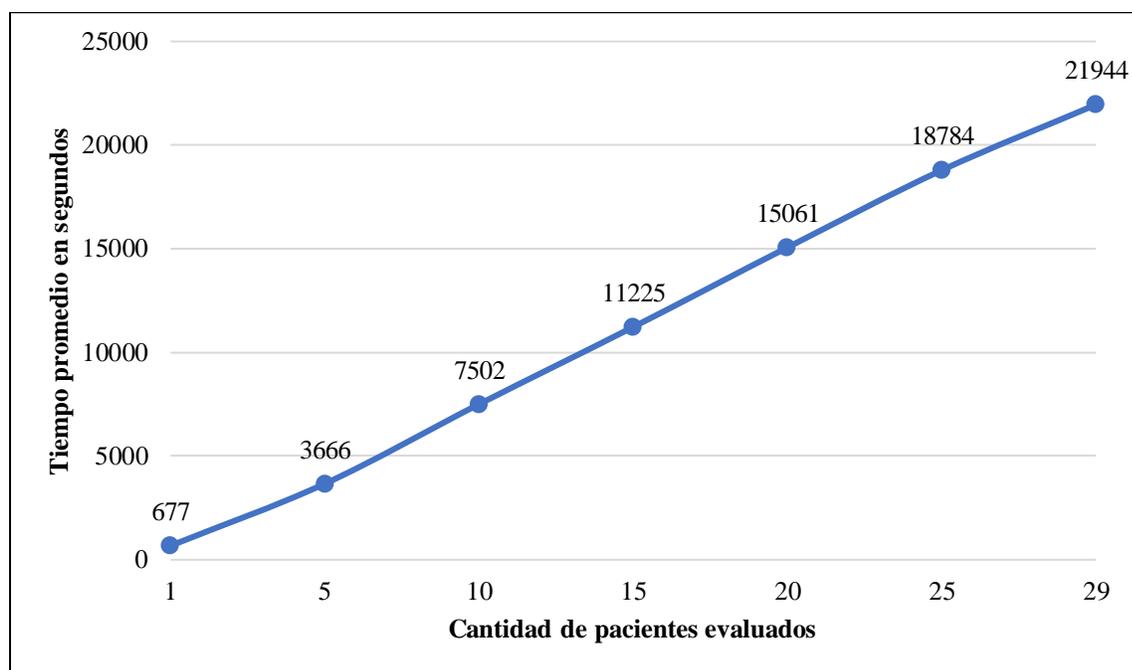


Figura 9

Consistencia del tiempo de promedio de atención en consultorio post-test



La figura 8 y 9 demuestran claramente que una línea recta se forma con los datos adicionales, como lo demuestra el examen de doble masa. Esta consistencia de los datos sirve como base para realizar las pruebas de normalidad y contraste para la hipótesis dos. La linealidad observada indica que los valores del tiempo de promedio de atención en consultorio siguen un patrón predecible. Esto respalda la validez y la solidez de los análisis estadísticos realizados en el estudio.

B. Prueba de normalidad

Los datos paramétricos sobre los valores de tiempo de promedio de atención en consultorio tanto para el pre-test como para el post-test basados en la prueba de Shapiro-Wilk se encuentran en la tabla 11. En el pre-test, se encontró un valor de Sig. de 0,000 y en el post-test, se encontró un valor de Sig. de 0,001. Debido a estos resultados significativos, se realizó la evaluación estadística correspondiente con la prueba "Wilcoxon".

Tabla 11*Prueba de normalidad de tiempo de promedio de atención en consultorio*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo de promedio de atención en consultorio Pre-test	0.239	29	0.00	0.802	29	0.000
Tiempo de promedio de atención en consultorio Post-test	0.207	29	0.003	0.86	29	0.001

C. Prueba de contraste

En la segunda hipótesis específica, se planteó que H12: “El sistema experto reduce el tiempo de promedio de atención en consultorio durante el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud, Lima 2023”. Por otro lado, la hipótesis nula propone que H02: “El sistema experto no reduce el tiempo de promedio de atención en consultorio durante el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud, Lima 2023”.

Donde:

$$ITAIA > ITAID$$

ITAIA = Indicador de tiempo de promedio de atención en consultorio en consultorio sin el sistema experto.

ITAID = Indicador de tiempo de promedio de atención en consultorio en consultorio con el sistema experto.

Tabla 12*Test de Wilcoxon – Tiempo de promedio de atención en consultorio*

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Tiempo de promedio de atención en consultorio	Rangos negativos	29 ^a	15,00	435,00
	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
Post-test - Tiempo de promedio de atención en consultorio Pre-test	Empates	0 ^c		
	Total	29		

- a. Tiempo de promedio de atención en consultorio Post-test < Tiempo de promedio de atención en consultorio Pre-test
- b. Tiempo de promedio de atención en consultorio Post-test > Tiempo de promedio de atención en consultorio Pre-test
- c. Tiempo de promedio de atención en consultorio Post-test = Tiempo de promedio de atención en consultorio Pre-test

La tabla 12, evidencia que los valores del rango y adición de rangos son negativos, al mostrar un rango de 15,00 y suma de 435,00 con una categoría negativa de 29^a que muestra “a. Tiempo de promedio de atención en consultorio Post-test < Tiempo de promedio de atención en consultorio Pre-test”.

Tabla 13*Prueba de rangos – Tiempo de promedio de atención en consultorio*

	Tiempo de promedio de atención en consultorio Post-test - Tiempo de promedio de atención en consultorio Pre-test
Z	-4,703 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

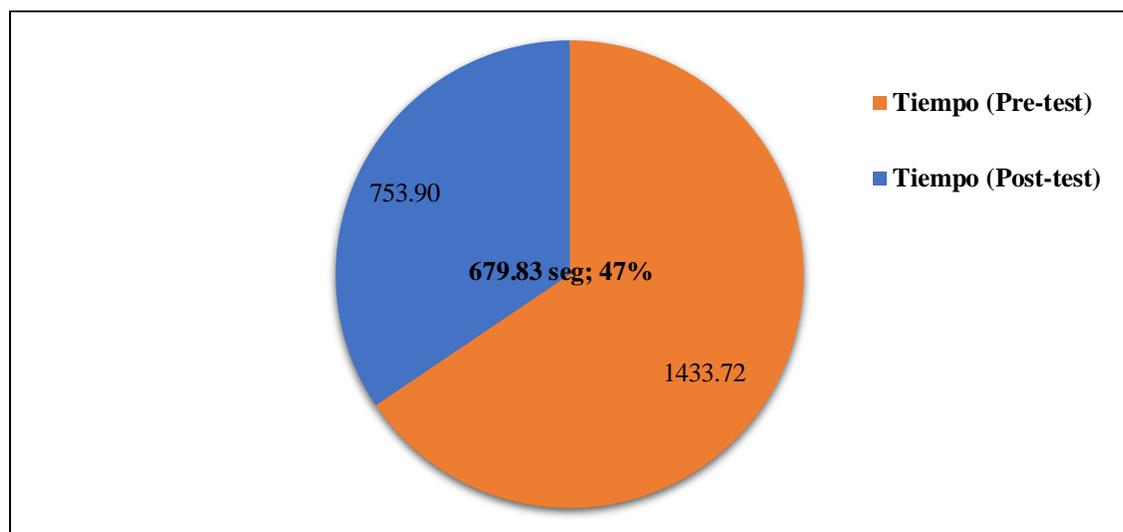
- a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
- b. Se basa en rangos positivos.

La tabla 13, expuso que el valor de Z es $-4,703^b$ y su p-valor de Sig, es 0.000 rechazando la hipótesis nula, es decir, se comprueba que el tiempo de promedio de atención en consultorio se ha reducido significativamente. Por lo que, se acepta la hipótesis específica de investigación.

La figura 10 muestra la validación de la reducción notable de 679.83 segundos aproximados en el tiempo de atención promedio del sistema informático en el consultorio, la reducción del tiempo de atención en el consultorio ha tenido un impacto positivo en la eficiencia, la satisfacción del cliente, los costos y la calidad de atención. Las atenciones son más eficientes, ya que pueden atender a más pacientes en menos tiempo. Los pacientes están más satisfechos, ya que tienen que esperar menos tiempo para ser atendidos. Los costos se han reducido, ya que hay menos desperdicio de recursos. Y la calidad de atención ha mejorado, ya que los médicos pueden pasar más tiempo con cada paciente.

Figura 10

Reducción del tiempo de promedio de atención en consultorio



4.1.3 Discusión de resultados

Según la evidencia, la base teórica y los antecedentes de la investigación la hipótesis del objetivo general ha sido aceptada. Esto se debe a que demostró cómo el sistema experto mejora el proceso

de diagnóstico de enfermedades respiratorias en el servicio de salud. Cabe indicar, que el diagnóstico correcto y el tiempo promedio de atención en consultorio sin aplicar la mejora que se esperaba en el área de consultas externas, debido a la complejidad del proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias y eso generaba contratiempos. Huamaní (2021) menciona que el sistema experto permite generar mejoras en la empresa de servicios de salud, esto se comprobó con el resultado conseguido mediante el objetivo general.

Por lo tanto, se confirmó que la hipótesis del objetivo específico 1 fue aceptada, al demostrar que el sistema experto aumenta la precisión del diagnóstico. Cabe señalar, que la precisión diagnóstica sin la ejecución del sistema experto era de 0.90 y posterior a ello se alcanzó un incremento del 7%; sin embargo, se obtuvo un pronóstico de Sig. = 0.00 en la preprueba y postprueba a través de la prueba de “Shapiro-Wilk” comprobando que eran no paramétricos. Luego se llevó a cabo la prueba de “Wilcoxon” dando como resultado $Z = -1.000$ y $p = 0.317$. Además, según lo mencionado por Periche (2021), donde tuvo como objetivo mejorar el porcentaje de diagnósticos correctos. Los valores indicaron que antes de la ejecución del sistema era del 90 %. y posterior ello se evidenció un aumento de 7%; es decir, la precisión incrementó en comparación con la medición inicial. Por lo tanto, se verifica que, durante el proceso de diagnóstico, el sistema experto mejora la precisión. Arias (2018) manifiesta que, el sistema experto es una tecnología necesaria la cual logra mejorar la precisión de diagnóstico en 10% para detectar las posibles patologías que aquejan a los pacientes; de tal manera que permite apoyar a los médicos a diagnosticar las enfermedades de tal manera que puedan dar una precisión diagnóstica adecuado y oportuno, esto se comprobó con el resultado conseguido mediante el objetivo específico 1.

Además, se verificó que la hipótesis del objetivo específico 2 fue aceptada, al demostrar

que el sistema experto disminuye el tiempo promedio de atención en consultorio. Cabe indicar que el tiempo promedio de atención en el consultorio sin la implementación del sistema basado en conocimiento era de 1433.72 segundos y posterior a esta, se consiguió 753.90 segundos, lo que representa una reducción de 679.83 segundos; por consiguiente, hay una mejora en el tiempo promedio de atención en consultorio; por otro lado, el valor de estimación fue $\text{Sig.} < 0.05$ en la preprueba y postprueba a través de la prueba de “Shapiro-Wilk”, comprobando que eran no paramétricos. Posteriormente, se empleó la prueba “Wilcoxon”, que dio como resultado $Z = -4.703$ y $p = 0.00$. De igual manera, según lo mencionado por Díaz & Hernández (2020), donde tuvo como finalidad determinar si el sistema experto disminuye el tiempo promedio de atención en un centro de salud lo cual sus resultados probaron que previo a la ejecución de la mejora el tiempo promedio de la atención en consultorio fue de 1398.75 segundos, posterior a ello se evidenció una reducción de 539.90 segundos, logrando un ahorro de tiempo de 858.85 segundos. En resumen, esto permitió que el centro de salud optimice de manera correcta el tiempo de consulta. Periche (2021) mencionan que, uno de los beneficios del sistema experto es generar una mayor productividad a través de la mejora del tiempo en consulta, esto se verificó con los resultados obtenidos para el objetivo determinado 2.

CAPÍTULO V: CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Primera:** Se demostró que el sistema experto mejora el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud. En ese sentido, se ha podido observar la mejora del porcentaje de diagnósticos correctos y del tiempo promedio de atención en consultorio. Con esto se evidencia que mediante la ejecución del sistema experto se logró optimizar el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en la empresa de servicios de salud de Lima.
- Segunda:** Se demostró cómo el sistema experto mejora el porcentaje de diagnósticos correctos en una empresa de servicio de salud. En ese sentido, se ha podido comprobar que mediante la ejecución del sistema experto se logró un aumento del 7%; de tal forma que se cumplió con mejorar el porcentaje de diagnósticos correctos.
- Tercera:** Se demostró que el sistema experto mejora el tiempo promedio de la atención en consultorio durante el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicio de salud. En ese sentido, se ha podido comprobar que mediante la ejecución del sistema experto se logró una reducción de 679.83 segundos; de tal forma que se cumplió con mejorar el tiempo promedio de atención en consultorio.

5.2 Recomendaciones

- Primera:** Se sugiere al gerente general de la empresa de servicio de salud seguir enriqueciendo el sistema experto mediante la inclusión de datos de otras patologías para continuar fortaleciendo el apoyo a los médicos. Por lo tanto, estas mejoras en el área de consulta externa se deben monitorear progresivamente, con el fin de persistir con las mejoras en el proceso de diagnóstico de enfermedades.
- Segunda:** Se sugiere al gerente general de la empresa de servicio de salud continuar ampliando la base de conocimiento agregando datos como imágenes y sonidos especialmente en aquellas patologías más difíciles de diagnosticar. En consecuencia, la información más detallada en los casos complejos permitirá mantener un alto porcentaje de diagnósticos correctos de las enfermedades.
- Tercera:** Se sugiere al gerente general de la empresa de servicio de salud emplear tecnologías adicionales que permitan agilizar cada uno de los tiempos que componen el proceso de diagnóstico. Como resultado, se podrá atender a más pacientes de forma adecuada al continuar reduciendo los tiempos de atención en consultorio.

REFERENCIAS

- Acevedo, D. (2021). *Medición y Control en la Gestión y Resultados*. Diofante Acevedo Gamboa Ed. <https://books.google.at/books?id=EeNDEAAAQBAJ>
- Alfaro, R. (2021). *Pensamiento Crítico, Razonamiento Clínico Y Juicio Clínico En Enfermería: Un Enfoque Práctico* (7a ed.). Elsevier.
<https://books.google.at/books?id=GdMREAAAQBAJ>
- Altkorn D., Stern S. & Cifu A. (2021). *Diagnóstico basado en los síntomas: Una guía basada en evidencias*. (4ta ed.). McGraw Hill.
<https://accessmedicina.mhmedical.com/book.aspx?bookid=3069>
- Álvarez, A., Mantecón, A., & Puertas, I. (2019). *Sociología del turismo. CIS*.
<https://books.google.at/books?id=GcnBDwAAQBAJ>
- Alzate, P. (2022). *Investigación de operaciones: Conceptos fundamentales* (2a ed.). Ediciones de la U. https://books.google.at/books?id=pRp_EAAAQBAJ
- Angeldonis, K. (2023). *Factores asociados a la demora en el diagnóstico de tuberculosis pulmonar en un establecimiento de salud del primer nivel de atención en Lima* [Universidad Nacional Federico Villarreal]. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/7068>
- Aracelis, A., Casco, N., Mela, R., & Pinzón, C. (2020). Prototipo de sistema experto basado en lógica difusa para la monitorización del ruido en espacios educativos. *Revista De Iniciación Científica*, 6(1), 73-79. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v6.1.2616>

- Akramian, L., Sadoughi, F., & Langarizadeh, M. (2019). *An expert system to diagnose pneumonia using fuzzy logic*. *Acta Informática Médica*, 27(2), 103.
<https://doi.org/10.5455/AIM.2019.27.103-107>
- Arango, J., Rivera, D., & Olabarrieta, L. (2022). *Neuropsicología infantil. El Manual Moderno*.
<https://books.google.at/books?id=qFyCEAAAQBAJ>
- Araujo, J. (2021). *El Cambio Organizacional en los Sindicatos Argentinos: El caso de la UPCN Regional Corrientes*. <https://books.google.at/books?id=fm9CEAAAQBAJ>
- Arias, J., & Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Enfoques Consulting EIRL Editorial. <https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>
- Arias, V. (2018). *Sistema experto para el diagnóstico de enfermedades respiratorias crónicas en el distrito La Esperanza – provincia de Trujillo* [Universidad Privada del Norte].
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14972>
- Arroyo, J. (2022). *Fundamentos básicos de NVIDIA Jetso Nano*. Marcombo Editorial.
<https://books.google.at/books?id=PSN1EAAAQBAJ>
- Bilbao, J., & Escobar, P. (2020). *INVESTIGACION Y EDUCACION SUPERIOR*. Lulu.com.
<https://books.google.at/books?id=W67WDwAAQBAJ>
- Bock, G., Gesser, M. & Nuernberg, A. (2018). *Universal design for learning: Scientific production from 2011 to 2016*. *Revista Brasileira de Educação Especial* [online], Volumen. 24, 143-160. <https://doi.org/10.1590/S1413-65382418000100011>
- Busato, L. (2023, junio 8). *Covid-19 e Influenza: Desmintiendo los mitos de estas infecciones respiratorias*. El Comercio Perú. <https://elcomercio.pe/bienestar/salud-fisica/covid-19-e->

influenza-director-de-diagnosticos-rapidos-nos-ayuda-a-desmentir-los-mitos-de-estas-
infecciones-respiratorias-noticia/

Cañas, S., Cascante, J., Cuellar, G., De la Rosa, M., Foladori, G., Garcia, M., Invernizzi, N.,
Lalinde, J., Ochoa, G., Pérez, M., Quintero, O., Rueda, R., Serna, M., & Torres, A. (2019).
Tecnologías disruptivas del proceso de globalización (N. S. Jesús Alberto, Ed.). Ediciones
Universidad Cooperativa de Colombia. <https://doi.org/10.16925/9789587601268>

Calaza, S., & Sánchez, M. (2022). *Inteligencia artificial legal y administración de justicia*.
Aranzadi/Civitas. <https://books.google.at/books?id=CfKmEAAAQBAJ>

Campos, E., & López, J. (2022). *Oposiciones cuerpo de profesores de enseñanza secundaria*.
Informática. Vol. IV. Gestión de proyectos, redes y sistemas multimedia: Temario Oficial de
Informática, Volumen IV. Ra-Ma Editorial.
<https://books.google.at/books?id=2VW6EAAAQBAJ>

Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades. (2022). *Boletín*
epidemiológico (Vol. 31).
https://www.dge.gob.pe/epipublic/uploads/boletin/boletin_20225_24_202501.pdf

Chacón, J. (2022). *Medicina Tropical: Aspectos básicos para el abordaje de un problema*
socioambiental. Universidad de Caldas. <https://doi.org/10.2307/j.ctv2p5zwr2>

Chen, J., Yin, Y., Zhang, Y., Lin, X., Chen, T., Yang, Z., Wang, D., & Zhong, W. (2022).
Chronic obstructive pulmonary disease prevalence and associated risk factors in adults
aged 40 years and older in southeast China: A cross-sectional study during 2019-2020.
International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease, 17, 2317–2328.
<https://doi.org/10.2147/COPD.S377857>

Cibanal, L., Arce, M., & Carballal, M. (2022). *Técnicas de comunicación y relación de ayuda en ciencias de la salud*. (4a ed.). Elsevier. <https://books.google.at/books?id=2JGREAAAQBAJ>

Cleland, J., Koppenhaver, S., & Su, J. (2022). *Netter. Exploración clínica en ortopedia: un enfoque basado en la evidencia* (4a ed.). Elsevier.
<https://books.google.at/books?id=209XEAAAQBAJ>

Comisión Europea. (2020). *Pruebas de diagnóstico de la COVID-19*. Public Health.
https://health.ec.europa.eu/health-security-and-infectious-diseases/crisis-management/covid-19-diagnostic-tests_es

Corral, M., & Carrillo, J. (2015). *Creación de un sistema experto para asistir al ingeniero en software en la elaboración de documentos de requerimientos* [Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología.]. <https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/9417>

Crespo, I. (2022). *Fisiopatología general*. 2.a edición 2022. Ediciones Paraninfo.
<https://books.google.at/books?id=jPV2EAAAQBAJ>

Cruz, G. (2022). *Calidad de atención y tiempo de espera en consultorio de medicina de una clínica privada de Lima, 2020* [Universidad César Vallejo].
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/58422/Cruz_AGJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Defensoría del Pueblo. (2022). *Centros de salud de Lima registran graves problemas de infraestructura y falta de personal médico*. Defensoría del Pueblo - Perú.
<https://www.defensoria.gob.pe/centros-de-salud-de-lima-registran-graves-problemas-de-infraestructura-y-falta-de-personal-medico/>

- De la Cruz, P. (2020). *El hipotético-deductivismo en la explicación de las ciencias sociales*. *Horizonte de la ciencia*, 10(18). <https://doi.org/10.26490/uncp.horizonteciencia.2020.18.430>
- Díaz, M., & Hernández, M. (2020). *Sistema experto para mejorar el diagnóstico de la diabetes tipo II en pacientes del Hospital Regional Docente de Trujillo* [Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50790>
- Fernández, J. (2022). *Complejidad e incertidumbre en la ciudad actual: Hacia un nuevo modelo conceptual*. Reverte. <https://books.google.at/books?id=JvaiEAAAQBAJ>
- Ferro, J. (2020). *Perito Judicial en Mantenimiento y Protección del Hardware*. <https://books.google.at/books?id=TVnMDwAAQBAJ>
- Flores, D. & Gardi, V. (2021). *Gestión de servicios de tecnologías de información: Sistemas expertos de apoyo la GSTI*. Editorial Académica Española. <https://www.amazon.ca/Gestión-servicios-tecnologías-información-Sistemas/dp/6203871036>
- Gavilánez, F. (2021). *Diseños y análisis estadísticos para experimentos agrícolas*. Ediciones Díaz de Santos. <https://books.google.at/books?id=AGY4EAAAQBAJ>
- García, J. (2020). *Ciencias de la complejidad: Teoría general de sistemas, pensamiento sistémico y sus aplicaciones prácticas en procesos de emergencia en las ciencias económicas, ambientales y sociales*. <https://books.google.at/books?id=Jw5BDwAAQBAJ>
- García, J., & Basultos, J. (2021). *Historia de la Probabilidad y la Estadística [IV]*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva. <https://books.google.at/books?id=cD44EAAAQBAJ>

- Goldman, L., Ausiello, D., & Schafer, A. (2021). *Goldman-Cecil. Tratado de Medicina Interna* (Lee Goldman, Dennis Ausiello, & Andrew Schafer, Eds.; 26a ed.). Elsevier.
<https://books.google.at/books?id=SkEoEAAAQBAJ>
- Grandmaison, G., Ribordy, V., & Mancinetti, M. (2021). *Diagnostic errors: The importance of a systems approach*. *Revue medicale suisse*, 17(749), 1506–1511.
<https://europepmc.org/article/med/34495586>
- Henríquez, J. (2021). *La tercera vía y la idea de buena sociedad en Amitai Etzioni: Perspectivas y desafíos*. J.M Bosch. <https://books.google.at/books?id=rkduEAAAQBAJ>
- Hernández, A., Ramos, M., Placencia, B., Indacochea, B., Quimis, A., & Moreno, L. (2018). *Metodología de la investigación científica*. Editorial Científica 3Ciencias.
<http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2094>
- Hernández, R., & Coello, S. (2020). *El proceso de investigación científica*. Editorial Universitaria. <https://books.google.at/books?id=03n1DwAAQBAJ>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación - Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C. V.
- Herrera, G. (2020). *Simulación de sistemas discretos: Un enfoque industrial*. (2da ed.). Alpha Editorial. <https://books.google.at/books?id=n816EAAAQBAJ>
- Herrera-Melo, C., Serna-Vargas, J. & González-Sanabria, J. (2022). *Sistema basado en reglas para la evaluación de calidad de referencias de artículos científicos*. *Información Tecnológica* 33(2):213–24. doi: 10.4067/s0718-07642022000200213
- Herreros, B. (2021). *Filosofía y medicina: Una historia de amor*. Taugenit Editorial.

<https://books.google.at/books?id=W9NdEAAAQBAJ>

Huamaní, M. (2021). *Sistema experto de apoyo para el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en la Clínica San Bartolomé SAC*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la Universidad César Vallejo.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/70486>

Huber, D. (2019). *Gestión de los cuidados enfermeros y liderazgo*. (6a ed.). Elsevier.

<https://books.google.at/books?id=A9CwDwAAQBAJ>

Latin Health Leaders. (2021, diciembre 11). *La salud respiratoria en Latinoamérica 2021*.

<https://latinhealthleaders.org/salud-respiratoria-en-latinoamerica-2021/>

Latorre, K., Horna, O., Villegas, R., Cavada, G., & Matin, M. (2022). Retraso diagnóstico y factores asociados en pacientes con tuberculosis pulmonar en una zona fronteriza de Chile. *Enfermedades emergentes*, 21. http://enfermedadesemergentes.com/revistas/enfermedades_3_2022.pdf

Lerma, H. (2022). *Metodología de la investigación: Propuesta, anteproyecto y proyecto*. Ecoe Ediciones. <https://books.google.at/books?id=Y1SGEAAAQBAJ>

López, M., & Gómez, A. (2020). El razonamiento clínico con enfoque didáctico. *Inter-Cambios Dilemas y Transiciones de la Educación Superior*, 7(2), 16–25.

<https://doi.org/10.2916/inter.7.2.4>

Loscalzo J., Fauci A., Kasper D., Hauser S., Longo D. & Jameson J. (2022). *Harrison. Principios de Medicina Interna*, 21e. McGraw Hill.

<https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=3118§ionid=267830489>

- Martínez, J. (2019). *El derecho a la salud electrónica*. ACCI (Asociación Cultural y Científica Iberoamericana). <https://books.google.at/books?id=dYiEDwAAQBAJ>
- Martínez, R. (2021). *Gestión del servicio humanizado en salud: Con visión multivariable y guías de mejoramiento* (2da ed.). Ediciones de la U.
<https://books.google.at/books?id=9eAZEAAAQBAJ>
- Mendivel, I.; Carhuanchaco, I.; Nolazco, F.; Flores, D. & Venturo, C. (2020). *Analysis of research culture and scientific production in a national university*.
<http://www.ijstr.org/final-print/feb2020/Analysis-Of-Research-Culture-And-Scientific-Production-In-A-National-University.pdf>
- Ministerio de Salud. (2021). *Diagnóstico de brechas de infraestructura y equipamiento del sector salud*.
<https://www.minsa.gob.pe/Recursos/OTRANS/08Proyectos/2021/DIAGNOSTICO-DE-BRECHAS.pdf>
- Mode, E. (2021). *Elementos de probabilidad y estadística*. Reverte.
<https://books.google.at/books?id=uuAbEAAAQBAJ>
- Monge, C. (2021). *Fundamentos científicos de poligrafía*.
<https://books.google.at/books?id=b3FKEAAAQBAJ>
- Muñoz, J., Arribas, A., Flores, M., Kruckeberg, D., Obando, C., Urquilla, A., Islas, O., Leavey, N., Lindenfeld, L., Hatyaway, J., Carbonetti, G., Felsman, P., Taylor, T., Zeidlickis, D., Saladrigas, H., de La Noval, L., Fonseca, B., Wanjala, J., Sandoval, Y., ... Zhunusovna, G. (2022). *La formación en comunicación: Visiones de una formación futura. Experiencias significativas*.

Pontificia Universidad Católica del Perú Fondo Editorial.

<https://books.google.at/books?id=N6qYEAAAQBAJ>

Mussons, S. (2020). *Organizaciones ágiles: Responde a las necesidades de tus clientes con equipos implicados y autogestionados*. Libros de Cabecera Editorial.

https://books.google.at/books?id=1r_xDwAAQBAJ

Nizama G. (2022). *Sistema experto para diagnóstico de enfermedades pulmonares en el Policlínico Monserrat*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo].

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/101310>

Organización Mundial de la Salud. (2022). *Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)*.

[https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-\(copd\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-(copd))

Organización Mundial de la Salud. (2023). *76.^a Asamblea Mundial de la Salud – Actualización diaria: 27 de mayo de 2023*. Who.int. <https://www.who.int/es/news/item/27-05-2023-seventy-sixth-world-health-assembly---daily-update--27-may-2023>

Organización Panamericana de la salud. (2022). *Influenza y otros virus respiratorios*. Paho.org.

<https://www.paho.org/es/temas/influenza-otros-virus-respiratorios>

Papuangan, M., & Salmin, M. (2020). *Penggunaan Algoritma Nearest Neighbor Pada Sistem Penalaran Berbasis Kasus Untuk Diagnosis Penyakit ISPA*. Jurnal Serambi

Engineering, 5(1). <https://doi.org/10.32672/jse.v5i1.1739>

Periche, K. (2021). *Aplicación de la metodología Buchanan al desarrollo de un sistema experto para el diagnóstico de la diabetes (tipo II)* [Universidad César Vallejo].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/74805>

Ponce, C., & Rojas, B. (2019). *Diseño de un sistema experto difuso para la determinación de la densidad de corriente en una planta de cromado*. *Información Tecnológica* 30(2). doi:

10.4067/s0718-07642019000200157

Postigo, A. (2021). *Bases de datos*. Ediciones Paraninfo. <https://books.google.at/books?id=DHE-EAAAQBAJ>

Quintanilla, M. (2020). *Filosofía ciudadana*. Trotta.

<https://books.google.at/books?id=ZTrNDwAAQBAJ>

Rabadán, A., Cid, A., & Leguey, S. (2020). *Métodos de decisión en la empresa*.

Ediciones Paraninfo. <https://books.google.at/books?id=aUH8DwAAQBAJ>

Raggio, R. (2021). *Objetos de gestión II: Diseño y Gestión de Procesos de Negocios, una Ontología para Organizaciones Inteligentes*.

<https://books.google.at/books?id=ruMUEAAAQBAJ>

Ramos, E. (2021). *Modelo detección de SARS COV 2 (COVID-19) mediante un sistema experto basado en lógica difusa para dispositivos móviles* [Universidad Mayor de San Andrés].

<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/29641>

Rasinger, S. (2020). *La investigación cuantitativa en lingüística: Una introducción*. Ediciones

Akal. <https://books.google.at/books?id=0h4EEAAAQBAJ>

Redacción EC. (2022, junio 2). *Enfermedades respiratorias por cambio de clima: alertan que la automedicación puede ser mortal*. El Comercio Perú.

<https://elcomercio.pe/lima/enfermedades-respiratorias-por-cambio-de-clima-alertan-que-la-automedicacion-puede-ser-mortal-invierno-digemid-rmmn-noticia/?ref=ec>

Rodríguez, Y. (2020). *Metodología de la investigación*. Klik Editorial.

<https://books.google.at/books?id=x9s6EAAAQBAJ>

Sáenz, E. (2020). *Apocalipsis matemático*. Penguin Random House Grupo Editorial.

<https://books.google.at/books?id=XjHtDwAAQBAJ>

Sánchez, F. (2019). *Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: consensos y disensos*. Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria, 101–122.

<https://doi.org/10.19083/ridu.2019.644>

Sánchez, P. Ed. (2022). *Diseño y desarrollo de instrumentos en línea* (pp. 37-47). Centro de Estudios, Clínica e Investigación Psicoanalítica S.C.

https://books.google.at/books?id=_cSdEAAAQBAJ

Sinclair, D., & LaPlante, M. (2020). *Alarga tu esperanza de vida: Cómo la ciencia nos ayuda a controlar, frenar y revertir el proceso de envejecimiento*. Grijalbo.

<https://books.google.at/books?id=pEfRDwAAQBAJ>

Sociedad Argentina de Hematología. (2021). *Hematología: Número Educacional - XXV*

Congreso Argentino de Hematología. <https://books.google.at/books?id=Qp5MEAAAQBAJ>

- Solano, O., & Riascos, S. (2021). *Sistema de información contable en la era digital: Marco de referencia para su administración y control*. [Universidad del Valle].
<https://books.google.at/books?id=74hAEAAAQBAJ>
- Sosa, W. (2020). *Borges, big data y yo: Guía nerd (y un poco rea) para perderse en el laberinto borgeano*. Siglo XXI Editores. <https://books.google.at/books?id=WK8IEAAAQBAJ>
- Tabacchi, M., Tegolo, D., Cascio, D., Valenti, C., Sorce, S., Gentile, V., Taormina, V., Brusca, I., Magazzu, G., Giuliano, A., & Raso, G. (2022). A fuzzy-based clinical decision support system for coeliac disease. *IEEE access: practical innovations, open solutions*, 10, 102223–102236. <https://doi.org/10.1109/access.2022.3208903>
- Tito, N. (2021). *Sistema basado en conocimiento para el diagnóstico de patologías de la vesícula biliar* [Universidad Mayor de San Andrés].
<https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/27848>
- Topa, G., Moriano, J., Laguía, A., García, C., & Molero, F. (2022). *Psicología de las Organizaciones*. <https://books.google.at/books?id=8Cx1EAAAQBAJ>
- Torres, J., Vera, V., Zuzunaga, F., Talavera, J., & De La Cruz, J. (2022). *Content validity by expert judgment of an instrument to measure knowledge, attitudes and practices about salt consumption in the peruvian population*. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 22(2), 273–279. <https://doi.org/10.25176/rfmh.v22i2.4768>
- Valbuena, R. (2021). *Inteligencia Artificial: Investigación Científica Avanzada Centrada en Datos*. Centro de capacitación alternativa (Cencal) Fondo Editorial.
<https://books.google.at/books?id=SoMTEAAAQBAJ>

Yaya, J., & Angulo, E. 2020. *Diseño e implementación de un sistema experto para optimizar el control de plagas y enfermedades en el cultivo de la uva*. Ñawparisun - Revista de Investigación Científica. 3, 3 (1), 83–96. doi: 10.47190/nric.v3i1.130.

Zamarreño, G. (2020). *Fundamentos de comunicación y publicidad*. Elearning Editorial.
<https://books.google.at/books?id=2Cn-DwAAQBAJ>

Zapata, J., & Zamudio, M. (2021). *Razonamiento clínico en medicina II: hacia una definición integradora*. Iatreia, 34(4), 325–334. <https://doi.org/10.17533/udea.iatreia.103>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

TÍTULO: Sistema experto para el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud, Lima 2023				
AUTOR: Chávez Cañari, Diana Cecilia; García Obispo, Ángel Vicente				
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	DISEÑO METODOLÓGICO
<p>Problema general: ¿En qué medida un sistema experto mejora el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud, Lima 2023?</p> <p>Problemas específicos: PE1: ¿En qué medida un sistema experto mejora en el porcentaje de diagnósticos correctos durante el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud, Lima 2023? PE2: ¿En qué medida un sistema experto mejora el tiempo promedio de atención en consultorio durante el proceso de</p>	<p>Objetivo general: Determinar en qué medida un sistema experto mejora el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud.</p> <p>Objetivos específicos: OE1: Determinar en qué medida un sistema experto mejora el porcentaje de diagnósticos correctos durante el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud. OE2: Determinar en qué medida un sistema experto mejora el</p>	<p>Hipótesis general: El sistema experto optimiza el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud, Lima 2023.</p> <p>Hipótesis específicas: HE1: El sistema experto incrementa el porcentaje de diagnósticos correctos durante el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud, Lima 2023. HE2: El sistema experto reduce el tiempo promedio de atención en consultorio durante el proceso de diagnóstico de enfermedades</p>	<p>Variable independiente: Sistema experto</p> <p>Variable dependiente: Proceso de diagnóstico de enfermedades</p> <p>Dimensiones: Precisión diagnóstica Tiempo de consulta</p> <p>Indicadores: Porcentaje de diagnósticos correctos. Tiempo promedio de atención en consultorio.</p>	<p>Tipo de Investigación: Investigación de tipo aplicada.</p> <p>Método y diseño de la investigación: Diseño experimental, de tipo preexperimental con un método deductivo, hipotético y analítico.</p> <p>Población y Muestra: Comprende una muestra representativa 58 historias clínicas de pacientes con enfermedades respiratorias del universo integrado por 65 historias clínicas en una empresa de servicios de salud, Lima 2023.</p>

diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud, Lima 2023?	tiempo promedio de atención en consultorio durante el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud.	respiratorias en una empresa de servicios de salud, Lima 2023.		
--------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------	--	--

Anexo 2. Instrumentos**Figura 11**

Ficha de observación pre-test porcentaje de diagnóstico correcto

Ficha de observación							
Objetivo: Demostrar como la aplicación mejora el porcentaje de diagnósticos correctos							
Fórmula: $LR = (LR_{neg}/LR_{pos}) \cdot R$							
Sensibilidad (sens): Número de pacientes con el signo físico.							
R=Retorno(1=si, 2=no)							
Especificidad (esp): Número de pacientes sin el signo físico.							
LRpos: Probabilidad de un hallazgo en pacientes con enfermedad							
LRneg: Probabilidad de un hallazgo en pacientes sin enfermedad							
Pre Test							
ID	Fecha	Sensibilidad	Especificidad	LRpos	LRneg	R	LR (Ponderación diagnóstica)
1	31/05/2023	1	0	1	1	0	100%
2	31/05/2023	1	0	1	1	0	100%
3	3/06/2023	1	0	1	1	0	100%
4	3/06/2023	1	0	1	1	0	100%
5	3/06/2023	1	0	1	1	0	100%
6	5/06/2023	1	0	1	1	0	100%
7	5/06/2023	1	0	1	1	0	100%
8	5/06/2023	1	0	1	1	1	0%
9	5/06/2023	1	0	1	1	0	100%
10	7/06/2023	1	0	1	1	0	100%
11	7/06/2023	1	0	1	1	0	100%
12	7/06/2023	1	0	1	1	0	100%
13	10/06/2023	1	0	1	1	0	100%
14	10/06/2023	1	0	1	1	0	100%
15	10/06/2023	1	0	1	1	0	100%
16	10/06/2023	1	0	1	1	1	0%
17	12/06/2023	1	0	1	1	0	100%
18	12/06/2023	1	0	1	1	0	100%
19	12/06/2023	1	0	1	1	0	100%
20	12/06/2023	1	0	1	1	0	100%
21	14/06/2023	1	0	1	1	0	100%
22	14/06/2023	1	0	1	1	0	100%
23	14/06/2023	1	0	1	1	0	100%
24	14/06/2023	1	0	1	1	0	100%
25	17/06/2023	1	0	1	1	1	0%
26	17/06/2023	1	0	1	1	0	100%
27	17/06/2023	1	0	1	1	0	100%
28	17/06/2023	1	0	1	1	0	100%
29	19/06/2023	1	0	1	1	0	100%
						Promedio	90%

Figura 12*Ficha de observación post-test porcentaje de diagnóstico correcto*

Ficha de observación							
Objetivo: Demostrar como la aplicación mejora el porcentaje de diagnósticos correctos							
Fórmula: $LR = (LR_{neg}/LR_{pos}) \cdot R$							
Sensibilidad (sens): Número de pacientes con el signo físico.							
R=Retorno(1=si, 2=no)							
Especificidad (esp): Número de pacientes sin el signo físico.							
LRpos: Probabilidad de un hallazgo en pacientes con enfermedad							
LRneg: Probabilidad de un hallazgo en pacientes sin enfermedad							
Post Test							
ID	Fecha	Sensibilidad	Especificidad	LRpos	LRneg	R	LR (Ponderación diagnóstica)
1	30/06/2023	1	0	1	1	0	100%
2	30/06/2023	1	0	1	1	1	0%
3	3/07/2023	1	0	1	1	0	100%
4	3/07/2023	1	0	1	1	0	100%
5	3/07/2023	1	0	1	1	0	100%
6	5/07/2023	1	0	1	1	0	100%
7	5/07/2023	1	0	1	1	0	100%
8	5/07/2023	1	0	1	1	0	100%
9	5/07/2023	1	0	1	1	0	100%
10	7/07/2023	1	0	1	1	0	100%
11	7/07/2023	1	0	1	1	0	100%
12	7/07/2023	1	0	1	1	0	100%
13	10/07/2023	1	0	1	1	0	100%
14	10/07/2023	1	0	1	1	0	100%
15	10/07/2023	1	0	1	1	0	100%
16	10/07/2023	1	0	1	1	0	100%
17	12/07/2023	1	0	1	1	0	100%
18	12/07/2023	1	0	1	1	0	100%
19	12/07/2023	1	0	1	1	0	100%
20	12/07/2023	1	0	1	1	0	100%
21	14/07/2023	1	0	1	1	0	100%
22	14/07/2023	1	0	1	1	0	100%
23	14/07/2023	1	0	1	1	0	100%
24	14/07/2023	1	0	1	1	0	100%
25	17/07/2023	1	0	1	1	0	100%
26	17/07/2023	1	0	1	1	0	100%
27	17/07/2023	1	0	1	1	0	100%
28	17/07/2023	1	0	1	1	0	100%
29	19/07/2023	1	0	1	1	0	100%
						Promedio	97%

Figura 13*Ficha de observación pre-test tiempo promedio de atención en consultorio*

Ficha de observación				
Objetivo: Demostrar cómo la aplicación mejora el promedio de atención en consultorio				
Formula ---> TPAC= HFD-HID				
HID: Hora de inicio de diagnóstico				
HFD: Hora fin de diagnóstico				
TPAC: Tiempo promedio de atención en consultorio				
Pre Test				
ID	Fecha	HID	HFD	TD= HFD-HID
1	31/05/2023	18:48	19:14	0:25:35
2	31/05/2023	19:15	19:35	0:19:33
3	3/06/2023	20:20	20:42	0:21:11
4	3/06/2023	20:45	21:10	0:25:34
5	3/06/2023	21:13	21:37	0:24:11
6	5/06/2023	17:56	18:20	0:23:56
7	5/06/2023	18:23	18:48	0:25:33
8	5/06/2023	18:51	19:12	0:20:35
9	5/06/2023	19:15	19:38	0:23:13
10	7/06/2023	19:49	20:15	0:25:31
11	7/06/2023	20:18	20:42	0:24:14
12	7/06/2023	20:45	21:09	0:24:04
13	10/06/2023	18:36	19:02	0:25:40
14	10/06/2023	19:05	19:25	0:20:38
15	10/06/2023	19:28	19:51	0:23:14
16	10/06/2023	19:54	20:20	0:25:41
17	12/06/2023	17:51	18:19	0:27:27
18	12/06/2023	18:22	18:43	0:21:45
19	12/06/2023	18:46	19:10	0:23:18
20	12/06/2023	19:13	19:38	0:25:38
21	14/06/2023	19:03	19:27	0:23:11
22	14/06/2023	19:30	19:53	0:23:58
23	14/06/2023	19:56	20:22	0:25:34
24	14/06/2023	20:25	20:46	0:20:36
25	17/06/2023	18:03	18:27	0:23:13
26	17/06/2023	18:30	18:55	0:25:37
27	17/06/2023	18:58	19:25	0:27:12
28	17/06/2023	19:28	19:52	0:24:00
29	19/06/2023	18:43	19:07	0:23:06
Promedio				00:23:54

El total de los tiempos se obtuvo con las fichas que a continuación se mencionan: HFEM

= TEM + TDD + TTT

Figura 14

Ficha de observación pre-test tiempo de evaluación médica

Ficha de observación				
Objetivo: Demostrar cómo la aplicación mejora el promedio de atención en consultorio				
Formula --> TEM= HFEM-HIEM				
HIEM: Hora de inicio de evaluación médica.				
HFEM: Hora fin de evaluación medica				
TEM: Tiempo de evaluación medica				
Pre Test				
ID	Fecha	HIEM	HFEM	TEM = HFEM-HIEM
1	31/05/2023	18:48	19:06	0:17:55
2	31/05/2023	19:15	19:29	0:13:41
3	3/06/2023	20:20	20:35	0:14:50
4	3/06/2023	20:45	21:02	0:17:54
5	3/06/2023	21:13	21:30	0:16:56
6	5/06/2023	17:56	18:12	0:16:45
7	5/06/2023	18:23	18:40	0:17:53
8	5/06/2023	18:51	19:05	0:14:24
9	5/06/2023	19:15	19:31	0:16:15
10	7/06/2023	19:49	20:07	0:17:52
11	7/06/2023	20:18	20:34	0:16:58
12	7/06/2023	20:45	21:02	0:16:51
13	10/06/2023	18:36	18:54	0:17:58
14	10/06/2023	19:05	19:19	0:14:27
15	10/06/2023	19:28	19:44	0:16:16
16	10/06/2023	19:54	20:12	0:17:59
17	12/06/2023	17:51	18:10	0:19:13
18	12/06/2023	18:22	18:37	0:15:14
19	12/06/2023	18:46	19:03	0:16:19
20	12/06/2023	19:13	19:31	0:17:57
21	14/06/2023	19:03	19:20	0:16:14
22	14/06/2023	19:30	19:48	0:16:47
23	14/06/2023	19:56	20:14	0:17:54
24	14/06/2023	20:25	20:39	0:14:25
25	17/06/2023	18:03	18:20	0:16:15
26	17/06/2023	18:30	18:47	0:17:56
27	17/06/2023	18:58	19:17	0:19:02
28	17/06/2023	19:28	19:45	0:16:48
29	19/06/2023	18:43	19:00	0:16:10
Promedio				0:16:44

Figura 15

Ficha de observación pre-test tiempo de determinar el diagnóstico

Ficha de observación				
Objetivo: Demostrar cómo la aplicación mejora el promedio de atención en el consultorio.				
Formula ---> TDD= HFDD-HIDD				
HIDD: Hora de determinar el diagnóstico				
HFDD: Hora fin de determinar el diagnóstico				
TDD: Tiempo de determinar el diagnóstico				
Pre Test				
ID	Fecha	HIDD	HFDD	TDD = HFDD-HIDD
1	31/05/2023	19:06	19:10	0:03:50
2	31/05/2023	19:29	19:32	0:02:56
3	3/06/2023	20:35	20:38	0:03:11
4	3/06/2023	21:02	21:06	0:03:50
5	3/06/2023	21:30	21:34	0:03:38
6	5/06/2023	18:12	18:16	0:03:35
7	5/06/2023	18:40	18:44	0:03:50
8	5/06/2023	19:05	19:09	0:03:05
9	5/06/2023	19:31	19:34	0:03:29
10	7/06/2023	20:07	20:11	0:03:50
11	7/06/2023	20:34	20:38	0:03:38
12	7/06/2023	21:02	21:05	0:03:37
13	10/06/2023	18:54	18:58	0:03:51
14	10/06/2023	19:19	19:22	0:03:06
15	10/06/2023	19:44	19:48	0:03:29
16	10/06/2023	20:12	20:16	0:03:51
17	12/06/2023	18:10	18:14	0:04:07
18	12/06/2023	18:37	18:40	0:03:16
19	12/06/2023	19:03	19:06	0:03:30
20	12/06/2023	19:31	19:34	0:03:51
21	14/06/2023	19:20	19:23	0:03:29
22	14/06/2023	19:46	19:50	0:03:36
23	14/06/2023	20:14	20:18	0:03:50
24	14/06/2023	20:39	20:43	0:03:05
25	17/06/2023	18:20	18:23	0:03:29
26	17/06/2023	18:47	18:51	0:03:51
27	17/06/2023	19:17	19:21	0:04:05
28	17/06/2023	19:45	19:49	0:03:36
29	19/06/2023	19:00	19:03	0:03:28
Promedio				0:03:35

Figura 16*Ficha de observación pre-test tiempo de tratamiento médico*

Ficha de observación				
Objetivo: Demostrar cómo la aplicación mejora el promedio de atención en el consultorio.				
Formula --> TTT= HFTT-HITT				
HITT: Hora de inicio de tratamiento médico				
HFTT: Hora fin de tratamiento médico				
TTT: Tiempo de tratamiento médico				
Pre Test				
ID	Fecha	HITT	HFTT	TTT = HFTT-HITT
1	31/05/2023	19:10	19:14	0:03:50
2	31/05/2023	19:32	19:35	0:02:56
3	3/06/2023	20:38	20:42	0:03:11
4	3/06/2023	21:06	21:10	0:03:50
5	3/06/2023	21:34	21:37	0:03:38
6	5/06/2023	18:16	18:20	0:03:35
7	5/06/2023	18:44	18:48	0:03:50
8	5/06/2023	19:09	19:12	0:03:05
9	5/06/2023	19:34	19:38	0:03:29
10	7/06/2023	20:11	20:15	0:03:50
11	7/06/2023	20:38	20:42	0:03:38
12	7/06/2023	21:05	21:09	0:03:37
13	10/06/2023	18:58	19:02	0:03:51
14	10/06/2023	19:22	19:25	0:03:06
15	10/06/2023	19:48	19:51	0:03:29
16	10/06/2023	20:16	20:20	0:03:51
17	12/06/2023	18:14	18:19	0:04:07
18	12/06/2023	18:40	18:43	0:03:16
19	12/06/2023	19:06	19:10	0:03:30
20	12/06/2023	19:34	19:38	0:03:51
21	14/06/2023	19:23	19:27	0:03:29
22	14/06/2023	19:50	19:53	0:03:36
23	14/06/2023	20:18	20:22	0:03:50
24	14/06/2023	20:43	20:46	0:03:05
25	17/06/2023	18:23	18:27	0:03:29
26	17/06/2023	18:51	18:55	0:03:51
27	17/06/2023	19:21	19:25	0:04:05
28	17/06/2023	19:49	19:52	0:03:36
29	19/06/2023	19:03	19:07	0:03:28
Promedio				0:03:35

Figura 17

Ficha de observación post-test tiempo promedio de atención en consultorio

Ficha de observación				
Objetivo: Demostrar cómo la aplicación mejora el promedio de atención en consultorio				
Formula ---> TPAC= HFD-HID				
HID: Hora de inicio de diagnóstico				
HFD: Hora fin de diagnóstico				
TPAC: Tiempo promedio de atención en consultorio				
Post Test				
ID	Fecha	HID	HFD	TPAC= HFD-HID
1	30/06/2023	19:13	19:25	0:11:16
2	30/06/2023	19:31	19:46	0:14:05
3	3/07/2023	20:41	20:53	0:11:17
4	3/07/2023	21:03	21:16	0:12:12
5	3/07/2023	21:20	21:33	0:12:11
6	5/07/2023	18:17	18:31	0:13:07
7	5/07/2023	18:37	18:49	0:11:15
8	5/07/2023	18:55	19:09	0:13:11
9	5/07/2023	19:14	19:29	0:14:06
10	7/07/2023	20:13	20:26	0:12:14
11	7/07/2023	20:31	20:46	0:14:07
12	7/07/2023	20:53	21:05	0:11:14
13	10/07/2023	19:01	19:13	0:11:13
14	10/07/2023	19:19	19:34	0:14:08
15	10/07/2023	19:44	19:56	0:11:12
16	10/07/2023	20:00	20:14	0:13:11
17	12/07/2023	18:18	18:30	0:11:09
18	12/07/2023	18:35	18:50	0:14:09
19	12/07/2023	18:59	19:11	0:11:08
20	12/07/2023	19:15	19:30	0:14:10
21	14/07/2023	19:25	19:38	0:12:15
22	14/07/2023	19:43	19:55	0:11:06
23	14/07/2023	19:58	20:12	0:13:08
24	14/07/2023	20:17	20:29	0:11:05
25	17/07/2023	18:23	18:38	0:14:01
26	17/07/2023	18:44	18:58	0:13:01
27	17/07/2023	19:04	19:17	0:12:50
28	17/07/2023	19:26	19:40	0:13:07
29	19/07/2023	19:04	19:18	0:13:15
Promedio				0:12:34

Figura 18

Ficha de observación post-test tiempo de evaluación médica

Ficha de observación				
Objetivo: Demostrar cómo la aplicación mejora el promedio de atención en consultorio				
Formula ---> TEM= HFEM-HIEM				
HIEM: Hora de inicio de evaluación médica.				
HFEM: Hora fin de evaluación medica				
TEM: Tiempo de evaluación medica				
Post Test				
ID	Fecha	HIEM	HFEM	TEM = HFEM-HIEM
1	30/06/2023	19:13:44	19:22:24	00:08:40
2	30/06/2023	19:31:55	19:42:45	00:10:50
3	3/07/2023	20:41:43	20:50:23	00:08:40
4	3/07/2023	21:03:48	21:13:11	00:09:23
5	3/07/2023	21:20:49	21:30:11	00:09:22
6	5/07/2023	18:17:53	18:27:58	00:10:05
7	5/07/2023	18:37:45	18:46:24	00:08:39
8	5/07/2023	18:55:49	19:05:57	00:10:08
9	5/07/2023	19:14:54	19:25:44	00:10:50
10	7/07/2023	20:13:46	20:23:10	00:09:24
11	7/07/2023	20:31:53	20:42:44	00:10:51
12	7/07/2023	20:53:46	21:02:24	00:08:38
13	10/07/2023	19:01:47	19:10:24	00:08:37
14	10/07/2023	19:19:52	19:30:44	00:10:52
15	10/07/2023	19:44:48	19:53:25	00:08:37
16	10/07/2023	20:00:49	20:10:57	00:10:08
17	12/07/2023	18:18:51	18:27:25	00:08:34
18	12/07/2023	18:35:51	18:46:44	00:10:53
19	12/07/2023	18:59:52	19:08:25	00:08:33
20	12/07/2023	19:15:50	19:26:43	00:10:53
21	14/07/2023	19:25:45	19:35:10	00:09:25
22	14/07/2023	19:43:54	19:52:26	00:08:32
23	14/07/2023	19:58:52	20:08:58	00:10:06
24	14/07/2023	20:17:55	20:26:26	00:08:31
25	17/07/2023	18:23:59	18:34:45	00:10:46
26	17/07/2023	18:44:59	18:54:59	00:10:00
27	17/07/2023	19:04:10	19:14:02	00:09:52
28	17/07/2023	19:26:53	19:36:58	00:10:05
29	19/07/2023	19:04:45	19:14:56	00:10:11
Promedio				00:10:09

Figura 19*Ficha de observación post-test tiempo de determinar el diagnóstico*

Ficha de observación				
Objetivo: Demostrar cómo la aplicación mejora el promedio de atención en el consultorio.				
Formula ---> TDD= HFDD-HIDD				
HIDD: Hora de determinar el diagnóstico				
HFDD: Hora fin de determinar el diagnóstico				
TDD: Tiempo de determinar el diagnóstico				
Post Test				
ID	Fecha	HIDD	HFDD	TDD = HFDD-HIDD
1	30/06/2023	19:22:24	19:22:26	0:00:02
2	30/06/2023	19:42:45	19:42:46	0:00:01
3	3/07/2023	20:50:23	20:50:25	0:00:02
4	3/07/2023	21:13:11	21:13:13	0:00:02
5	3/07/2023	21:30:11	21:30:14	0:00:03
6	5/07/2023	18:27:58	18:27:59	0:00:01
7	5/07/2023	18:46:24	18:46:25	0:00:01
8	5/07/2023	19:05:57	19:05:59	0:00:02
9	5/07/2023	19:25:44	19:25:46	0:00:02
10	7/07/2023	20:23:10	20:23:12	0:00:02
11	7/07/2023	20:42:44	20:42:45	0:00:01
12	7/07/2023	21:02:24	21:02:25	0:00:01
13	10/07/2023	19:10:24	19:10:26	0:00:02
14	10/07/2023	19:30:44	19:30:45	0:00:01
15	10/07/2023	19:53:25	19:53:28	0:00:03
16	10/07/2023	20:10:57	20:10:58	0:00:01
17	12/07/2023	18:27:25	18:27:26	0:00:01
18	12/07/2023	18:46:44	18:46:45	0:00:01
19	12/07/2023	19:08:25	19:08:28	0:00:03
20	12/07/2023	19:26:43	19:26:45	0:00:02
21	14/07/2023	19:35:10	19:35:12	0:00:02
22	14/07/2023	19:52:26	19:52:27	0:00:01
23	14/07/2023	20:08:58	20:08:59	0:00:01
24	14/07/2023	20:26:26	20:26:28	0:00:02
25	17/07/2023	18:34:45	18:34:48	0:00:03
26	17/07/2023	18:54:59	18:54:59	0:00:00
27	17/07/2023	19:14:02	19:14:05	0:00:03
28	17/07/2023	19:36:58	19:36:59	0:00:01
29	19/07/2023	19:14:56	19:14:59	0:00:03
Promedio				0:00:01

Figura 20*Ficha de observación post-test tiempo de tratamiento médico*

Ficha de observación				
Objetivo: Demostrar cómo la aplicación mejora el promedio de atención en el consultorio.				
Formula ---> TTT= HFTT-HITT				
HITT: Hora de inicio de tratamiento médico				
HFTT: Hora fin de tratamiento médico				
TTT: Tiempo de tratamiento médico				
Post Test				
ID	Fecha	HITT	HFTT	TTT = HFTT-HITT
1	30/06/2023	19:22:26	19:25:00	0:02:34
2	30/06/2023	19:42:46	19:46:00	0:03:14
3	3/07/2023	20:50:25	20:53:00	0:02:35
4	3/07/2023	21:13:13	21:16:00	0:02:47
5	3/07/2023	21:30:14	21:33:00	0:02:46
6	5/07/2023	18:27:61	18:31:02	0:03:01
7	5/07/2023	18:46:25	18:49:00	0:02:35
8	5/07/2023	19:05:60	19:09:01	0:03:01
9	5/07/2023	19:25:46	19:29:00	0:03:14
10	7/07/2023	20:23:12	20:26:00	0:02:48
11	7/07/2023	20:42:45	20:46:00	0:03:15
12	7/07/2023	21:02:25	21:05:00	0:02:35
13	10/07/2023	19:10:26	19:13:00	0:02:34
14	10/07/2023	19:30:45	19:34:00	0:03:15
15	10/07/2023	19:53:28	19:56:00	0:02:32
16	10/07/2023	20:10:60	20:14:02	0:03:02
17	12/07/2023	18:27:26	18:30:00	0:02:34
18	12/07/2023	18:46:45	18:50:00	0:03:15
19	12/07/2023	19:08:28	19:11:00	0:02:32
20	12/07/2023	19:26:45	19:30:00	0:03:15
21	14/07/2023	19:35:12	19:38:00	0:02:48
22	14/07/2023	19:52:27	19:55:00	0:02:33
23	14/07/2023	20:08:61	20:12:02	0:03:01
24	14/07/2023	20:26:28	20:29:00	0:02:32
25	17/07/2023	18:34:48	18:38:00	0:03:12
26	17/07/2023	18:54:62	18:58:03	0:03:01
27	17/07/2023	19:14:5	19:17:00	0:02:55
28	17/07/2023	19:36:61	19:40:02	0:03:01
29	19/07/2023	19:14:59	19:18:00	0:03:01
Promedio				0:02:53

Anexo 3. Formato para validar los instrumentos de medición a través de juicio de expertos

Documentos para validar los instrumentos de medición a través de juicio de expertos

CARTA DE PRESENTACIÓN

Magíster/Doctor: Mónica Díaz Reátegui

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y, asimismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante del programa del curso extracurricular de investigación formativa requiero validar los instrumentos a fin de recoger la información necesaria para desarrollar mi investigación, con la cual optaré el grado de Ingeniero de Sistemas.

El título nombre de mi proyecto de investigación es “Sistema experto para mejorar el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud, Lima 2023” y, debido a que es imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, antesu connotada experiencia en temas de Ingeniería.

El expediente de validación que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación
- Matriz de consistencia (anexo 1)
- Matriz de operacionalización de las variables
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos
- Instrumentos de recolección de datos

Expresándole los sentimientos de respeto y consideración, me despido de usted, no sin antes agradecer por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



Nombre: Diana Cecilia Chávez Cañari

DNI: 41951863

Documentos para validar los instrumentos de medición a través de juicio de expertos

CARTA DE PRESENTACIÓN

Magíster/Doctor: Mónica Díaz Reátegui

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y, asimismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante del programa del curso extracurricular de investigación formativa requiero validar los instrumentos a fin de recoger la información necesaria para desarrollar mi investigación, con la cual optaré el grado de Ingeniero de Sistemas.

El título nombre de mi proyecto de investigación es “Sistema experto para mejorar el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias en una empresa de servicios de salud, Lima 2023” y, debido a que es imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, antesu connotada experiencia en temas de Ingeniería.

El expediente de validación que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación
- Matriz de consistencia (anexo 1)
- Matriz de operacionalización de las variables
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos
- Instrumentos de recolección de datos

Expresándole los sentimientos de respeto y consideración, me despido de usted, no sin antes agradecer por la atención que dispense a la presente.

Atentamente,



Nombre: Ángel Vicente García Obispo

DNI: 47819552

Matriz de operacionalización de la variable

Variable 2: Proceso de diagnóstico de enfermedades

Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa
D1: Precisión diagnóstica	La precisión diagnóstica es la capacidad de una prueba diagnóstica para producir los mismos resultados cada vez que se aplica en condiciones similares. Además, se puede expresar de muchas maneras, en términos de valor predictivo positivo y negativo, niveles de sensibilidad y especificidad, y razones de probabilidad (Cleland et al., 2022).	La estimación de la precisión diagnóstica determina la probabilidad de que una enfermedad esté presente usando los coeficientes de verosimilitud de acuerdo con los hallazgos físicos que suman a favor de la enfermedad.	Porcentaje de diagnósticos correctos	$LR = \frac{LR_{pos}}{LR_{neg}}$ LR: Ponderación diagnóstica Sensibilidad (sens): Número de pacientes con el signo físico. Especificidad (esp): Número de pacientes sin el signo físico. LR_{pos}: Probabilidad de un hallazgo en pacientes con enfermedad LR_{neg}: Probabilidad de un hallazgo en pacientes sin enfermedad	Porcentaje
D2: Tiempo de consulta	La duración de una consulta médica se define como el período de tiempo que transcurre entre el momento en que se recibe a un paciente y se despide de la oficina. Este período cae dentro de los flujos de trabajo, o el orden de las tareas que tienen lugar durante una visita de atención primaria (Sociedad Argentina de Hematología, 2021).	El tiempo de consulta se encuentra conformado por el tiempo de duración de la evaluación médico, el tiempo de duración para determinar el diagnóstico y el tiempo de duración de las indicaciones del tratamiento.	Tiempo promedio de atención en consultorio	$TPAC = \frac{\sum TC}{NP}$ TPAC: Tiempo promedio de atención de paciente en consultorio $\sum TC$: Suma de los tiempos en el consultorio de las atenciones realizadas. NP: Número de pacientes atendidos. Nota: todos los tiempos en segundos.	Razón

**SISTEMA EXPERTO PARA MEJORAR EL PROCESO DE DIAGNÓSTICO DE
ENFERMEDADES RESPIRATORIAS EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS DE SALUD,
LIMA 2023**

N ^a	Dimensiones / ítems Sugerencias	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencia
Variable 2: proceso de diagnóstico de enfermedades								
DIMENSIÓN 1:		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Precisión diagnóstica								
1	Porcentaje de diagnósticos correctos $LR = \frac{LR_{pos}}{LR_{neg}}$	X		X		X		
DIMENSIÓN 2:		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
Tiempo de atención								
2	Tiempo de promedio de atención en consultorio $TPAC = \frac{\sum TC}{NP}$	X		X		X		

LR: Ponderación diagnóstica.

LR_{pos}: Probabilidad de un hallazgo en pacientes con enfermedad.

LR_{neg}: Probabilidad de un hallazgo en pacientes sin enfermedad.

TPAC: Tiempo promedio de atención de paciente en consultorio.

$\sum TC$: Suma de los tiempos en el consultorio de las atenciones realizadas.

NP: Número de pacientes atendidos.

¹**Pertinencia:** el ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** el ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

³**Claridad:** se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota. Suficiencia: se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable

Aplicable después de corregir []

No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Dr. Díaz Reátegui, Mónica

DNI: 09537647

Correo electrónico institucional: monica.diaz@uwiener.edu.pe

Especialidad del validador: Ingeniero de Computación e Informática

Metodólogo []

Temático

Estadístico []

20 de julio de 2023



Firma del experto informante

¹**Pertinencia:** el ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** el ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

³**Claridad:** se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota. Suficiencia: se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [X]

Aplicable después de corregir []

No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Mg. Menacho Navarrete, Karem

DNI: 24002602

Correo electrónico institucional: karem.menacho@uwiener.edu.pe

Especialidad del validador: Ingeniero de Computación e Informática

Metodólogo []

Temático [X]

Estadístico []

20 de julio de 2023


Firma del experto informante

¹ **Pertinencia:** el ítem corresponde al concepto teórico formulado.

² **Relevancia:** el ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

³ **Claridad:** se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota. Suficiencia: se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable [X]

Aplicable después de corregir []

No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Mg. Walter Amador Chávez Alvarado

DNI: 09731774

Correo electrónico institucional: walter.chavez@uwiener.edu.pe

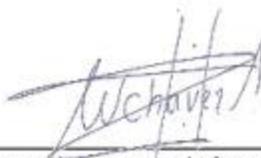
Especialidad del validador: Ingeniero de Computación e Informática

Metodólogo []

Temático [X]

Estadístico []

20 de julio de 2023



Firma del experto informante

Anexo 5: Carta de Empresa que autoriza la realización de la Empresa

Policlinico Virgen de Guadalupe

El que suscribe en Policlinico Virgen de Guadalupe

Consta que:

El Sr. Angel Vicente, Garcia Obispo con DNI 47819552 y la Sra. Diana, Chavez Cañari con DNI 41951863, se encuentra desarrollando su tesis en nuestra empresa, titulada Sistema experto para diagnóstico de enfermedades respiratorio en el Policlinico Virgen de Guadalupe, según los requerimientos especificados, para ayudar a que este proceso se optimice.

El sistema experto brindará el apoyo para la detección de enfermedades respiratorias.

Se emite esta constancia para los fines que el alumno crea conveniente.

CORPORACION VIRGEN DE GUADALUPE

DR. VICTOR CUYA LEVANO
SALUD OCUPACIONAL Y AMBIENTAL

Victor Cuya Levano
Gerente General

Anexo 6: Reporte de similitud de Turnitin

NOMBRE DEL TRABAJO

**DT_B8_Chávez_Cañari_&_García_Obispo
_21_setiembre2023[MD]_FINAL.docx**

RECuento DE PALABRAS

24602 Words

RECuento DE CARACTERES

138841 Characters

RECuento DE PÁGINAS

148 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

5.9MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 28, 2023 1:01 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 28, 2023 1:03 PM GMT-5

● **12% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 12% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

Anexo 7: Desarrollo de la metodología I.D.E.A.L

Fase I - Identificación de la tarea.

Etapa 1 - Plan de requisitos y adquisición de conocimientos

A. Objetivos del sistema

Objetivo general:

Optimizar el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias.

Objetivos específicos:

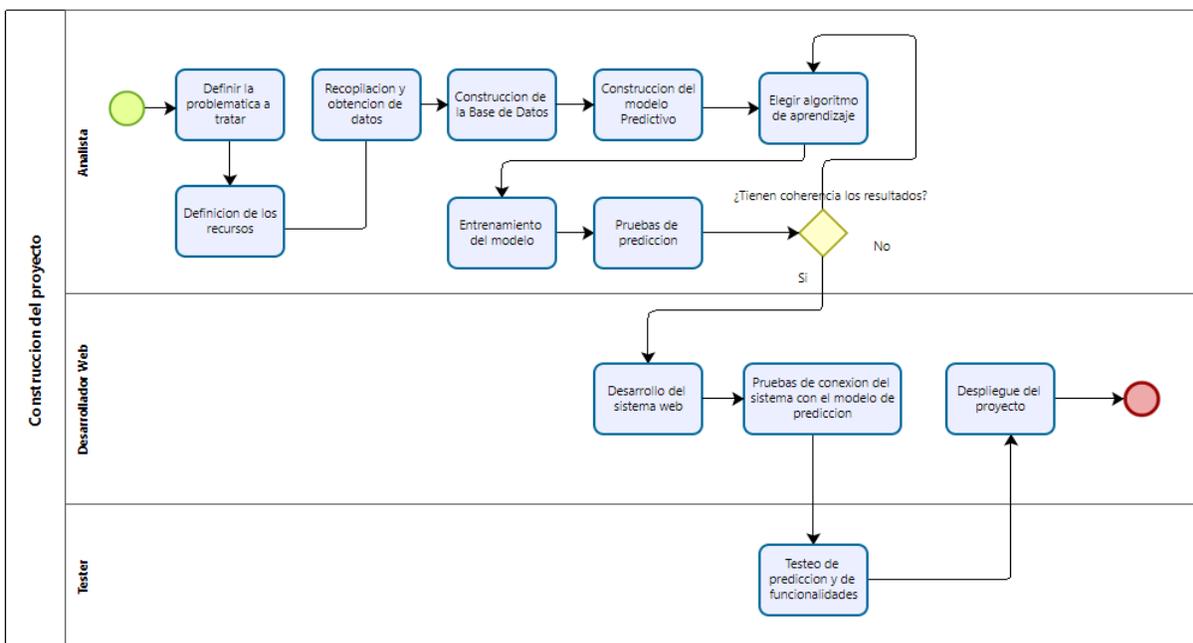
- Facilitar la toma de decisiones en el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias.
- Incrementar la eficiencia en el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias.
- Incrementar la productividad en proceso de diagnóstico de pacientes con enfermedades respiratorias.

B. La adquisición de conocimientos: se obtuvo al entrevistar al experto Dr. Victor Cuya Levano con la finalidad de poder confeccionar el plan de requisitos del sistema basados en sus necesidades y en los objetivos que se espera alcanzar con el sistema. En las entrevistas con el experto se consultó acerca del proceso de diagnóstico de las enfermedades respiratorias que son objeto del presente estudio. La información se encuentra más detallada en la fase II.

C. Diagrama de flujo del proceso de construcción del proyecto: El diagrama de flujo muestra las tareas o actividades que estuvieron involucradas en el desarrollo del sistema experto.

Figura 21

Diagrama del flujo: Construcción del proyecto



En la figura 21 se observa cada una de las tareas asignadas a cada uno de los actores para desarrollar el proyecto.

Etapa 2 - Evaluación y selección de la tarea

Estudio de viabilidad.

Este estudio sirve para determinar si el problema se puede resolver utilizando técnicas INCO.

Por ello, el ingeniero del conocimiento debe asignar valores a un conjunto de características que componen la prueba en cuestión.

Valoración de las características

Este método tiene en cuenta los valores lingüísticos, booleanos y numéricos que se muestran a continuación:

Valores lingüísticos

Cada valor lingüístico está asociado con un intervalo difuso determinado por los puntos angulares vinculados en la siguiente tabla:

Tabla 14

Valores lingüísticos

Valor lingüístico		Intervalo de valores		
Nada	0	0	1.2	2.2
Poco	1.2	2.2	3.4	4.4
Regular	3.4	4.4	5.6	6.6
Mucho	5.6	6.6	7.8	8.8
Todo	7.8	8.8	10	10

Nota: Representación de los puntajes según su valor lingüístico en un intervalo de [0-10]. Tomado de “Creación de un sistema experto para asistir al ingeniero en software en la elaboración de documentos de requerimientos” por Corral y Carrillo, 2015.

Valores booleanos

La siguiente tabla define puntuaciones angulares para valores booleanos:

Tabla 15

Valores booleanos

Valor booleano		Valor numérico		
Sí	10	10	10	10
No	0	0	0	0

Nota: Representación de los puntajes según su valor booleano. Tomado de “Creación de un sistema experto para asistir al ingeniero en software en la elaboración de documentos de requerimientos” por Corral y Carrillo, 2015.

Valores numéricos

Se toma el mismo valor para los cuatro puntos angulares, que coincide con el numérico.

La métrica

La media armónica es la métrica sugerida para el estudio de viabilidad según la metodología

I.D.E.A.L. y el valor del I_d para cada dimensión se determina mediante la siguiente fórmula:

$$I_d = \frac{1}{2} \frac{\sum_{i=1}^{n_d} P_{d_i}}{\sum_{i=1}^{n_d} \frac{P_{d_i}}{C_{d_i}}} + \frac{1}{2} \frac{\sum_{i=1}^{n_d} P_{d_i} C_{d_i}}{\sum_{i=1}^{n_d} P_{d_i}}$$

Donde:

I_d : representa el intervalo difuso calculado para la dimensión d (usando como nomenclatura ‘P’ para plausibilidad, ‘A’ para adecuación y ‘E’ para criterio de éxito).

P_{d_i} : representa el peso de la característica i perteneciente a la dimensión d.

C_{d_i} : representa el intervalo difuso asignado a la característica i perteneciente a la dimensión d.

n_d : representa la cantidad

Dicha ecuación se aplica para las características de las dimensiones: plausibilidad, adecuación y éxito. Sin embargo, en el caso de la dimensión justificación se selecciona el valor más alto asignado a las características, seguido del cálculo de la aproximación numérica de los intervalos difusos y luego se elige el máximo.

La media aritmética se usa para convertir los valores del intervalo en un solo valor numérico (V_d), y está determinado por la siguiente fórmula:

$$V_d = \frac{\sum_{i=1}^4 I_{d_i}}{4}$$

Donde:

V_d : representa el valor numérico calculado para la dimensión d.

I_{d_i} : representa el valor de la posición i del intervalo difuso calculado para la dimensión d.

El cálculo del test de viabilidad del proyecto utiliza la media aritmética ponderada de los valores obtenidos para cada dimensión con los siguientes pesos:

Tabla 16*Pesos de cada dimensión*

Dimensión	Peso
Plausibilidad	9
Adecuación	7
Justificación	4
Éxito	7

La media aritmética ponderada del análisis de las dimensiones del sistema debe ser igual o superior a 6 para que el proyecto sea viable.

A continuación, se analizan las variables que propone la metodología I.D.E.A.L. en su test de viabilidad.

1. Dimensión de la Plausibilidad: Se evalúa a partir de la INCO para ver si tiene los requisitos necesarios para resolver el problema.

Característica 1. Los especialistas necesarios para resolver el problema están presentes, son accesibles y útiles.

Análisis. Se cuenta con el apoyo de expertos con una amplia experiencia en diagnosticar enfermedades respiratorias y en el desarrollo e implementación del sistema experto.

Valor: Sí

Característica 2. Existen casos de prueba en donde se observa cómo los expertos solucionan el problema.

Análisis. Existe la documentación referente al análisis y al proceso de resolución del problema; además, se cuenta con información proporcionada por el experto.

Valor: 8

2. Dimensión de Adecuación: Determinar si las características de la INCO en realidad permiten solucionar el problema.

Característica 1. Los humanos pueden transferir conocimientos entre sí.

Análisis. Se cuenta con el experto que es un médico Neumólogo que tiene una vasta experiencia en diagnosticar enfermedades respiratorias con el que se ha podido realizar las entrevistas para poder recabar la información necesaria.

Valor: Mucho

Característica 2. Se requiere experiencia para la tarea.

Análisis: El éxito del proyecto depende crucialmente de la experiencia.

Valor: Mucho

3. Dimensión de Justificación: Sirve para evaluar si se justifica usar la INCO para abordar el problema.

Característica 1. El sistema soluciona una tarea valiosa e importante.

Análisis. El sistema sirve para apoyar el proceso de diagnóstico de enfermedades respiratorias, un proceso es de gran importancia para detectar la enfermedad que presenta un paciente, de manera que el proceso sea más eficiente y rápido para que el médico tenga la información necesaria que permita conocer el estado de salud en el que se encuentra el paciente a fin de poder tomar decisiones estructuradas y sintetizadas oportunamente.

Valor: Mucho

4. Dimensión de Éxito: En esta dimensión se evalúa aquellas características que aseguran la culminación exitosa del proyecto.

Característica 1. Se tiene la ubicación adecuada para el sistema experto.

Análisis. Se procura que el sistema experto sea una herramienta de apoyo para el personal médico y a los pacientes en el diagnóstico de enfermedades respiratorias.

Valor: Regular

Característica 2. Se puede desarrollar e implementar el sistema con los recursos humanos, hardware y software disponibles.

Análisis. Entre los recursos humanos con los que se dispone se encuentra el ingeniero del conocimiento y el experto. En lo concerniente al software, Azure Machine Learning Studio (Classic) no necesita licencia y en lo relacionado al hardware se cuenta con los componentes adecuados para el desarrollo del sistema.

Valor: Todo

Característica 3. Los objetivos del sistema son comprensibles y calificables.

Análisis. Tanto el objetivo general como los objetivos específicos del sistema se encuentran claramente definidos.

Valor: Mucho

Establecer el valor de las dimensiones

Tabla 17

Valoración detallada de cada dimensión

Denominación de la característica	Categoría	Dimensión	Peso (P)	Tipo	Naturaleza	Umbral	Valor
Los especialistas necesarios para resolver el problema están presentes, son accesibles y útiles.	Experto	P1	10	Esencial	Booleana	Sí	Sí

Existen casos de prueba en donde se observa cómo los expertos solucionan el problema.	Tarea	P2	10	Esencial	Numérica	Sí	8
Los humanos pueden transferir conocimientos entre sí.	Tarea	A1	7	Deseable	Difusa	No	Mucho
Se requiere experiencia para la tarea.	Tarea	A2	10	Deseable	Difusa	No	Mucho
El sistema soluciona una tarea valiosa e importante.	Tarea	J1	8	Deseable	Difusa	No	Mucho
Se tiene la ubicación adecuada para el sistema experto.	Directivos /Usuarios	E1	7	Deseable	Difusa	No	Regular
Se puede desarrollar e implementar el sistema con los recursos humanos, hardware y software disponibles.	Tarea	E2	6	Deseable	Difusa	No	Todo
Los objetivos del sistema son comprensibles y calificables.	Tarea	E3	6	Deseable	Difusa	No	Mucho

Cálculo del intervalo difuso de cada dimensión

Tabla 18

Cálculo de la dimensión plausibilidad

Características	Peso	Valor	Intervalo Difuso				Peso*Valor				Peso/Valor			
P1	10	Sí	10	10	10	10	100	100	100	100	1.00	1.00	1.00	1.00
P2	10	8	8	8	8	8	80	80	80	80	1.25	1.25	1.25	1.25
	20						180	180	180	180	2.25	2.25	2.25	2.25
Resultado:							8.94	8.94	8.94	8.94				

Tabla 19

Cálculo de la dimensión adecuación

Características	Peso	Valor	Intervalo Difuso				Peso*Valor				Peso/Valor			
A1	7	Mucho	5.6	6.6	7.8	8.8	39.2	46.2	54.6	61.6	1.25	1.06	0.90	0.80
A2	10	Mucho	5.6	6.6	7.8	8.8	56	66	78	88	1.79	1.52	1.28	1.14
	17						95.2	112.2	132.6	149.6	3.04	2.58	2.18	1.93
Resultado:							5.60	6.60	7.80	8.80				

Tabla 20

Cálculo de la dimensión justificación

Características	Peso	Valor	Intervalo Difuso				Peso*Valor				Aproximación numérica
J1	8	Mucho	5.6	6.6	7.8	8.8	44.8	52.8	62.4	70.4	57.60
	8						44.80	52.80	62.40	70.40	57.60
Resultado:							2.87	3.37	3.97	4.47	

Tabla 21

Cálculo de la dimensión éxito

Características	Peso	Valor	Intervalo Difuso				Peso*Valor				Peso/Valor			
E1	7	Regular	3.4	4.4	5.6	6.6	23.8	30.8	39.2	46.2	2.06	1.59	1.25	1.06
E7	6	Todo	7.8	8.8	10	10	46.8	52.8	60	60	0.77	0.68	0.60	0.60
E11	6	Mucho	5.6	6.6	7.8	8.8	33.6	39.6	46.8	52.8	1.07	0.91	0.77	0.68

	19	104.2	123.2	146	159	3.90	3.18	2.62	2.34
Resultado:		5.18	6.60	7.80	8.80				

Tabla 22

Análisis de las dimensiones para la viabilidad del sistema experto

Dimensión	Peso	Valores Intervalo				Peso*Valor			
Plausibilidad	9	8.9	8.9	8.9	8.9	80.5	80.5	80.5	80.5
Adecuación	7	5.6	6.6	7.8	8.8	39.2	46.2	54.6	61.6
Justificación	4	2.9	3.4	4.0	4.5	11.5	13.5	15.9	17.9
Éxito	7	5.2	6.6	7.8	8.8	36.2	46.2	54.6	61.6
	24					167.4	186.4	186.4	221.6
		Intervalo Resultado Final				6.20	6.90	7.61	8.21
		Resultado Final				7.23			

De acuerdo a los cálculos del test final de viabilidad realizados en la tabla 6 se obtuvo que el resultado final es mayor a 6; por lo tanto, se considera que el proyecto es viable para ser realizado.

Etapa 3 - Definiciones de las características de las tareas

Para definir las características de las tareas se realizó reuniones virtuales con el experto y se recopiló información bibliográfica para recopilar la información necesaria.

A. Análisis económico

Tabla 23

Análisis económico del proyecto

N°	Recursos	Costo por Mes	Periodo de contrato (meses)	Costo Total
1	Jefe de Proyectos	S/ 2,500.00	1	S/ 2,500.00
2	Analista de Sistemas	S/ 2,000.00	1	S/ 2,000.00

3	Desarrollador Web	S/	2,000.00	1	S/	2,000.00
Recursos humanos					S/	6,500.00
4	Azure ML (Classic)	S/	0.00	1	S/	0.00
5	SQL Server	S/	150.00	1	S/	150.00
6	Postman	S/	0.00	1	S/	0.00
7	Visual Studio	S/	168.00	1	S/	168.00
Software					S/	318.00
8	Ordenador de escritorio	S/	2,550.00	4	S/	10,200.00
Hardware					S/	10,200.00
9	Lapicero azul	S/	1.00	3	S/	3.00
10	Hojas bond (Carta)	S/	0.04	250	S/	10.30
Materiales de oficina					S/	13.30
11	Agua	S/	57.00	4	S/	228.00
12	Luz	S/	100.00	4	S/	400.00
13	Dúo claro mensual (Internet + telefonía fija)	S/	150.00	4	S/	600.00
Servicios					S/	1,228.00
14	Comida	S/	144.50	4	S/	578.00
15	Movilidad	S/	25.50	4	S/	102.00
Otros gastos					S/	680.00
Costo Total del Proyecto					S/	20,439.30

B. Asignación de funciones

Asignación de funciones del software: El sistema cuenta con módulos presentados a continuación:

Tabla 24

Asociación de módulos y usuarios

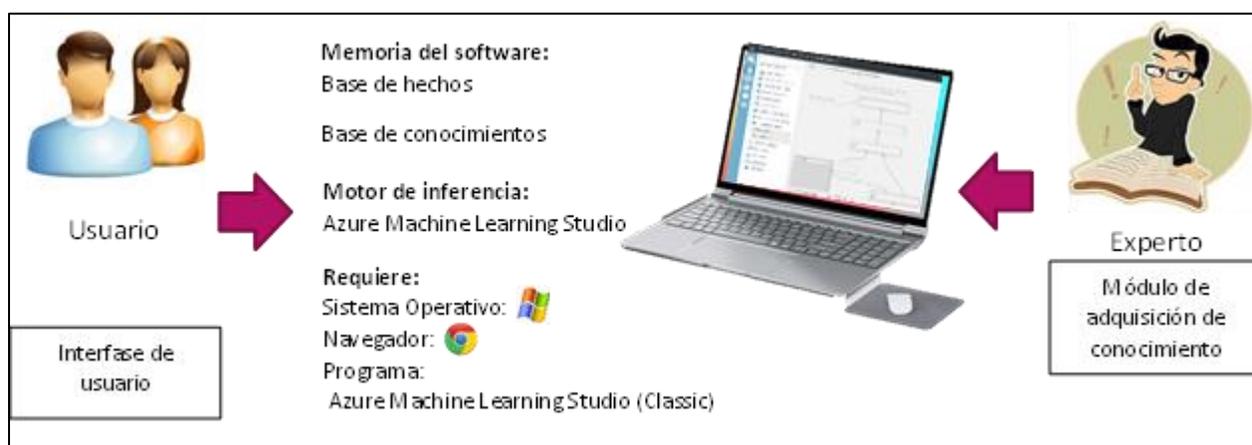
Módulo	Ingeniero de Conocimiento	Usuario Médico	Usuario Paciente
Módulo de adquisición de conocimiento	X	X	

Módulo de test de diagnóstico de enfermedades respiratorias	X		X
Módulo predicción de diagnóstico	X		X
Módulo de citas médicas		X	X
Módulo de mantenimiento	X	X	X
Módulo de consultas		X	X
Módulo de reportes	X	X	

C. Arquitectura y funcionamiento del sistema experto

Figura 22

Arquitectura del sistema experto



En la figura 22 se muestra que el uso del sistema experto inicia mediante la interfaz de usuario, donde el usuario selecciona las respuestas de cada pregunta del test de diagnóstico de enfermedades respiratorias. Esta información se almacena temporalmente en la base de hechos a través del motor de inferencia, el cual usa estos datos para hallar las enfermedades respiratorias al compararlo con la base de conocimiento. Una vez encontrada la solución, ésta es entregada al usuario a través de la interfaz de usuario.

Fase II: Desarrollo de los prototipos

Etapa 1: Concepción de la solución

Desarrollo del diseño

Para el diseño de nuestro modelo de analítica predictiva se utilizó Azure Machine Learning Studio (Classic) que es una plataforma especializada en realizar tareas de minería de datos y análisis predictivo. En base a la información ingresada a la base de datos, que es de carácter hipotético más no son datos reales. El modelo propuesto funcionó con los siguientes módulos:

A. Multiclass Decision Jungle

Una jungla de decisión consiste en un grupo de gráficos acíclicos dirigidos por decisión (DAG) que resisten la presencia de características ruidosas y se encargan de seleccionar y clasificar las características integradas. El modelo entrenado se puede usar para predecir un objetivo que tiene varios valores. En este caso no realizó modificaciones en los parámetros.

B. Tune Model Hyperparameters

El componente admite el siguiente método para encontrar la configuración óptima para un modelo de entrenamiento y ajuste integrados; es decir que este método, configura un grupo de parámetros para usar; luego deja que el componente itere sobre múltiples combinaciones de acuerdo a ello el componente mide la precisión hasta encontrar el "mejor" modelo. En la mayoría de componentes de aprendizaje, se pueden elegir los parámetros que deben cambiarse durante el proceso de capacitación y cuáles deben permanecer fijos. En este caso en label column se seleccionó la columna de etiqueta única "Diagnóstico" y no se realizaron otros cambios.

C. Score Model

Se utiliza este componente para generar predicciones utilizando un modelo de clasificación o regresión entrenado. En este componente se debe activar la casilla “Append score columns to output”.

D. Evaluate Model component

Este componente sirve para medir la precisión de un modelo entrenado y requiere que se le proporcione un conjunto de datos que contiene puntajes generados a partir de un modelo, y el componente En base a esta información evalúa el modelo y calcula un conjunto de métricas de evaluación estándar de la industria. Las métricas devueltas dependen del tipo de modelo evaluado y el componente no ofrece opciones para realizar cambios.

E. Web Service Input and Web Service Output

El componente de entrada del servicio web muestra dónde ingresan los datos del usuario al proceso. El componente de salida del servicio web identifica la ubicación en un canal de inferencia en tiempo real donde se devuelven los datos del usuario.

Etapa 2: Adquisición y conceptualización de los conocimientos

1) Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC)

Es un trastorno del pulmón caracterizado por una obstrucción frecuentemente progresiva e irreversible del aparato respiratorio, produciendo principalmente el síntoma de disminución de la capacidad respiratoria, capaz de ocasionar considerable deterioro a la calidad de vida de los pacientes afectados, hasta provocar su muerte prematura.

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica es un término amplio utilizado para describir una serie de afecciones pulmonares crónicas que reducen el flujo de aire en los pulmones. Por lo general sus signos y síntomas se clasifican de la siguiente manera:

Tabla 25

Signos y síntomas de EPOC

Bronquitis crónica	Enfisema pulmonar
<ul style="list-style-type: none"> • Tos persistente y productiva • Sibilancias • Fatiga • Fiebre leve • Escalofríos • Disnea leve • Esputo mucopurulento (verde o amarillo) 	<ul style="list-style-type: none"> • Tos persistente y productivas en las mañanas • Sibilancias • Polipnea • Pérdida de peso • Ansiedad • Disnea grave • Fatiga

2) Infección Respiratoria Aguda (IRA)

Conformado por un conjunto de condiciones médicas del aparato respiratorio que son provocados por virus o bacterias. Las infecciones respiratorias se dividen en infecciones respiratorias superiores e inferiores.

A. Infecciones de vías respiratorias superiores o altas

En este grupo se encuentra la faringoamigdalitis que es cuando se presentan signos y síntomas asociados con la faringitis y de la amigdalitis, pero un paciente también puede presentar una de ellas independientemente de la otra.

Tabla 26

Signos y síntomas de IRA de vías respiratorias altas

Faringitis	Amigdalitis
<ul style="list-style-type: none"> • Malestar general • Fiebre 	<ul style="list-style-type: none"> • Tonsilolitos • Dolor de garganta

<ul style="list-style-type: none"> • Odinofagia • Dolor de garganta • Enrojecimiento de la garganta • Supuración en la garganta • Dolor de cabeza • Dolor estomacal • Pérdida de apetito • Náusea • Vómitos 	<ul style="list-style-type: none"> • Odinofagia • Enrojecimiento e inflamación de amígdalas • Fiebre • Voz ronca, rasposa o apagada • Halitosis • Dolor estomacal • Rigidez o dolor de nuca • Dolor de cabeza • Dolor de oído
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Influenza

Enfermedad vírica que afecta principalmente las vías respiratorias altas, pero ocasionalmente afecta los bronquios y pulmones.

Tabla 27

Signos y síntomas de dos tipos de influenza

Influenza (H1N1)	Influenza (H3N2)
<ul style="list-style-type: none"> • Fiebre • Tos • Congestión nasal • Secreción nasal • Dolor muscular (Malestar general) • Dolor de cabeza 	<ul style="list-style-type: none"> • Fatiga (cansancio) • Fiebre • Escalofríos • Dolor de cabeza • Congestión o secreción nasal • Tos • Dolor de garganta • Náuseas • Vómitos

B. Infecciones de las vías respiratorias inferiores o bajas

Se consideró a la Neumonía típica.

Neumonía típica

La neumonía típica tiene un comienzo súbito por lo que los signos y síntomas según su clasificación es la siguiente:

Tabla 28

Signos y síntomas de las etapas de la neumonía típica

Neumonía	Neumonía grave	Neumonía muy grave
<ul style="list-style-type: none"> • Tos • Dificultad respiratoria • Polipnea 	Además de lo anterior se suma: <ul style="list-style-type: none"> • Tiraje • Aleteo nasal • Quejido espiratorio 	Además de lo anterior se suma: <ul style="list-style-type: none"> • Cianosis central • Incapacidad de comer y beber • Vómito de todo lo ingerido • Convulsión • Letargia • Dificultad respiratoria grave

3) Otras enfermedades respiratorias

Asma

Es una enfermedad que se caracteriza por una inflamación persistente de las vías respiratorias con manifestaciones clínicas variables en el tiempo, como tos, problemas respiratorios, opresión del tórax y sibilancias. Aunque el asma es incurable sus síntomas pueden ser controlados.

Etapas 3: Formalización de los conocimientos

Tabla 29*Definición de las reglas*

Regla	Enfermedad	Diagnóstico/ Descripción
R1	Bronquitis crónica	Bronquios inflamados o infectados, reducción en el ingreso y salida de aire de pulmones.
R2	Enfisema Pulmonar	El enfisema pulmonar produce ampliando los alvéolos pulmonares, causando daños permanentes.
R3	Neumonía	Es la infección del parénquima pulmonar causado por hongos, parásitos, virus y bacterias
R4	Neumonía grave	Todo caso de neumonía en menores de 2 meses de edad se considera grave y en menores de 5 años que presente algún signo de alarma o complicación.
R5	Neumonía muy grave	Es el último estadio de esta enfermedad, en donde el cuadro clínico es altamente complejo.
R6	Asma	El asma es una enfermedad muy frecuente entre los niños y los jóvenes. Alrededor del 5% de la población adulta lo padece.
R7	Influenza (H1N1)	Es una enfermedad causada por un virus muy contagioso que se transmite por contacto directo con secreciones infectadas o por contacto indirecto con materiales contaminados.
R8	Influenza (H3N2)	Es una enfermedad causada por un virus que se transmite por contacto directo con secreciones de animales infectados, principalmente cerdos.
R9	Amigdalitis	Consiste en la inflamación, engrosamiento y enrojecimiento de las amígdalas.
R10	Faringitis	La faringitis es una enfermedad que causa molestia, dolor o carraspera en la garganta y en la que se presenta frecuentemente dolor al tragar.

Iteración:

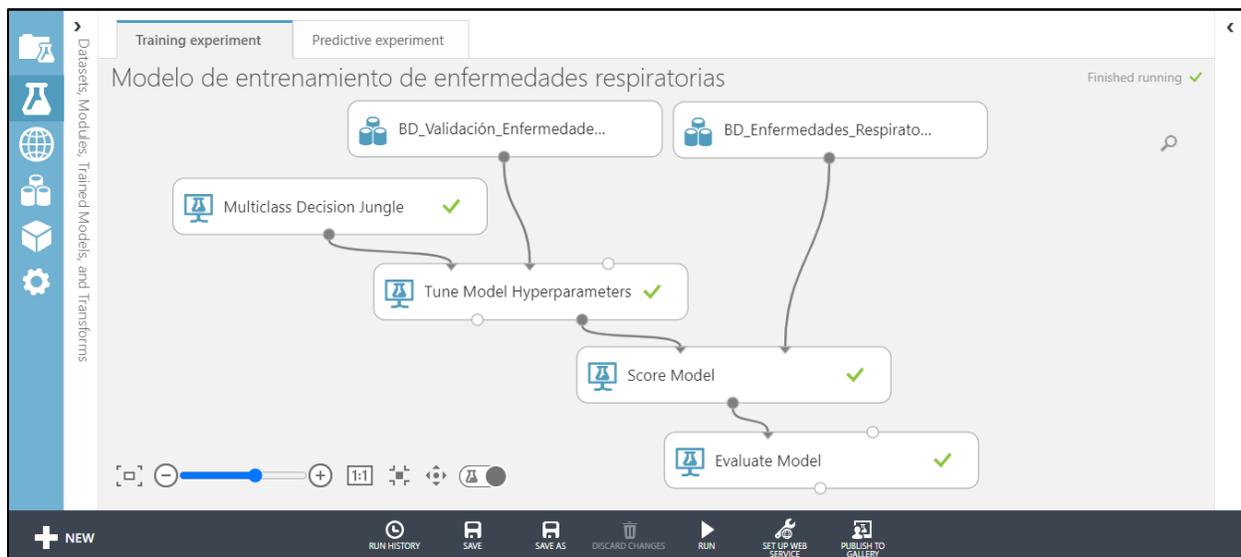
Se entrevistó al neumólogo para determinar las reglas de inferencia, de acuerdo a las preguntas propuestas de signos y síntomas que dieron las respectivas posibles enfermedades.

Tabla 30*Iteraciones empleadas en el sistema experto*

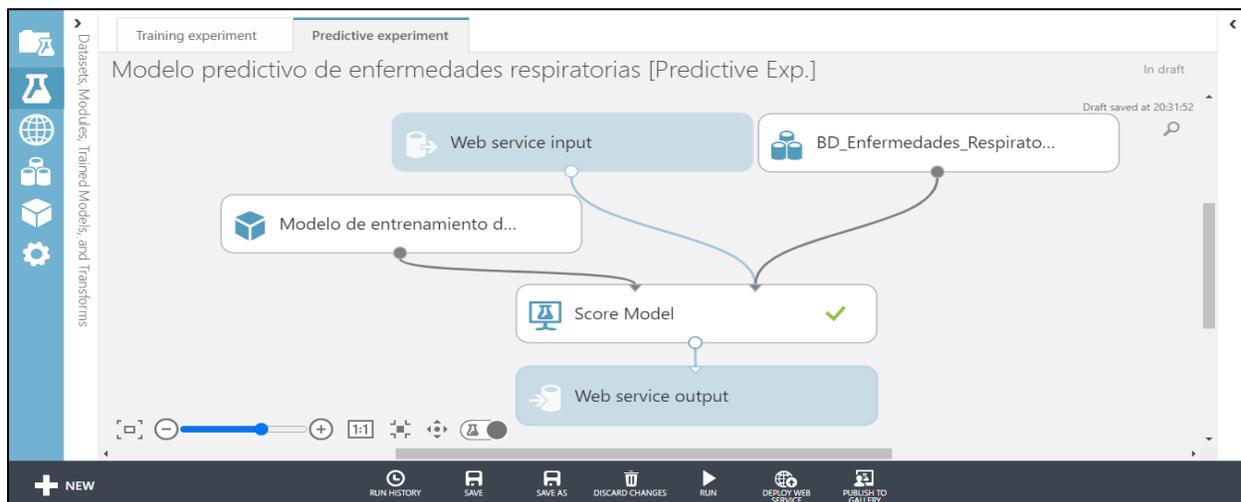
Nro.	Pregunta	Enfermedad posible
1	¿Tiene malestar general?	Faringitis e Influenza (H3N2)
2	¿Siente cansancio?	Bronquitis crónica, Enfisema pulmonar e Influenza (H3N2)
3	¿Siente sensación de frío repentino?	Bronquitis crónica e Influenza (H3N2)
4	¿Presenta coloración azulada de piel y/o mucosas?	Bronquitis y Neumonía muy grave
5	¿Cuál es su temperatura axilar en °C?	> 37 hasta 38 °C: Faringitis e Influenza (H1N1) > 38 °C: Neumonía, Bronquitis crónica, Amigdalitis, Faringitis e Influenza (H3N2)
6	¿Tiene pérdida de peso?	Enfisema pulmonar
7	¿Siente ansiedad?	Enfisema pulmonar y Asma
8	¿Siente falta de energía y agilidad?	Enfisema pulmonar y Neumonía muy grave
9	¿Tiene o presenta convulsiones?	Neumonía muy grave
10	¿Siente dolor de cabeza?	Faringitis, Amigdalitis, Influenza (H1N1) e Influenza (H3N2)
11	¿Siente rigidez de la nuca?	Amigdalitis
12	¿Siente dolor de oídos?	Amigdalitis
13	¿Tiene congestión nasal?	Influenza (H1N1) e Influenza (H3N2)
14	¿Presenta secreción nasal?	Influenza (H1N1) e Influenza (H3N2)
15	¿Presenta ensanchamiento de las fosas nasales al inhalar?	Neumonía grave y Neumonía muy grave
16	¿Qué tipo de tos presenta?	Sin flema: Faringitis, Amigdalitis, Influenza (H1N1) e Influenza (H3N2) Sin flema con sibilancia: Asma Con flema: Bronquitis crónica, Neumonía, Neumonía grave y Neumonía muy grave
17	¿Siente dolor de garganta?	Amigdalitis, Faringitis e Influenza (H3N2)
18	¿Siente dificultad para tragar?	Amigdalitis o Faringitis
19	¿Presenta enrojecimiento de la garganta?	Faringitis
20	¿Presenta supuración de la garganta?	Faringitis
21	¿Presenta amígdalas rojas?	Amigdalitis

22	¿Presenta recubrimientos blancos o amarillos en las amígdalas?	Amigdalitis
23	¿Tiene mal aliento?	Amigdalitis
24	¿Tiene respiración muy frecuente y superficial?	Neumonía, Neumonía grave, Neumonía muy grave y Enfisema pulmonar
25	¿Qué tipo de dificultad respiratoria presenta?	Dificultad al correr en llanos o subir cuesta ligera: Bronquitis crónica y Asma Impide al paciente salir de casa o vestirse o desvestirse: Neumonía muy grave y Enfisema pulmonar Incapacidad de mantener el paso en comparación con otras: Asma y Neumonía Necesidad de parar al andar 100m o a los pocos minutos de andar en llano: Bronquitis crónica, Neumonía grave y Enfisema pulmonar
26	¿Presenta opresión torácica?	Bronquitis crónica, Asma, Neumonía, Neumonía grave, Neumonía muy grave y Enfisema pulmonar
27	¿Qué tipo de ruido respiratorio presenta?	Semejantes al susurro que se produce al frotar un mechón de cabello: Neumonía, Neumonía grave y Neumonía muy grave Silbido al respirar: Influenza (H3N2), Bronquitis crónica, Asma y Enfisema pulmonar
28	¿Observa que los espacios entre las costillas se hundan al respirar?	Neumonía grave y Neumonía muy grave
29	¿Presenta dolor de estómago?	Amigdalitis y Faringitis
30	¿Presenta náuseas?	Amigdalitis, Faringitis e Influenza (H3N2)
31	¿Presenta vómitos?	Amigdalitis, Faringitis, Influenza (H3N2) y Neumonía muy grave
32	¿Presenta incapacidad para alimentarse o beber?	Neumonía muy grave

Prototipo - implementación

Figura 23*Modelo de entrenamiento*

El área de trabajo de la pestaña de entrenamiento del experimento, donde se colocan los componentes y algoritmos utilizados para este modelo, se muestra en la figura 23. El modelo inicia con los componentes que permiten cargar las bases de datos en el modelo. Además, cada componente debe estar enlazado a otro para poder completar la secuencia y aquellos que se requieran se deberán configurar para que el modelo quede correctamente entrenado.

Figura 24*Modelo predictivo*

En la figura 24 se aprecia el modelo predictivo que se autogenera al hacer click en “RUN” una vez finalizado el modelo de entrenamiento. En este modelo de experimento predictivo aparecen dos nuevos componentes que permitirán enlazarlo con el servicio web que ofrece la plataforma.

Figura 25*Test de prueba en Azure Machine Learning Studio (Classic)*

input1	output1
¿Tiene malestar general?	¿Tiene malestar general? No
¿Siente cansancio?	¿Siente cansancio? No
¿Siente sensacion de frio repentino?	¿Siente sensacion de frio repentino? No
¿Presenta coloracion azulada de piel y/o mucosas?	¿Presenta coloracion azulada de piel y/o mucosas? No
¿Cual es su temperatura axilar en °C?	¿Cual es su temperatura axilar en °C? mayor a 38
	¿Tiene perdida de peso? No

¿Tiene perdida de peso?	<input type="text" value="No"/>	¿Siente ansiedad?	No
¿Siente ansiedad?	<input type="text" value="No"/>	¿Siente falta de energía y agilidad?	No
¿Siente falta de energía y agilidad?	<input type="text" value="No"/>	¿Tiene o presenta convulsiones?	No
¿Tiene o presenta convulsiones?	<input type="text" value="No"/>	¿Siente dolor de cabeza?	Si
¿Siente dolor de cabeza?	<input type="text" value="Si"/>	¿Siente rigidez de la nuca?	Si
¿Siente rigidez de la nuca?	<input type="text" value="Si"/>	¿Siente dolor de oídos?	Si
¿Siente dolor de oídos?	<input type="text" value="Si"/>	¿Tiene congestión nasal?	No
¿Tiene congestión nasal?	<input type="text" value="No"/>	¿Presenta secreción nasal?	No
¿Presenta secreción nasal?	<input type="text" value="No"/>	¿Presenta ensanchamiento de las fosas nasales al inhalar?	No
¿Presenta ensanchamiento de las fosas nasales al inhalar?	<input type="text" value="No"/>	¿Que tipo de tos presenta?	sin flema
¿Que tipo de tos presenta?	<input type="text" value="sin flema"/>	¿Siente dolor de garganta?	Si
¿Siente dolor de garganta?	<input type="text" value="Si"/>	¿Siente dificultad para tragar?	Si
¿Siente dificultad para tragar?	<input type="text" value="Si"/>	¿Presenta enrojecimiento de la garganta?	No
¿Presenta enrojecimiento de la garganta?	<input type="text" value="No"/>	¿Presenta supuración de la garganta?	Si
¿Presenta supuración de la garganta?	<input type="text" value="Si"/>	¿Presenta amígdalas rojas?	Si
¿Presenta amígdalas rojas?	<input type="text" value="Si"/>	¿Presenta recubrimientos blancos o amarillos en las amígdalas?	Si
¿Presenta recubrimientos blancos o amarillos en las amígdalas?	<input type="text" value="Si"/>	¿Tiene mal aliento?	Si
¿Tiene mal aliento?	<input type="text" value="Si"/>	¿Tiene respiración muy frecuente y superficial?	No
¿Tiene respiración muy frecuente y superficial?	<input type="text" value="No"/>	¿Que tipo de dificultad respiratoria presenta?	Ausencia de dificultad respiratoria
¿Que tipo de dificultad respiratoria presenta?	<input type="text" value="Ausencia de dificultad respiratoria"/>	¿Presenta opresión torácica?	No
¿Presenta opresión torácica?	<input type="text" value="No"/>	¿Que tipo de ruido respiratorio presenta?	Normales

¿Que tipo de ruido respiratorio presenta?	<input type="text" value="Normales"/>	¿Observa que los espacios entre las costillas se hundan al respirar?	No
¿Observa que los espacios entre las costillas se hundan al respirar?	<input type="text" value="No"/>	¿Presenta dolor de estomago?	Si
¿Presenta dolor de estomago?	<input type="text" value="Si"/>	¿Presenta nauseas?	Si
¿Presenta nauseas?	<input type="text" value="Si"/>	¿Presenta vomitos?	Si
¿Presenta vomitos?	<input type="text" value="Si"/>	¿Presenta incapacidad para alimentarse o beber?	Si
¿Presenta incapacidad para alimentarse o beber?	<input type="text" value="Si"/>	Diagnostico	0
Diagnostico	<input type="text" value="0"/>	Scored Probabilities for Class "Amigdalitis"	0.447619047619048
<div style="background-color: #008000; color: white; padding: 2px; display: inline-block;">Test Request-Response</div>		Scored Probabilities for Class "Asma"	0
		Scored Probabilities for Class "Bronquitis cronica"	0
		Scored Probabilities for Class "Enfisema pulmonar"	0
		Scored Probabilities for Class "Faringitis"	0.309523809523809
		Scored Probabilities for Class "Influenza (H1N1)"	0.119047619047619
		Scored Probabilities for Class "Influenza (H3N2)"	0.0523809523809524
		Scored Probabilities for Class "Neumonia"	0.0357142857142857
		Scored Probabilities for Class "Neumonia grave"	0.0357142857142857
		Scored Probabilities for Class "Neumonia muy grave"	0
		Scored Labels	Amigdalitis

En la figura 25 se observa el servicio web que ofrece la plataforma para realizar la simulación que permite verificar si los datos ingresados proporcionan resultados que van acorde con los diagnósticos dados por el experto.

Fase III: Ejecución de la construcción del Sistema Integrado

Etapa 1: Requisitos y diseño de la integración con otros sistemas

A. Requerimientos funcionales y no funcionales de sistema

Tabla 31

Requerimientos funcionales – Gestionar sesión

#	Requerimientos	Descripción	Caso de uso CUS	Nombre de CUS
1	RF001	El usuario podrá realizar la tarea de registrar sus datos y crea una contraseña para que pueda entrar al sistema.	CUS01	Registrar usuario
2	RF02	Para que el sistema verifique que el usuario existe y que existe una correspondencia entre sus datos, el usuario ingresa su DNI y contraseña.	CUS02	Iniciar Sesión
3	RF003	El usuario puede actualizar sus datos y cambiar su contraseña	CUS03	Consultar Resumen de Perfil
4	RF004	El usuario cierra la sesión.	CUS04	Cerrar Sesión

En la tabla 31 se detallan cada uno de los requerimientos del sistema relacionado con la sesión de usuario indicando la acción que debe realiza el actor y la relación con el caso de uso correspondiente.

Tabla 32

Requerimientos funcionales - Gestionar diagnóstico

#	Requerimientos	Descripción	Caso de uso CUS	Nombre de CUS
5	RF005	El Paciente podrá realizar el test en donde se preguntan por los signos y síntomas que presenta	CUS05	Registrar Test Diagnóstico
6	RF006	El paciente podrá ver el porcentaje de las posibles enfermedades que podría estar presentando.	CUS06	Consultar Resumen Diagnóstico

7	RF007	El paciente y el administrador pueden consultar el historial de los diagnósticos resultantes de los test que ha realizado el paciente mediante sus respectivas fechas	CUS07	Consultar Historial Diagnósticos
---	-------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------	----------------------------------

En la tabla 32 se detallan cada uno de los requerimientos del sistema relacionado con el diagnóstico del paciente indicando la acción que debe realiza el actor y la relación con el caso de uso correspondiente.

Tabla 33

Requerimientos funcionales - Gestionar cita

#	Requerimientos	Descripción	Caso de uso CUS	Nombre de CUS
8	RF008	El paciente podrá reservar su cita médica	CUS08	Registrar Cita
9	RF09	El paciente podrá visualizar la lista de todas sus citas médica reservadas	CUS09	Consultar Historial Cita
10	RF010	El paciente podrá modificar el estado de su cita médica en caso de no poder asistir	CUS10	Modificar Estado Cita

En la tabla 33 se detallan cada uno de los requerimientos del sistema relacionado con la cita médica indicando la acción que debe realiza el actor y la relación con el caso de uso correspondiente.

Tabla 34

Requerimientos funcionales - Gestionar administración

#	Requerimientos	Descripción	Caso de uso CUS	Nombre de CUS
11	RF011	El administrador podrá editar y buscar a los usuarios	CUS11	Administrar usuario
12	RF012	El administrador podrá registrar, buscar, listar y actualizar los síntomas	CUS12	Administrar síntoma
13	RF013	El administrador podrá registrar, buscar, actualizar y listar enfermedades. Además de registrar y modificar reglas.	CUS13	Administrar Enfermedad

14	RF014	El administrador podrá modificar la cita médica	CUS14	Administrar citas médicas
15	RF015	Generar reportes de enfermedades más diagnosticadas	CUS15	Generar reportes

En la tabla 34 se detallan cada uno de los requerimientos del sistema relacionado con la administración de diversas secciones del sistema indicando la acción que puede realizar el administrador y la relación con el caso de uso correspondiente.

Tabla 35

Requerimientos no funcionales

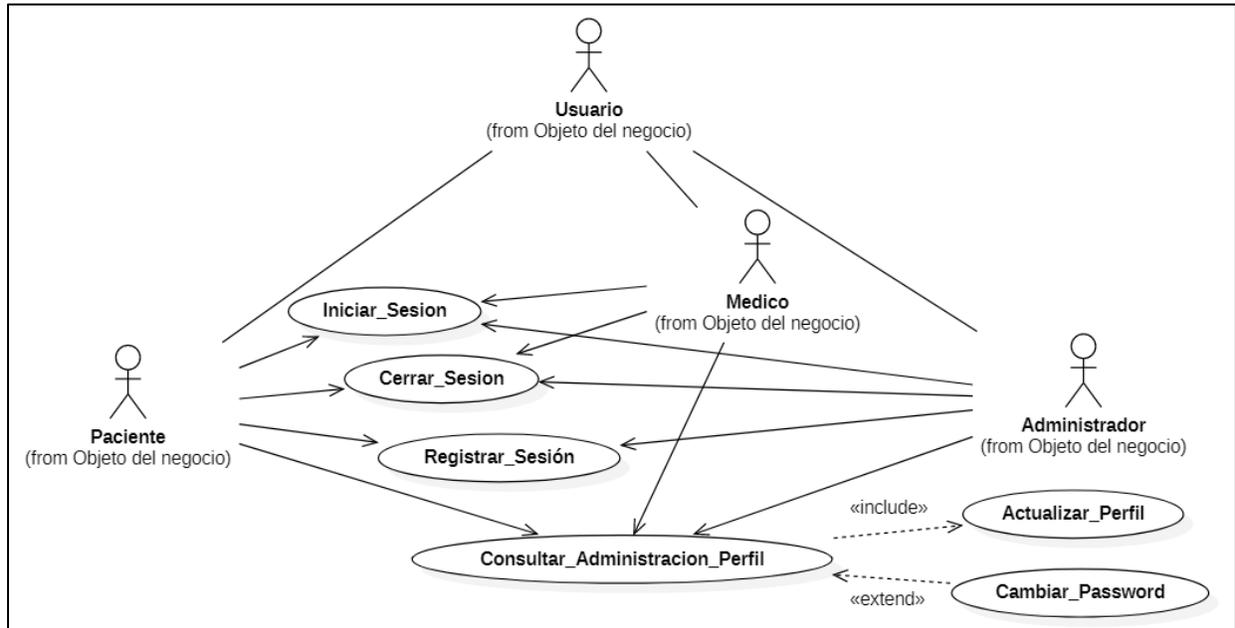
Requerimiento No Funcional	
RNF01	La aplicación web ofrecerá respuesta al usuario en tiempo real.
RNF02	En caso de que el usuario ingrese datos incorrectamente, la aplicación web mostrará notificaciones.
RNF03	La página web tendrá colores representativos del centro médico.
RNF04	Se necesita un servidor IIES para un correcto funcionamiento de la aplicación web.
RNF05	Para garantizar que el sistema web funcione correctamente, es necesario instalar el Framework 4.0.
RNF06	Es necesario implementar el sistema a través de una plataforma web y emplear una solución que funcione exclusivamente con Windows.
RNF07	La solución deberá contener interfaces gráficas de administración con operaciones en idioma español y en un ambiente 100% web.
RNF08	La información que corresponda a listas de selección de los formularios debe poder ser parametrizada y administrada.
RNF09	La página web deberá proveer mecanismos de generación de backups periódicos de la aplicación.
RNF10	El sistema web debe tener la capacidad de rechazar el acceso y las modificaciones indebidas y proporcionar los servicios que requieren los usuarios autenticados.
RNF11	El sistema web debe estar en marcha inicial y debe permitir el desarrollo, modificación o eliminación de funcionalidades posteriormente a su construcción.
RNF12	Sin ralentizar el tiempo de respuesta, los datos guardados se pueden actualizar y consultar.
RNF13	La página web debe de ser de fácil operación para los usuarios, y que demanden un bajo nivel en el soporte por parte de los usuarios del sistema.

En la tabla 35 se detallan cada uno de los requerimientos que debe tener el sistema para ofrecer una web eficiente, eficaz, funcional y segura para el usuario.

B. Diagrama de Caso de Uso

Figura 26

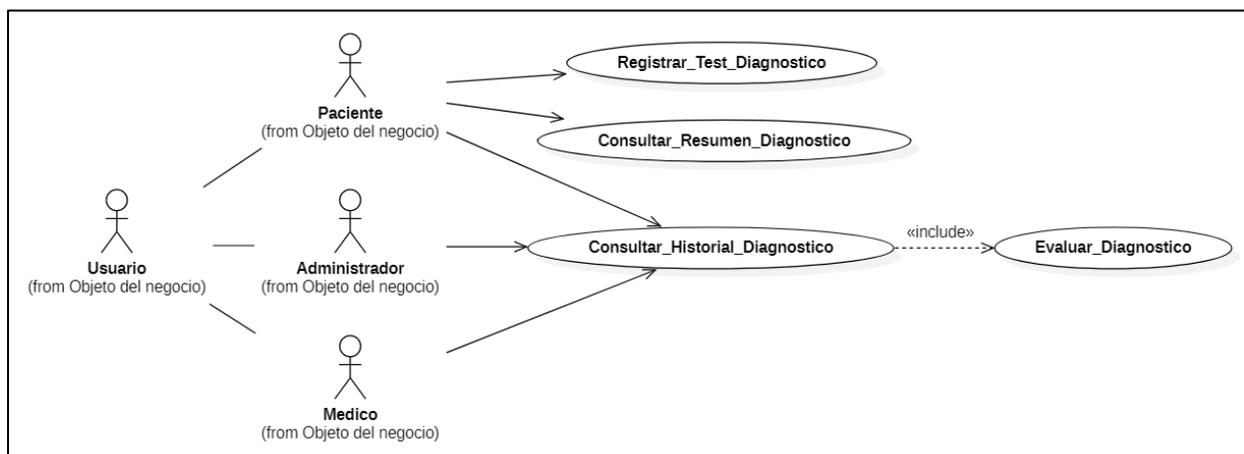
Diagrama de caso de uso de gestión de sesión



En la figura 26 se ilustra la relación de actores con casos de uso y entre los casos de uso pertenecientes a la gestión de sesión.

Figura 27

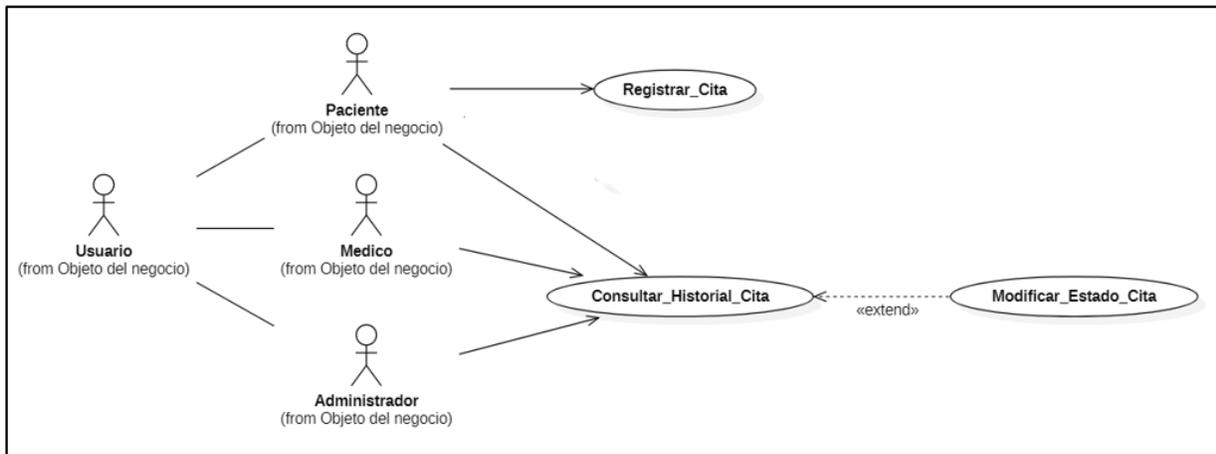
Diagrama de caso de uso de gestión de diagnóstico



En la figura 27 se ilustra la relación de actores con casos de uso y entre los casos de uso pertenecientes a la gestión de diagnóstico.

Figura 28

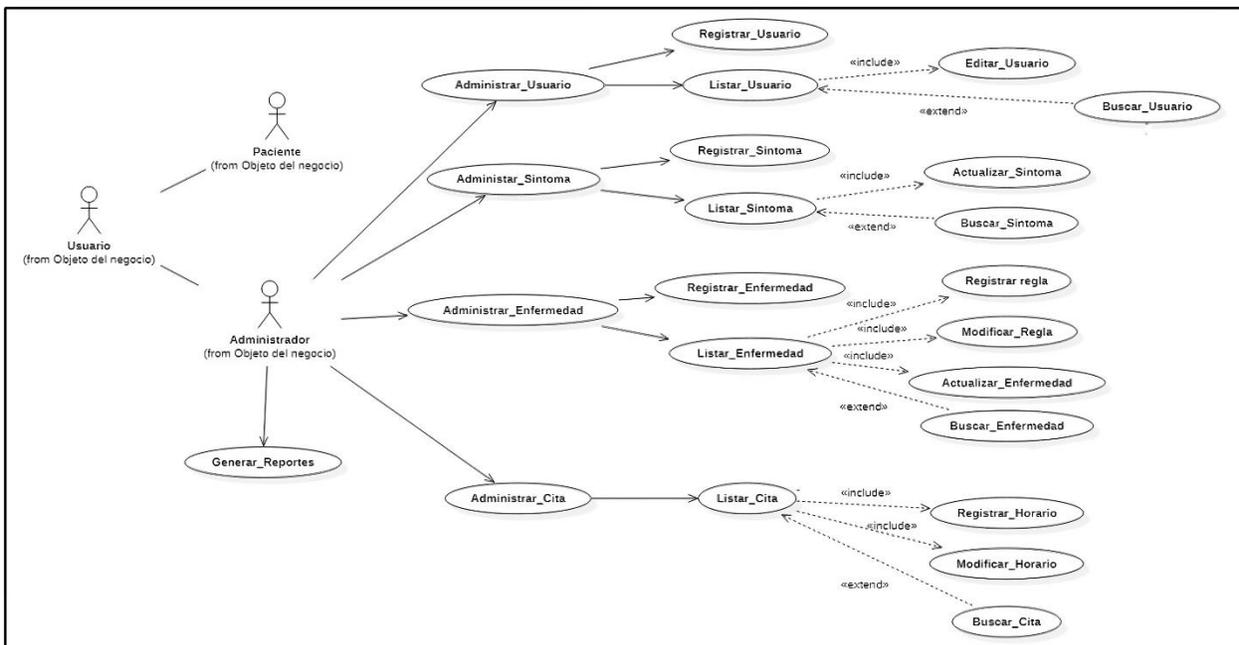
Diagrama de caso de uso de cita médica



En la figura 28 se ilustra la relación de actores con casos de uso y entre los casos de uso pertenecientes a la cita médica.

Figura 29

Diagrama de caso de uso de gestión de administración



En la figura 29 se ilustra la relación de actores con casos de uso y entre los casos de uso pertenecientes a la gestión de administración.

C. Especificaciones de casos de uso del sistema

Tabla 36

Especificación de caso de uso: Registrar usuario

CU V01	Registrar Usuario	
Versión	1.0	
Precondición	-----	
Descripción	El usuario crea una cuenta para poder hacer uso del sistema.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El actor ingresa los datos solicitados
	2	El actor crea un usuario
	3	El actor crea una contraseña
	4	El actor hace click en guardar
Post Condición	Usuario Registrado	
Excepción	Paso	Acción
	1	El sistema señala el campo de texto vacío
	2	El sistema genera un mensaje de “Debe rellenar todos sus datos”
	3	El sistema genera un mensaje “La contraseña debe ser mayor a 8 dígitos”
Comentarios	Sin comentarios adicionales.	

Tabla 37

Especificación de caso de uso: Inicio de sesión

CU V02	Registrar Usuario	
Versión	1.0	
Precondición	Usuario Registrado	
Descripción	El sistema validara el acceso a través de los usuarios y claves pertinentes de la base de datos.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El actor ingresa su usuario
	2	El actor ingresa su contraseña

	3	El sistema reconoce al usuario.
	4	El sistema permite el ingreso del usuario
Post Condición	Inicio de sesión	
Excepción	Paso	Acción
	1	El sistema señala los campos de texto vacíos
	2	El sistema muestra "Usuario o Contraseña incorrecta".
Comentarios	Sin comentarios adicionales.	

Tabla 38

Especificación de caso de uso: Consultar resumen de perfil

CU V03	Consultar Resumen de Perfil	
Versión	1.0	
Precondición	Sesión iniciada	
Descripción	El usuario puede visualizar el resumen del perfil, además de realizar cambios en el perfil y de la contraseña.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El actor visualiza su foto y su tipo de usuario (Administrador o Paciente) e iconos de redes sociales.
	2	El actor ingresa a <u>visión general</u> , modifica y guarda sus datos.
	3	El actor ingresa a ajustes y guarda los cambios.
	4	El actor ingresa su contraseña, su nueva contraseña dos veces y guarda los cambios.
Post Condición	---	
Excepción	Paso	Acción
	1	El sistema señala el campo de texto vacío
	2	El sistema genera un mensaje "La contraseña debe ser mayor a 8 dígitos"
	3	El sistema genera un mensaje de "La nueva contraseña no coincide"
Comentarios	Sin comentarios adicionales.	

Tabla 39

Especificación de caso de uso: Registrar test diagnóstico

CU V05	Registrar Test Diagnostico	
Versión	1.0	
Precondición	Sesión iniciada	
Descripción	El usuario responde a las preguntas del test seleccionando los signos y síntomas que presenta para obtener posibles diagnósticos.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El actor lee cuidadosamente cada una de las preguntas del test.
	2	El actor responde a todas las preguntas del test seleccionando los signos y síntomas que presenta.
	3	El actor hace click en el botón llamado “Predicción”.
Post Condición	Test realizado	
Excepción	Paso	Acción
	1	El sistema señala el campo de texto vacío
	2	El sistema genera un mensaje “Debe responder a todas las preguntas”
Comentarios	Sin comentarios adicionales.	

Tabla 40

Especificación de caso de uso: Consultar resumen diagnóstico

CU V06	Consultar Resumen Diagnostico	
Versión	1.0	
Precondición	Test realizado	
Descripción	El paciente obtiene el resultado del test en donde aparecen los porcentajes de probabilidad de las enfermedades respiratorias que podría presentar el paciente y una sección para realizar la reserva de cita médica.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El actor visualiza el porcentaje en el que puede presentar una enfermedad respiratoria de forma gráfica con su respectiva leyenda.

	2	El actor visualiza las recomendaciones según las posibles enfermedades que puede presentar el paciente.
	3	El actor si lo desea registra la fecha para la que reserva de la cita médica.
Post Condición	Predicción de los posibles diagnósticos listado	
Excepción	Paso	Acción
	1	---
Comentarios	Sin comentarios adicionales.	

Tabla 41

Especificación de caso de uso: Consultar historial diagnóstico

CU V07	Consultar Historial Diagnostico	
Versión	1.0	
Precondición	Predicción de los posibles diagnósticos listado	
Descripción	El paciente tiene un listado de todos los resultados de los test que ha realizado con sus respectivas fechas estado de reserva y porcentaje mayor de probabilidad de la enfermedad respiratoria que puede presentar.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	El actor ingresa la fecha que realizó el test de predicción de enfermedad respiratoria para facilitar la búsqueda.
	2	El actor selecciona directamente en el listado el registro que desea visualizar.
Post Condición	---	
Excepción	Paso	Acción
	1	---
Comentarios	Sin comentarios adicionales.	

Tabla 42

Especificación de caso de uso: Registrar cita

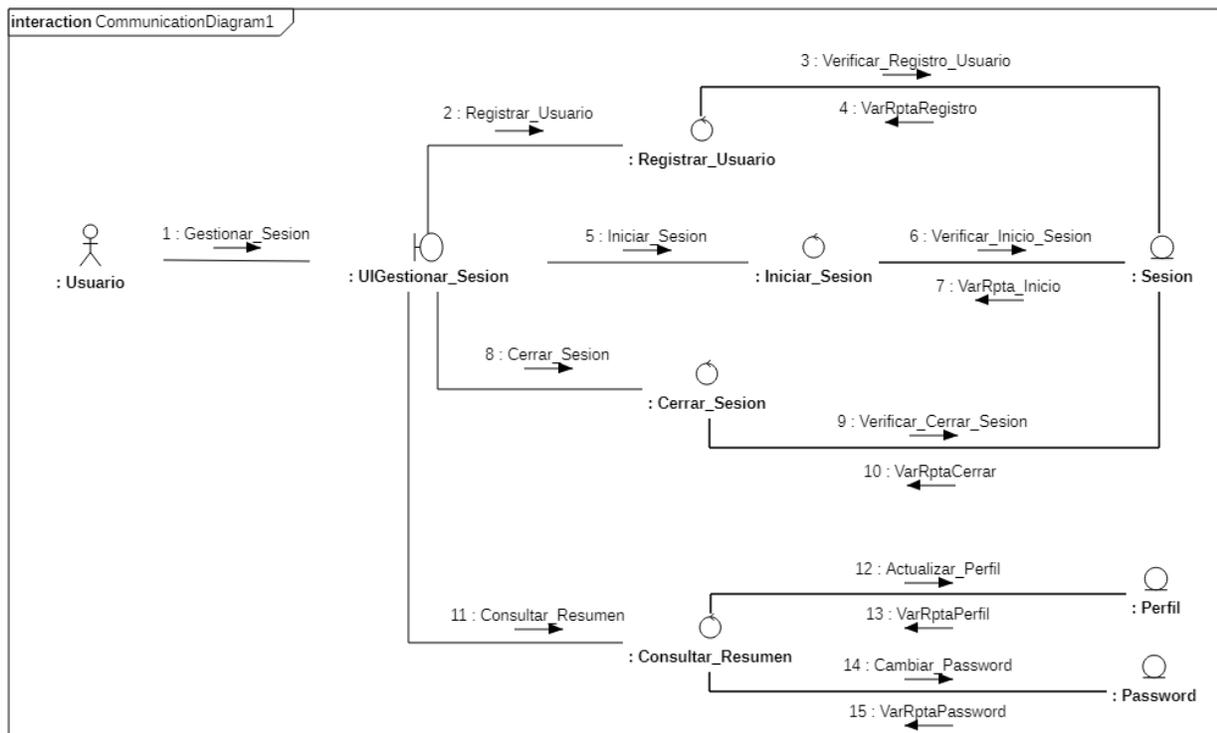
CU V08	Registrar Cita	
Versión	1.0	
Precondición	Sesión iniciada	
Descripción	El sistema permitirá reserva de citas médicas a los usuarios registrados.	
Secuencia normal	Paso	Acción
	1	Seleccionar fecha
	2	Seleccionar hora disponible

	3	Guardar cita médica
Post Condición	Cita registrada	
Excepción	Paso	Acción
	1	---
Comentarios	Sin comentarios adicionales.	

D. Diagrama de Colaboraciones

Figura 30

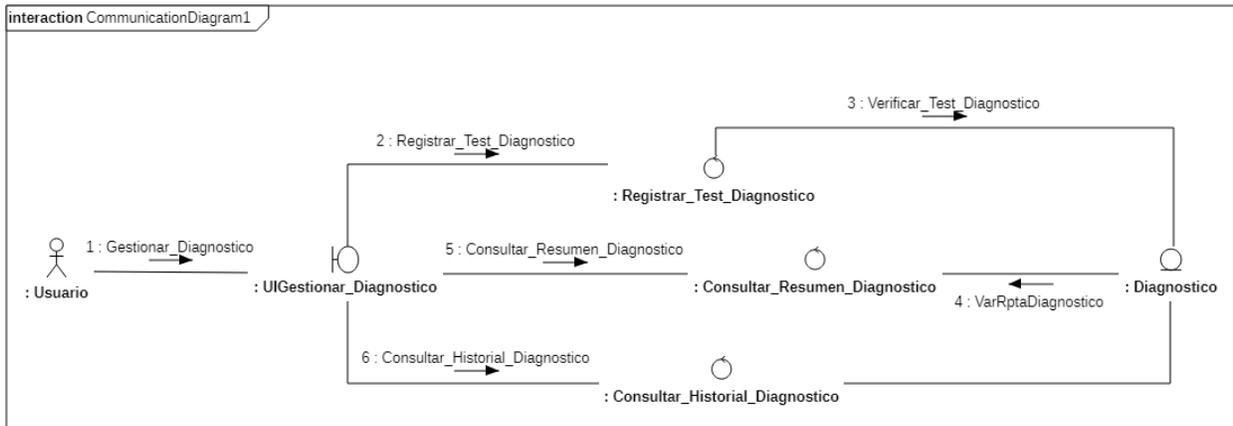
Diagrama de colaboración de gestión de sesión



En la figura 30 se ilustra las relaciones e interacciones entre los objetos y se define la función de cada uno de ellos; además, se representa el comportamiento dinámico del caso de uso gestionar sesión.

Figura 31

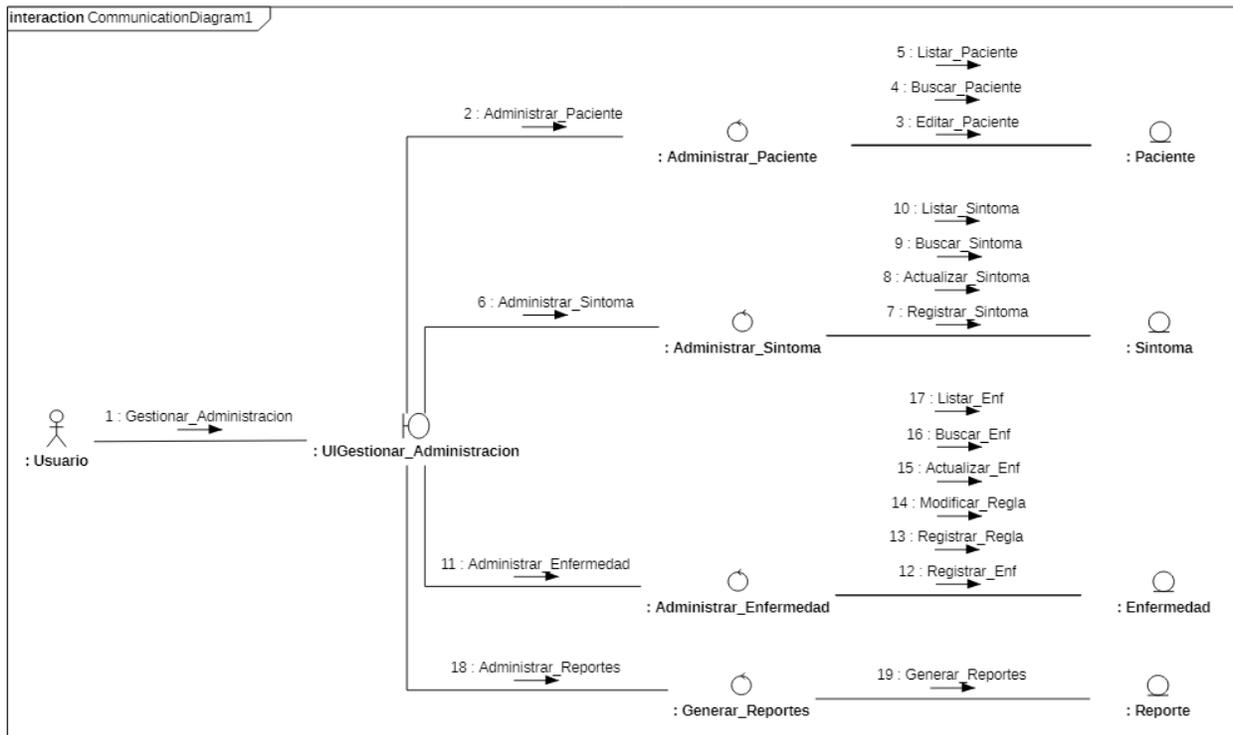
Diagrama de colaboración de gestión de diagnóstico



En la figura 31 se ilustra las relaciones e interacciones entre los objetos y se define la función de cada uno de ellos; además, se representa el comportamiento dinámico del caso de uso gestionar diagnóstico.

Figura 32

Diagrama de colaboración de gestión de administración

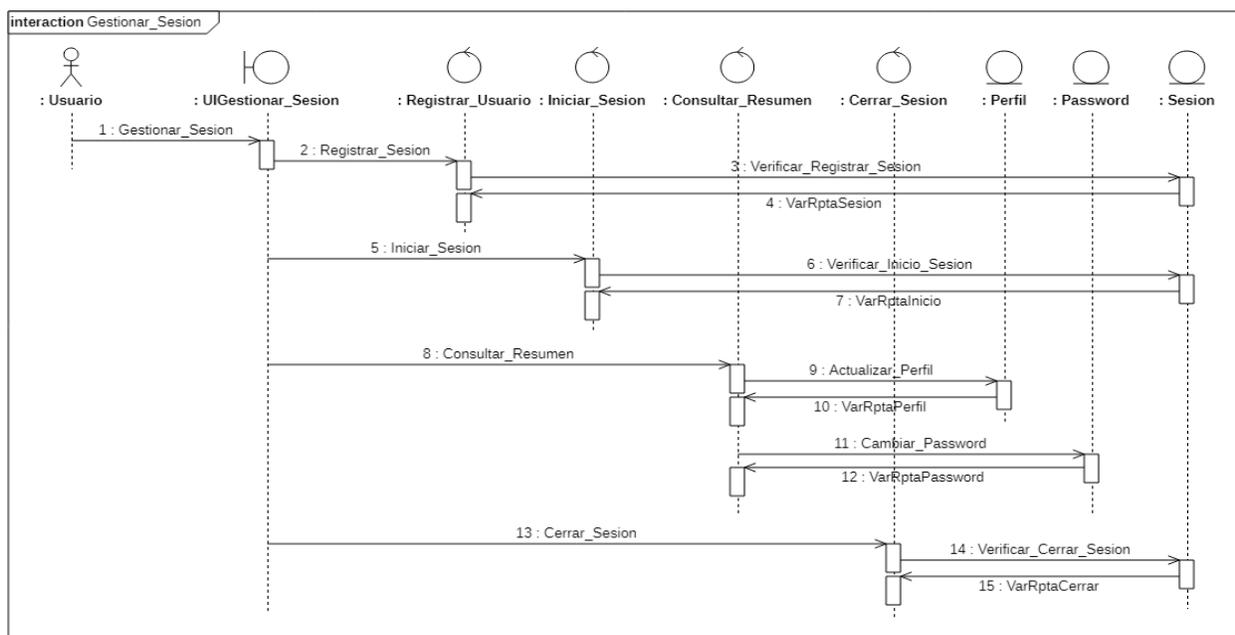


En la figura 32 se ilustra las relaciones e interacciones entre los objetos y se define la función de cada uno de ellos; además, se representa el comportamiento dinámico del caso de uso gestionar administración.

E. Diagrama de Secuencia

Figura 33

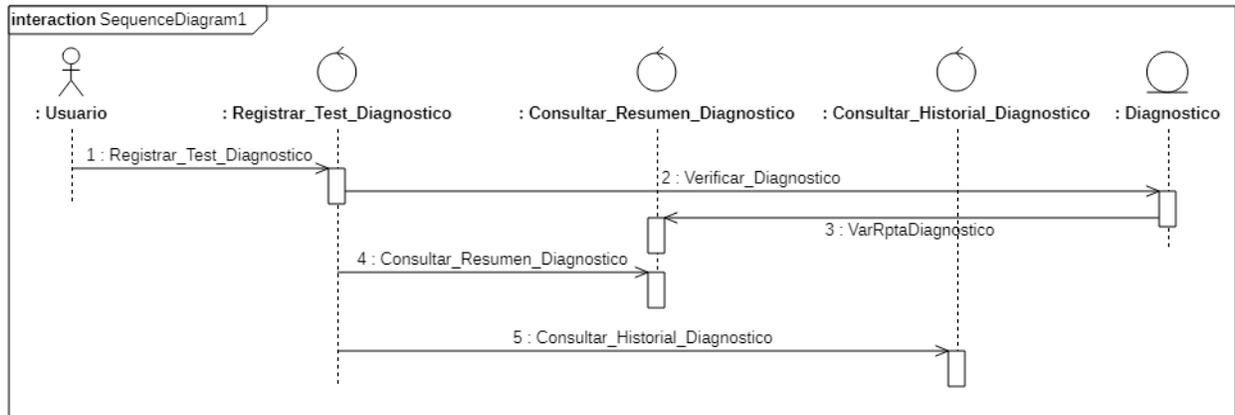
Diagrama de secuencia de gestión de sesión



En la figura 33 se ilustra el orden temporal en que los objetos del sistema y los participantes envían y reciben mensajes durante el proceso de gestión de sesión.

Figura 34

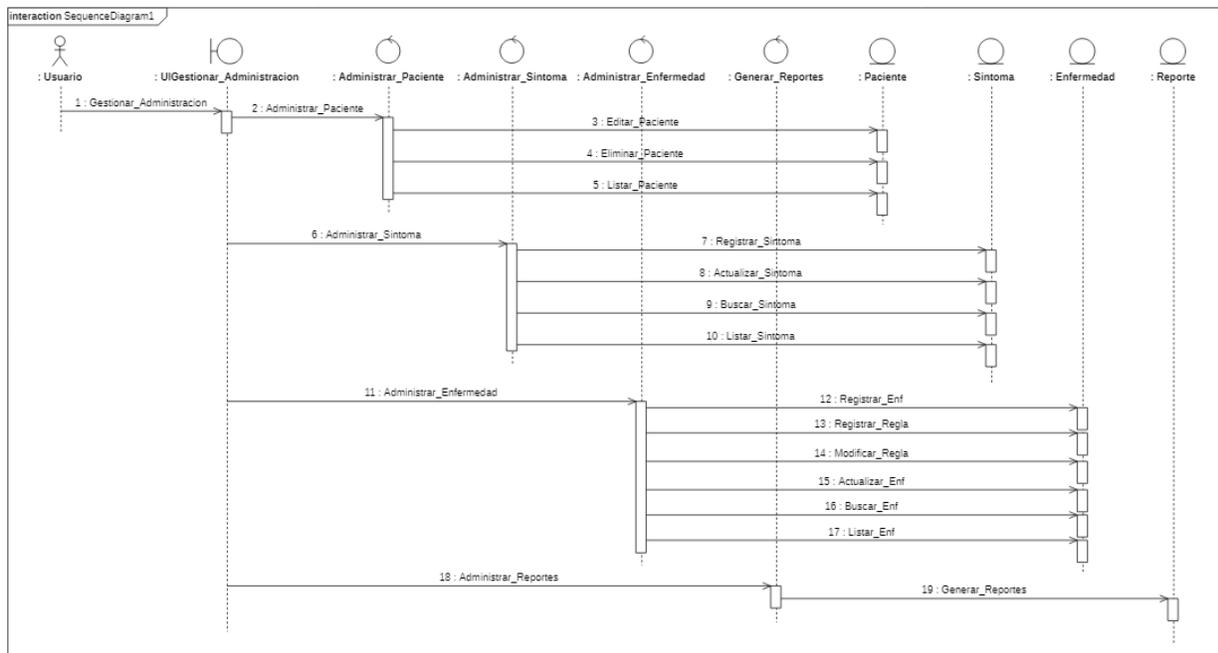
Diagrama de secuencia de gestión de diagnóstico



En la figura 34 se ilustra el orden temporal en que los objetos del sistema y los participantes envían y reciben mensajes durante el proceso de gestión de diagnóstico.

Figura 35

Diagrama de secuencia de gestión de administración



En la figura 35 se ilustra el orden temporal en que los objetos del sistema y los participantes envían y reciben mensajes durante el proceso de gestión de administración.

Etapa 2: Implementación y evaluación de la integración

Para la ejecución del sistema experto en Azure Machine Learning Studio con la página web se requiere del software postman y se utilizó el IDE Visual Studio 2019 para crear una página web.

A. Visual Studio

Es un software rico en funciones capaz de admitir diversos aspectos del proceso de desarrollo de programas. Esta herramienta se usa para editar, depurar, generar código y permite la publicación de la aplicación. Además, este editor proporciona compiladores, analizadores de código y muchas otras características que facilitan el desarrollo de software.

B. Postman

Es un software que sirve para ejecutar pruebas API y brinda la opción de testeo 'HTTP requests' mediante una interfaz gráfica, con la que obtendremos diversos tipos de respuesta que deberán ser validados posteriormente.

1) Implementación

2) Figura 36

Inicio de sesión o login

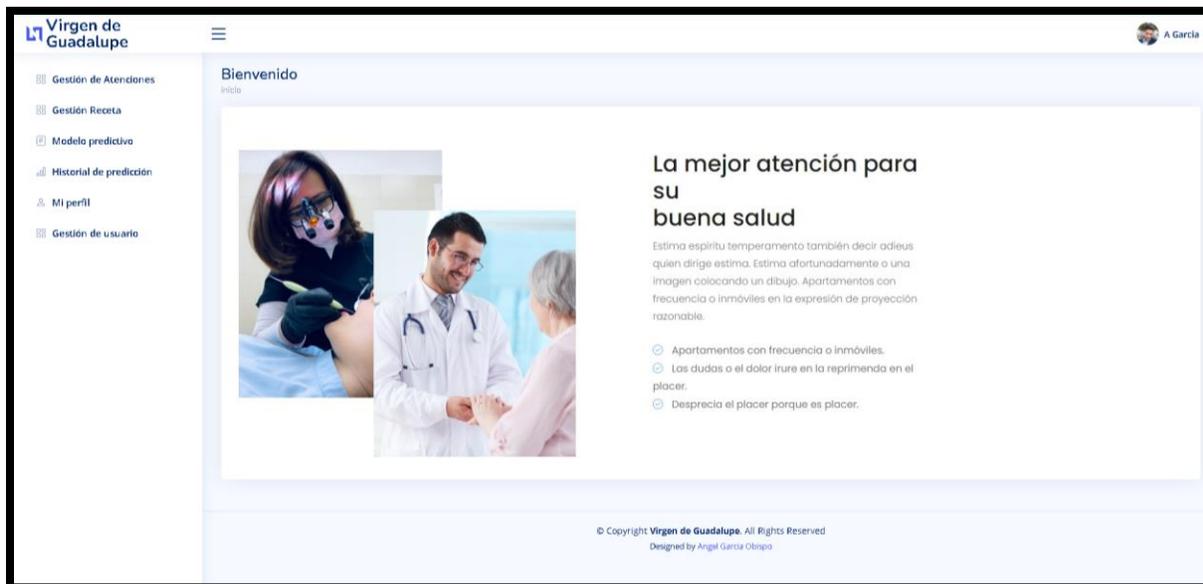


The image shows a login form with a dark blue background. At the top, the word "ACCESO" is written in white. Below it, there are two input fields: one for "DNI" containing the number "47819552" and another for "CONTRASEÑA DE USUARIO" with masked characters. A checkbox labeled "Recordar contraseña" is checked. Below the inputs is a blue button labeled "INGRESAR". At the bottom, there is a link that says "Olvidaste tu contraseña?".

En la figura 36 para poder tener acceso al sistema el usuario debe estar previamente registrado e ingresa su DNI y la contraseña correcta; una vez validado se inicia la sesión.

Figura 37

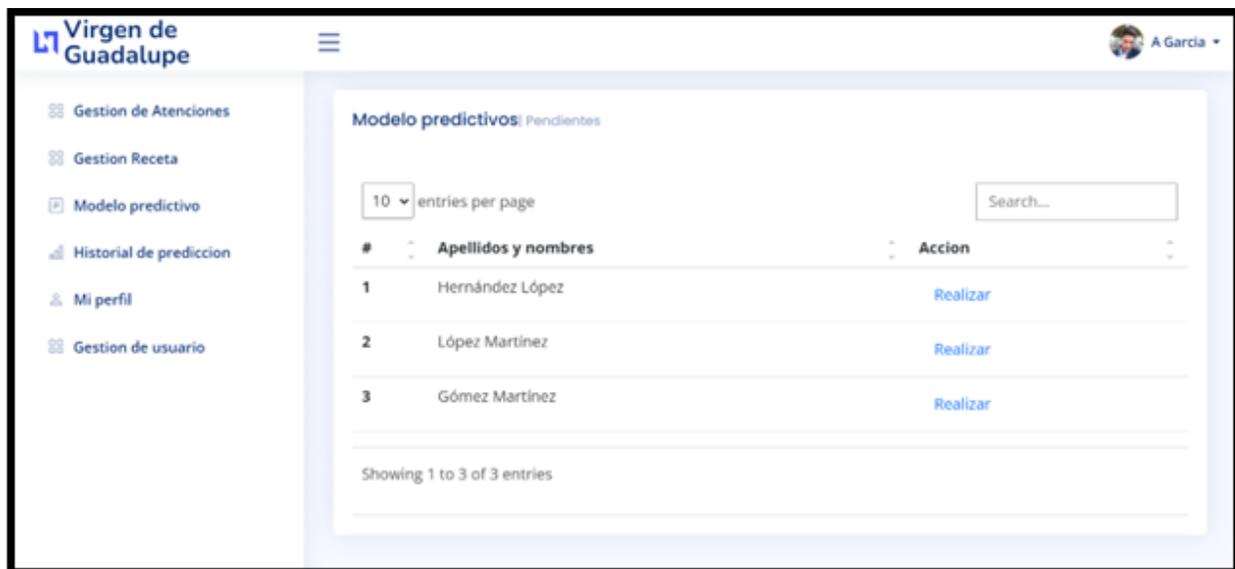
Página principal o home



En la figura 37 se observa la primera página que observa el usuario al acceder a la sesión. Además, el menú lateral proporciona un fácil ingreso a las diversas secciones del sistema.

Figura 38

Descripción para ingreso al modelo predictivo



En la figura 38 se muestra el listado de pacientes que están pendientes de realizar el test.

Figura 39

Modelo de predicción (Test de predicción en la página web)

Ingrese sus datos

¿Tiene malestar general?

¿Siente cansancio?

¿Siente sensación de frío repentino?

¿Presenta coloración azulada de piel y/o mucosas?

¿Cuál es su temperatura axilar en °C?

¿Tiene pérdida de peso?

¿Siente ansiedad?

¿Siente falta de energía y agilidad?

¿Tiene o presenta convulsiones?

¿Siente dolor de cabeza?

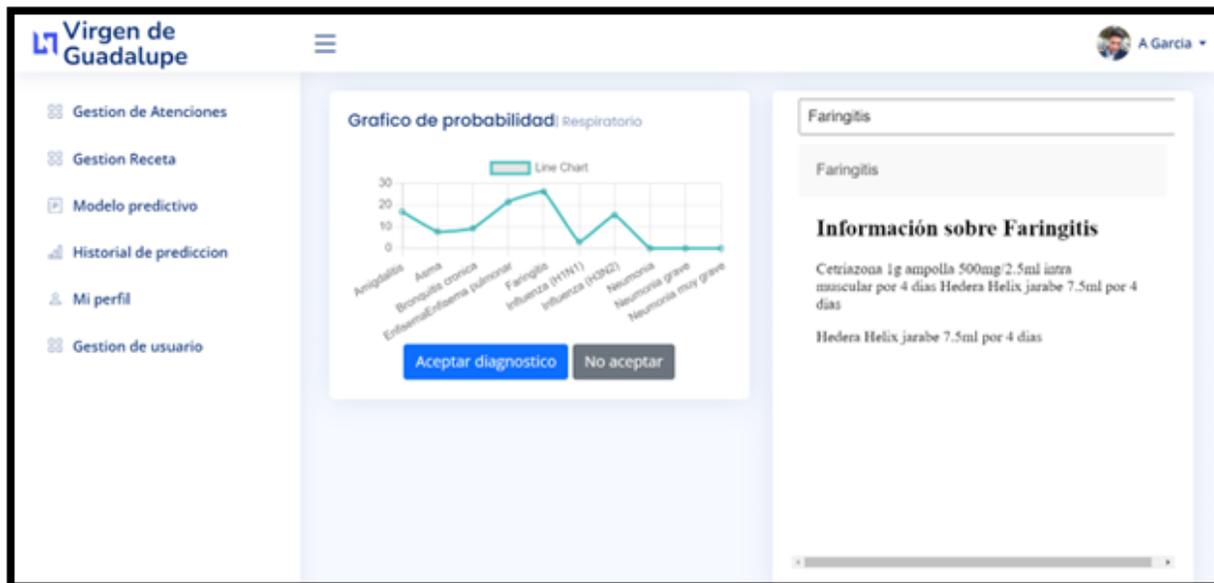
¿Siente rigidez de la nuca?

<p>Modelo predictivo</p> <p>Historial de prediccion</p> <p>Mi perfil</p>	¿Siente dolor de oídos?	Si
	¿Tiene congestión nasal?	Si
	¿Presenta secreción nasal?	Si
	¿Presenta ensanchamiento de las fosas nasales al inhalar?	Si
	¿Que tipo de tos presenta?	Sin flema
	¿Siente dolor de garganta?	Si
	Variable de clase:	No
	¿Siente dificultad para tragar?	Si
	¿Presenta enrojecimiento de la garganta?	Si
	¿Presenta amígdalas rojas?	Si
	¿Presenta recubrimientos blancos o amarillos en las amígdalas?	No
	¿Tiene mal aliento?	Si
	¿Tiene respiración muy frecuente y superficial?	Si
	¿Que tipo de dificultad respiratoria presenta?	Incapacidad de mantener el paso en comparación con otras personas de e
¿Presenta opresión torácica?	Si	
¿Que tipo de ruido respiratorio presenta?	Semejantes al susurro que se produce al frotar un mechón de cabello	
<p>Modelo predictivo</p> <p>Historial de prediccion</p> <p>Mi perfil</p>	¿Presenta amígdalas rojas?	Si
	¿Presenta recubrimientos blancos o amarillos en las amígdalas?	No
	¿Tiene mal aliento?	Si
	¿Tiene respiración muy frecuente y superficial?	Si
	¿Que tipo de dificultad respiratoria presenta?	Incapacidad de mantener el paso en comparación con otras personas de e
	¿Presenta opresión torácica?	Si
	¿Que tipo de ruido respiratorio presenta?	Semejantes al susurro que se produce al frotar un mechón de cabello
	¿Observa que los espacios entre las costillas se hundan al respirar?	Si
	¿Presenta dolor de estómago?	Si
	¿Presenta náuseas?	Si
	¿Presenta vómitos?	Si
¿Presenta incapacidad para alimentarse o beber?	Si	
		Prediccion

En la figura 39 el paciente debe seleccionar las respuestas de cada una de las preguntas para que el sistema pueda inferir la patología que tiene más probabilidad de padecer.

Figura 40

Resumen gráfico del test y la sugerencia de tratamiento



En la figura 40 el médico tiene la opción de aceptar o no el diagnóstico y modificar el tratamiento.

Figura 41

Gestión de atención



En la figura 41 el médico puede visualizar en la sección gestión de atención el listado de pacientes que han realizado el test de diagnóstico con los respectivos datos relacionados con el proceso.

Figura 42

Reporte de test realizados

#	Enfermedades	Apellidos y nombres	Fecha atención	Probabilidad	Conformidad	T. Atencion	T. Evaluacion	T. Diagnostico	T. Tratamiento
1	Faringitis	Paciente 1	03/07/2023	44 %	100%	00:11:16	00:08:40	00:00:02	00:02:34
2	Asma	Paciente 2	03/07/2023	82 %	0%	00:14:05	00:10:50	00:00:01	00:03:14
3	Asma	Paciente 3	05/07/2023	87 %	100%	00:11:17	00:08:40	00:00:02	00:02:35
4	Bronquitis crónica	Paciente 4	05/07/2023	51 %	100%	00:12:12	00:09:23	00:00:02	00:02:47
5	Bronquitis crónica	Paciente 5	05/07/2023	76 %	100%	00:12:11	00:09:22	00:00:03	00:02:46
6	Enfisema pulmonar	Paciente 6	05/07/2023	76 %	100%	00:13:07	00:10:05	00:00:01	00:03:01
7	Bronquitis crónica	Paciente 7	07/07/2023	84 %	100%	00:11:15	00:08:39	00:00:01	00:02:35
8	Bronquitis crónica	Paciente 8	07/07/2023	35 %	100%	00:13:11	00:10:08	00:00:02	00:03:01
9	Bronquitis crónica	Paciente 9	07/07/2023	90 %	100%	00:14:06	00:10:50	00:00:02	00:03:14
10	Neumonía	Paciente 10	10/07/2023	59 %	100%	00:12:14	00:09:24	00:00:02	00:02:48

En la figura 42 el paciente puede visualizar el listado de los test de diagnóstico que ha realizado con los respectivos datos relacionados con el proceso.

Figura 43

Reporte en Excel de los test realizados

CORPORACION VIRGEN DE GUADALUPE									
REPORTE DE ATENCION DE PACIENTES									
FECHA: 03/09/2023 21:51:22		GENERADO POR: ANGEL VICENTE GARCIA							
#	Enfermedades	Apellidos y nombres	Fecha atención	Probabilidad	Conformidad	T. Atencion	T. Evaluacion	T. Diagnostico	T. Tratami
1	Faringitis	Paciente 1	3/07/2023 09:03:48 p. m.	44%	100%	00:11:16	00:08:40	00:00:02	00:02:34
2	Asma	Paciente 2	3/07/2023 09:20:49 p. m.	82%	0%	00:14:05	00:10:50	00:00:01	00:03:14
3	Asma	Paciente 3	5/07/2023 06:17:53 p. m.	87%	100%	00:11:17	00:08:40	00:00:02	00:02:35
4	Bronquitis crónica	Paciente 4	5/07/2023 06:37:45 p. m.	51%	100%	00:12:12	00:09:23	00:00:02	00:02:47
5	Bronquitis crónica	Paciente 5	5/07/2023 06:55:49 p. m.	76%	100%	00:12:11	00:09:22	00:00:03	00:02:46
6	Enfisema pulmonar	Paciente 6	5/07/2023 07:14:54 p. m.	76%	100%	00:13:07	00:10:05	00:00:01	00:03:01
7	Bronquitis crónica	Paciente 7	7/07/2023 08:13:46 p. m.	84%	100%	00:11:15	00:08:39	00:00:01	00:02:35
8	Bronquitis crónica	Paciente 8	7/07/2023 08:31:53 p. m.	35%	100%	00:13:11	00:10:08	00:00:02	00:03:01
9	Bronquitis crónica	Paciente 9	7/07/2023 08:53:46 p. m.	90%	100%	00:14:06	00:10:50	00:00:02	00:03:14
10	Neumonía	Paciente 10	10/07/2023 07:01:47 p. m.	59%	100%	00:12:14	00:09:24	00:00:02	00:02:48
11	Influenza (H1N1)	Paciente 11	10/07/2023 07:19:52 p. m.	97%	100%	00:14:07	00:10:51	00:00:01	00:03:15
12	Influenza (H3N2)	Paciente 12	10/07/2023 07:44:48 p. m.	60%	100%	00:11:14	00:08:38	00:00:01	00:02:35
13	Influenza (H1N1)	Paciente 13	10/07/2023 08:00:49 p. m.	66%	100%	00:11:13	00:08:37	00:00:02	00:02:34
14	Neumonía	Paciente 14	12/07/2023 06:18:51 p. m.	42%	100%	00:14:08	00:10:52	00:00:01	00:03:15
15	Asma	Paciente 15	12/07/2023 06:35:51 p. m.	94%	100%	00:11:12	00:08:37	00:00:03	00:02:32
16	Bronquitis crónica	Paciente 16	12/07/2023 06:59:52 p. m.	56%	100%	00:13:11	00:10:08	00:00:01	00:03:02
17	Influenza (H3N2)	Paciente 17	12/07/2023 07:15:50 p. m.	73%	100%	00:11:09	00:08:34	00:00:01	00:02:34
18	Asma	Paciente 18	14/07/2023 07:25:45 p. m.	80%	100%	00:14:09	00:10:53	00:00:01	00:03:15
19	Influenza (H3N2)	Paciente 19	14/07/2023 07:43:54 p. m.	63%	100%	00:11:08	00:08:33	00:00:03	00:02:32
20	Asma	Paciente 20	14/07/2023 07:58:52 p. m.	69%	100%	00:14:10	00:10:53	00:00:02	00:03:15
21	Neumonía grave	Paciente 21	14/07/2023 08:17:55 p. m.	36%	100%	00:12:15	00:09:25	00:00:02	00:02:48
22	Bronquitis crónica	Paciente 22	17/07/2023 06:23:59 p. m.	71%	100%	00:11:06	00:08:32	00:00:01	00:02:33
23	Asma	Paciente 23	17/07/2023 06:44:59 p. m.	84%	100%	00:13:08	00:10:06	00:00:01	00:03:01
24	Neumonía muy grave	Paciente 24	17/07/2023 07:04:10 p. m.	38%	100%	00:11:05	00:08:31	00:00:02	00:02:32
25	Influenza (H3N2)	Paciente 25	17/07/2023 07:26:53 p. m.	97%	100%	00:14:01	00:10:46	00:00:03	00:03:12
26	Bronquitis crónica	Paciente 26	19/07/2023 07:04:45 p. m.	90%	100%	00:13:01	00:10:00	00:00:00	00:03:01
27	Neumonía	Paciente 27	19/11/2022 08:37:00 a. m.	49%	100%	00:12:50	00:09:52	00:00:03	00:02:55
28	Bronquitis crónica	Paciente 28	19/11/2022 09:01:00 a. m.	75%	100%	00:13:07	00:10:05	00:00:01	00:03:01
29	Neumonía	Paciente 29	19/11/2022 09:29:00 a. m.	69%	100%	00:13:15	00:10:11	00:00:03	00:03:01

En la figura 43 el paciente puede visualizar el listado de los test de diagnóstico que ha realizado con los respectivos datos relacionados con el proceso esto se genera en la opción descarga Excel de la figura 42.

3) Evaluación de la integración: Casos de pruebas

Caja negra

Aquel elemento que se estudia desde el punto de vista de las entradas que recibe y las salidas o respuestas que produce, sin tener en cuenta su funcionamiento interno, se denomina "caja negra".

Los casos de prueba de uso del sistema se enumeran a continuación por tipo de prueba.

Tabla 43*Caso de uso de prueba: Registrar usuario*

Caso de uso de prueba				
Nombre	Registrar Usuario			
Tipo de Pruebas	Funcionalidad			
Numero de caso de prueba	1			
Descripción de la prueba	Registrar la información de los usuarios de manera correcta, así como también la actualización.			
Pre-Condiciones	---			
Post-Condiciones	La información se almacena satisfactoriamente en la base de datos. El usuario nuevo se conecta al sistema.			
Notas:				
Resultado DD/MM/YYYY (Pass/Fail/Warning/Incomplete)	Pass – Revisado (28/06/2023)			
	PASOS DE PRUEBA	RESULTADOS ESPERADOS	P	F
1	El usuario asignado entra a este modulo	El usuario ingresa al sistema satisfactoriamente	x	
2	El paciente registra sus datos como nuevo usuario	El registro es guardado en la base de datos satisfactoriamente	x	
3	Procede con la modificación de un usuario	Se remplazará la información modificada del usuario con éxito	x	

Tabla 44*Caso de uso de prueba: Inicio de sesión*

Caso de uso de prueba				
Nombre	Inicio de Sesión			
Tipo de Pruebas	Funcionalidad			
Numero de caso de prueba	2			
Descripción de la prueba	El usuario ingresa al Sistema Satisfactoriamente			
Pre-Condiciones	El usuario debe tener una cuenta en el sistema.			
Post-Condiciones	El usuario se dirige al menú principal.			
Notas:				
Resultado DD/MM/YYYY (Pass/Fail/Warning/Incomplete)	Pass – Revisado (28/06/2023)			
	PASOS DE PRUEBA	RESULTADOS ESPERADOS	P	F

1.	Si el usuario ingresa erróneamente sus datos	Se inicia sesión con datos erróneos, el sistema no los reconoce y muestra un mensaje indicando la situación.	x	
2.	Si el usuario ingresa correctamente sus datos	Se muestra satisfactoriamente la pantalla principal correspondiente a Usuario.	x	

Tabla 45

Caso de uso de prueba: Registrar test diagnóstico

Caso de uso de prueba				
Nombre		Registrar Test Diagnóstico		
Tipo de Pruebas		Funcionalidad		
Numero de caso de prueba		3		
Descripción de la prueba		Se registra y guarda correctamente las respuestas del test y muestra la predicción de la enfermedad con el mayor porcentaje de probabilidad.		
Pre-Condiciones		El usuario debe tener una cuenta en el sistema.		
Post-Condiciones		Predicción de diagnóstico		
Notas:				
Resultado DD/MM/YYYY (Pass/Fail/Warning/Incomplete)		Pass – Revisado (28/06/2023)		
	PASOS DE PRUEBA	RESULTADOS ESPERADOS	P	F
1	Selección de respuestas del test de diagnóstico de enfermedades respiratorias.	Se pueden seleccionar solo una respuesta por cada pregunta del test de diagnóstico de enfermedades respiratorias de forma satisfactoria.	x	
2	El paciente guarda sus respuestas de la prueba de diagnóstico de enfermedades respiratorias.	Se puede guardar satisfactoriamente las respuestas del examen de diagnóstico de enfermedades respiratorias en la base de datos.	x	
3	El paciente guarda sus respuestas del test de	Muestra la predicción de la enfermedad con el mayor	x	

diagnóstico de enfermedades respiratorias.	porcentaje de probabilidad de forma correcta		
--------------------------------------------	----------------------------------------------	--	--

Turnitin

- **11% de similitud general**

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 11% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	repositorio.uwiener.edu.pe Internet	3%
2	repositorio.ucv.edu.pe Internet	1%
3	repositorio.espe.edu.ec Internet	<1%
4	Submitted on 1687209048388 Submitted works	<1%
5	hdl.handle.net Internet	<1%
6	ri.ues.edu.sv Internet	<1%
7	repositorioacademico.usmp.edu.pe Internet	<1%
8	slideshare.net Internet	<1%