



**INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN INTELIGENTE**

**CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA  
COMPUTACIÓN**

**SISTEMAS EXPERTOS PROBABILÍSTICOS**

**8° A**



**MÉDICO CIRUJANO**

**ÁREA DE LA SALUD**

**PROPEDÉUTICA MÉDICA**

**6° A**

**MEDICIK: SISTEMA EXPERTO PARA EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES  
DENTRO DE LA PROPEDÉUTICA CLÍNICA**

**Dr. Eunice Esther Ponce de León  
Senti**

**Alumnos (*ingenieros de conocimiento*):**  
Espinoza Sánchez Joel Alejandro  
Flores Fernández Óscar Alonso  
Gómez Garza Dariana  
González Arenas Fernando Francisco

**Alumno (*experto de conocimiento*):**  
Martínez Velázquez Jonathan Emmanuel

**Fecha de Entrega:** Aguascalientes, Ags., 27 de mayo de 2022

# **MedICIk: Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades dentro de la Propedéutica Clínica**

## **MedICIk: Expert System to diagnose diseases considered in Clinical Propaedeutics**

**Joel Alejandro Espinoza Sánchez<sup>I</sup>, Óscar Alonso Flores Fernández<sup>I</sup>, Dariana Gómez Garza<sup>I</sup>, Fernando Francisco González Arenas<sup>I</sup>, Jonathan Emmanuel Martínez Velázquez<sup>II</sup>**

I. Universidad Autónoma de Aguascalientes, Ingeniería en Computación Inteligente. México.

II. Tecnológico de Monterrey, Médico Cirujano. México.

---

### **Resumen**

El presente refleja un esfuerzo multidisciplinario entre Medicina e Inteligencia Artificial para producir un sistema experto capaz de diagnosticar enfermedades respiratorias entre las que se escogieron algunas muy similares al COVID-19.

**Palabras claves:** Medicina, Inteligencia artificial, sistema experto, enfermedades respiratorias.

---

### **Abstract**

The current project shows a multi-disciplinary effort between Medical Science and Artificial Intelligence in order to build an expert system capable to diagnose different respiratory diseases similar to the disease produced by the COVID-19 virus.

**Keywords:** Medical science, Artificial, intelligence, expert system, respiratory diseases.

# Índice

Introducción -----1

Desarrollo del sistema experto determinístico-----3

Desarrollo del sistema experto probabilístico-----7

Conclusiones -----7

Referencias Bibliográficas -----8

Anexos -----9

# Introducción

La medicina es la ciencia de la salud dedicada a la prevención, diagnóstico, pronóstico y tratamiento de las enfermedades, lesiones y problemas de salud de los seres humanos. Dentro de todo el estudio médico, existe una rama dedicada a la especialización de cómo realizar el diagnóstico de enfermedades de manera eficiente. Se trata de la Propedéutica Clínica y busca tener procedimientos para identificar una enfermedad, entidad nosológica, síndrome o cualquier estado de salud.

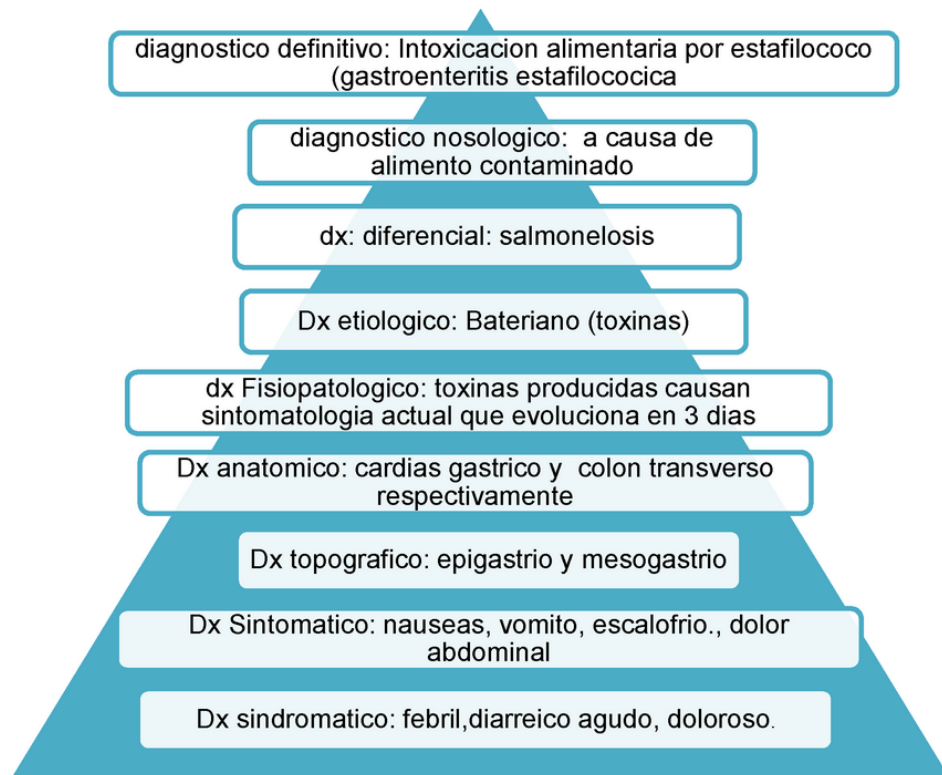
Argente y Álvarez (2021) mencionan que “Una de las principales actividades del médico es enfrentarse todos los días con pacientes enfermos y, ante la situación de incertidumbre acerca de cuál es el problema que padece establecer un diagnóstico”.

Estos mismos autores afirman que el médico debe reconocer:

1. Síndrome: Generado por la respuesta del organismo a la enfermedad y constituido por un conjunto de síntomas (manifestaciones que percibe el paciente) y signos (manifestaciones que descubre el médico mediante el examen físico o los estudios complementarios).
2. Enfermedad: Trastorno bioquímico, anatómico, fisiológico o psicológico cuya etiología fisiopatológica, cuadro clínico y tratamiento se describen en los textos de medicina y cuyo estudio es la nosología.
3. Situación: El contexto cultural, socioeconómico y psicológico en el que se encuentra el paciente.

La literatura médica hace referencia a los sistemas expertos como sistemas de apoyo para las decisiones clínicas que buscan proveer al médico de información específica e inteligentemente procesada por computadoras para apoyar u optimizar el proceso de la toma de decisiones clínicas para mejorar la atención y cuidado de los pacientes. Algunos ejemplos de estos sistemas son DxPlain, VisualDx e Isabel. El presente equipo realizará un sistema similar a los anteriormente mencionados con el objetivo de diagnosticar algunas enfermedades que tengan similitud con el virus del COVID-19 así como los síntomas que éste presenta motivados por la curiosidad y avidez de conocimiento de los integrantes de este equipo para traer un aporte bajo enfoque multidisciplinario entre la Medicina y el área de la Ingeniería enfocada en Inteligencia Artificial.

Para realizar el diagnóstico del sistema experto en cuestión se tomará como referencia la pirámide diagnóstica que propone Dávila y que puede observarse en la siguiente figura.



Esta pirámide establece que para realizar un diagnóstico, es necesario pasar por distintas fases, en orden, hay que realizar un análisis:

- 1) Sindromático.
- 2) Sintomático.
- 3) Topográfico.
- 4) Anatómico.
- 5) Fisiopatológico.
- 6) Etiológico.
- 7) Diferencial.
- 8) Nosológico.
- 9) Definitivo.

Añadido a el análisis anterior también es necesario realizar una historia clínica que es un documento médico que refiere las características de la enfermedad desde el punto de vista de esta área de la ciencia con descripción de hallazgos semiológicos, configuración de síndromes, medidas diagnósticas y terapéuticas implementadas. Este documento también refleja propiedades científicas, legales, económicas y humanas que para el estudio del presente documento nos enfocaremos en su percepción médica la cual debe constatar la anamnesis, examen físico, resumen semiológico, consideraciones diagnósticas, evolución diaria y epicrisis las que se abordarán a lo largo del desarrollo del sistema experto.

# Desarrollo del Sistema Experto Determinístico

Para el presente, el equipo investigó algunas de las enfermedades en las fuentes consultadas. Por cuestiones de tiempo se decidió descartar un conjunto notable de enfermedades de modo que el equipo trabajó con el diagnóstico de enfermedades respiratorias que pudieran tener tanta similitud con el COVID-19 que pudieran confundirse. Las enfermedades tratadas fueron las siguientes:

- COVID-19.
- Influenza.
- Gripe común.
- Bronquitis aguda.
- Asma bronquial.

Gracias al análisis propedéutico clínico brindado por el experto Jonathan Emmanuel Martínez Velázquez se pudieron tratar estas enfermedades a partir de una serie de pasos deductivos para poder diferenciar cada una de las enfermedades.

A nivel técnico, se trató de tener un promedio de dos capas deductivas por enfermedad y también tomar en cuenta que estos síntomas se cruzaban dado que poseían algunas similitudes entre sí.

A través de una serie de preguntas, el problema de decisión era diagnosticar si el paciente estaba enfermo de alguna de las enfermedades anteriormente mencionadas; para ello se realizó la investigación de enfermedades que conllevaban a la decisión final de cada enfermedad y que estará definida por ausencia o presencia de los síntomas. Para esto, se pasará a mencionar cada una de las variables a usar. Cabe destacar que sólo se habla de presencia o ausencia, los únicos valores que pueden tomar las variables serán booleanos, es decir, verdadero o falso.

Las variables que se usaron fueron las siguientes:

- Fiebre: Denotará la presencia o ausencia de fiebre.
- Tos: Denotará la presencia o ausencia de tos.
- Cuerpo\_Cortado: Denotará la presencia o ausencia de la sensación de cuerpo cortado.
- Cansancio: Denotará la presencia o ausencia de cansancio.
- Mialgia: Denotará la presencia o ausencia de mialgia.
- Dolor\_Muscular: Denotará la presencia o ausencia de dolor muscular corporal.
- Fatiga: Denotará la presencia o ausencia de fatiga.
- Dolor\_Cabeza: Denotará la presencia o ausencia de dolores de cabeza.
- Dificultad\_Respiratoria: Denotará la presencia o ausencia de dificultad respiratoria.

- Inflamación\_Via\_Aerea: Denotará la presencia o ausencia de inflamaciones en las vías aéreas.
- Dolor\_Garganta: Denotará la presencia o ausencia de dolor de garganta.
- Inflamación\_Corporal: Denotará la presencia o ausencia de inflamación corporal.
- Baja\_Presion: Denotará la presencia o ausencia de baja presión.
- Ritmo\_Cardiaco\_Acelerado: Denotará la presencia o ausencia de ritmo cardiaco acelerado.
- Sepsis: Denotará la presencia o ausencia de sepsis.
- Moqueo: Denotará la presencia o ausencia de moqueo constante.
- Estornudos: Denotará la presencia o ausencia de estornudos.
- Flujo\_Nasal: Denotará la presencia o ausencia de flujo nasal.
- Ojos\_Llorosos: Denotará la presencia o ausencia de ojos llorosos.
- Comezon\_Ojos: Denotará la presencia o ausencia de comezón en los ojos.
- Rinitis\_Alergica: Denotará la presencia o ausencia de rinitis alérgica.
- Garganta\_Cerrada: Denotará la presencia o ausencia de garganta cerrada.
- Broncoconstriccion: Denotará la presencia o ausencia de broncoconstricción aguda por contracción del músculo.
- Obstrucción\_Bronquial: Denotará la presencia o ausencia de obstrucción bronquial.
- Gradual: Denotará el incremento de los síntomas. Verdadero para denotar un incremento gradual o falso para uno repentino.
- Pocos\_Dias: Denotará la cantidad de días que el paciente ha mantenido los síntomas. Verdadero denota menos de una semana. Falso denota una semana o más.
- Alta\_Recurrencia: Denota la frecuencia de aparición de los síntomas. Verdadero denota una sensación muy recurrente de los síntomas. Falso denota una sensación no tan abrumadora de los síntomas.
- Covid: Denotará la presencia o ausencia de COVID-19.
- Influenza: Denotará la presencia o ausencia de influenza.
- Gripe: Denotará la presencia o ausencia de gripe.
- Bronquitis\_Aguda: Denotará la presencia o ausencia de bronquitis aguda.
- Asma\_Bronquial: Denotará la presencia o ausencia de asma bronquial.

El sistema de reglas no es tan complejo, pero requiere de ser descrito para su comprensión pues está hilado bajo ciertas capas que permite la inferencia de los distintos síntomas y signos presentados anteriormente. Las reglas se presentan en el cuadro que se encuentra a continuación:

Variable	Regla
Fiebre	Dada por el usuario
Tos	Dada por el usuario

Cuerpo_Cortado	Dada por el usuario
Cansancio	Dada por el usuario
Mialgia	Cuerpo_Cortado $\cap$ Cansancio
Dolor_Muscular	Dada por el usuario
Fatiga	Dolor_Muscular $\cap$ Cansancio
Dolor_Cabeza	Dada por el usuario
Dificultad_Respiratoria	Dada por el usuario
Inflamación_Via_Aerea	Dificultad_Respiratoria
Dolor_Garganta	Dada por el usuario
Inflamación_Corporal	Dada por el usuario
Baja_Presion	Dada por el usuario
Ritmo_Cardiaco_Acelerado	Dada por el usuario
Sepsis	Inflamación_Corporal $\cap$ Fiebre $\cap$ Baja_Presion $\cap$ Ritmo_Cardiaco_Acelerado
Moqueo	Dada por el usuario
Estornudos	Dada por el usuario
Flujo_Nasal	Moqueo $\cap$ Estornudos
Ojos_Llorosos	Dada por el usuario
Comezon_Ojos	Dada por el usuario
Rinitis_Alergica	Ojos_Llorosos $\cap$ Estornudos $\cap$ Comezon_Ojos
Garganta_Cerrada	Dada por el usuario
Broncoconstriccion	Garganta_Cerrada
Obstrucción_Bronquial	Inflamación_Via_Aerea $\cap$ Broncoconstriccion
Gradual	Dada por el usuario
Pocos_Dias	Dada por el usuario
Alta_Recurrencia	Dada por el usuario
Covid	Fiebre $\cap$ Tos $\cap$ Mialgia $\cap$ Fatiga $\cap$ Dolor_Cabeza $\cap$ Inflamación_Via_Aerea
Influenza	Fiebre $\cap$ Gradual $\cap$ Dolor_Garganta $\cap$ Sepsis
Gripe	Fiebre $\cap$ Pocos_Dias $\cap$ Flujo_Nasal $\cap$ $\sim$ Gradual $\cap$ Fatiga
Bronquitis_Aguda	Inflamación_Via_Aerea $\cap$ Tos $\cap$ Flujo_Nasal $\cap$ $\sim$ Pocos_Dias $\cap$ Rinitis_Alergica
Asma_Bronquial	Obstrucción_Bronquial $\cap$ Rinitis_Alergica $\cap$ Alta_Recurrencia

El prototipo del sistema fue desarrollado en el lenguaje de programación Python, aplicando estas reglas para el diagnóstico de estas enfermedades; código que puede consultarse en el anexo 1 de este documento.



Puede observarse que el sistema requiere de ciertas deducciones internas antes de diagnosticar alguna de las enfermedades mencionadas. Es necesario que el sistema encuentre, por ejemplo, que el paciente padece una obstrucción bronquial para diagnosticarlo con asma bronquial; padecimiento que encuentra sólo si la historia clínica muestra una inflamación de las vías aéreas y una broncoconstricción.

Este síntoma y otros más necesitan ser inferidos como un proceso interno, algunos otros ejemplos son el flujo nasal, la rinitis alérgica o incluso la inferencia de sepsis.

## Desarrollo del Sistema Experto Probabilístico

Este sistema está basado en el sistema experto determinístico previamente desarrollado. Para reforzar el sistema experto determinístico, este sistema fue ligeramente modificado y mejorado para eliminar aquellas variables que deducían directamente un valor sobre una sola causa anterior. Un ejemplo es la inflamación de la vía aérea, que sólo dependía de la dificultad al respirar. Ahora para este sistema, ejemplos como el anterior han sido eliminados.

Las variables son las mismas que en el sistema experto anterior; son las reglas las que se han modificado para modelar de forma óptima la capacidad probabilística de la red del sistema. En el anexo 3 se presenta el equivalente al anexo 2 del sistema anterior – es decir, el árbol de inferencia de síntomas para este caso – en el que puede observarse con mayor claridad la diferencia con el anexo previo.

A continuación, se desglosa por fases (o también, por capas de la red) el seguimiento de cada variable en la red según los predecesores de cada nodo, las afectaciones en capas sucesoras, la descripción de probabilidades y otros datos necesarios a saber por cada nodo.

Variable	Predecesoras	Sucesoras	Probabilidad
Fiebre	-	Covid Sepsis Gripe	33.333% (1/3) 26.666% (4/15) 40% (2/5)
Tos	-	Inflamación_Via_Aerea Broncoconstriccion	83.333% (5/6) 16.666% (1/6)
Cuerpo_Cortado	-	Mialgia	100% (1/1)
Cansancio	-	Mialgia Fatiga	33.333% (1/3) 66.666% (2/3)
Mialgia	Cuerpo_Cortado Cansancio	Covid	100% (1/1)
Dolor_Muscular	-	Fatiga	100% (1/1)
Fatiga	Dolor_Muscular Cansancio	Covid Gripe	54.545% (6/11) 45.454% (5/11)
Dolor_Cabeza	-	Covid Influenza	60% (3/5) 40% (2/5)
Dificultad_Respiratoria	-	Inflamación_Via_Aerea	100% (1/1)
Inflamación_Via_Aerea	Dificultad_Respiratoria Tos Moqueo	Covid Bronquitis_Aguda Obstrucción_Bronquial	40% (2/5) 30% (3/10) 30% (3/10)
Dolor_Garganta	-	Influenza Gripe	50% (1/2) 50% (1/2)
Inflamación_Corporal	-	Sepsis	100% (1/1)
Baja_Presion	-	Sepsis	100% (1/1)
Ritmo_Cardiaco_Acelerado	-	Sepsis	100% (1/1)
Sepsis	Inflamación_Corporal	Influenza	100% (1/1)

	Fiebre Baja_Presion Ritmo_Cardiaco_Acelerado		
Moqueo	-	Inflamación_Via_Aerea Flujo_Nasal Bronquitis_Aguda	2% (2/100) 50% (1/2) 48% (12/25)
Estornudos	-	Flujo_Nasal Rinitis_Alergica	75% (3/4) 25% (1/4)
Flujo_Nasal	Moqueo Estornudos	Gripe	100% (1/1)
Ojos_Llorosos	-	Rinitis_Alergica	100% (1/1)
Comezon_Ojos	-	Rinitis_Alergica	100% (1/1)
Rinitis_Alergica	Ojos_Llorosos Estornudos Comezon_Ojos	Bronquitis_Aguda Asma_Bronquial	60% (3/5) 40% (2/5)
Garganta_Cerrada	-	Broncoconstriccion	100% (1/1)
Broncoconstriccion	Garganta_Cerrada Tos	Obstrucción_Bronquial	100% (1/1)
Obstrucción_Bronquial	Inflamación_Via_Aerea Broncoconstriccion	Asma_Bronquial	100% (1/1)
Gradual	-	Influenza Gripe	80% (4/5) 20% (1/5)
Pocos_Dias	-	Gripe Bronquitis_Aguda	80% (4/5) 20% (1/5)
Alta_Recurrencia	-	Gripe Asma_Bronquial	50% (1/2) 50% (1/2)
Covid	Fiebre Mialgia Fatiga Dolor_Cabeza Inflamación_Via_Aerea	-	-
Influenza	Gradual Dolor_Garganta Sepsis Dolor_Cabeza	-	-
Gripe	Fiebre Gradual Dolor_Garganta Pocos_Dias Flujo_Nasal Alta_Recurrencia Fatiga	-	-
Bronquitis_Aguda	Inflamación_Via_Aerea Moqueo Pocos_Dias Rinitis_Alergica	-	-
Asma_Bronquial	Obstrucción_Bronquial Rinitis_Alergica Alta_Recurrencia	-	-

Estos valores son los que se han implementado a una red bayesiana implementada en software, el cual permite simular el comportamiento de los porcentajes, elegidos junto al especialista de conocimiento, ayudando en las ponderaciones correctas.

Posterior a esto, es necesario crear una tabla de probabilidades en función de cada nodo y sus predecesores. Esto se hará a continuación comenzando con los nodos finales y retrocediendo en la red bayesiana.

Así, tomando los últimos nodos de la tabla, se comenzará con el nodo de Asma\_Bronquial a continuación:

		Asma_Bronquial	
		Sí	No
Obstruccion_Bronquial	Sí	90% (9/10)	10% (1/10)
	No	10% (1/10)	90% (9/10)
Rinitis_Alergica	Sí	40% (2/5)	60% (3/5)
	No	60% (3/5)	40% (2/5)
Alta_Recurrencia	Sí	50% (1/2)	50% (1/2)
	No	50% (1/2)	50% (1/2)

A continuación, Bronquitis\_Aguda:

		Bronquitis_Aguda	
		Sí	No
Inflamacion_Via_Aerea	Sí	30% (3/10)	70% (7/10)
	No	70% (7/10)	30% (3/10)
Moqueo	Sí	48% (12/25)	52% (13/25)
	No	52% (13/25)	48% (12/25)
Pocos_Dias	Sí	20% (1/5)	80% (4/5)
	No	80% (4/5)	20% (1/5)
Rinitis_Alergica	Sí	60% (3/5)	40% (2/5)
	No	40% (2/5)	60% (3/5)

Ahora, Gripe:

		Gripe	
		Sí	No
Fiebre	Sí	40% (2/5)	60% (3/5)
	No	60% (3/5)	40% (2/5)
Gradual	Sí	20% (1/5)	80% (4/5)
	No	80% (4/5)	20% (1/5)
Dolor_Garganta	Sí	50% (1/2)	50% (1/2)
	No	50% (1/2)	50% (1/2)
Pocos_Dias	Sí	80% (4/5)	20% (1/5)
	No	20% (1/5)	80% (4/5)
Flujo_Nasal	Sí	90% (9/10)	10% (1/10)
	No	10% (1/10)	90% (9/10)
Alta_Recurrencia	Sí	50% (1/2)	50% (1/2)
	No	50% (1/2)	50% (1/2)
Fatiga	Sí	45.454% (5/11)	54.545% (6/11)
	No	54.545% (6/11)	45.454% (5/11)

A continuación, Influenza:

		Influenza	
		Sí	No
Gradual	Sí	80% (4/5)	20% (1/5)
	No	20% (1/5)	80% (4/5)
Dolor_Garganta	Sí	50% (1/2)	50% (1/2)
	No	50% (1/2)	50% (1/2)
Sepsis	Sí	90% (9/10)	10% (1/10)
	No	10% (1/10)	90% (9/10)
Dolor_Cabeza	Sí	40% (2/5)	60% (3/5)
	No	60% (3/5)	40% (2/5)

La siguiente tabla refiere a los valores de probabilidad de COVID, siendo la última de la capa final de la red bayesiana:

		COVID	
		Sí	No
Fiebre	Sí	33.333% (1/3)	66.666% (2/3)
	No	66.666% (2/3)	33.333% (1/3)
Mialgia	Sí	90% (9/10)	10% (1/10)
	No	10% (1/10)	90% (9/10)
Fatiga	Sí	54.545% (6/11)	45.454% (5/11)
	No	45.454% (5/11)	54.545% (6/11)
Dolor_Cabeza	Sí	60% (3/5)	40% (2/5)
	No	40% (2/5)	60% (3/5)
Inflamacion_Via_Aerea	Sí	40% (2/5)	60% (3/5)
	No	60% (3/5)	40% (2/5)

Continuando con la capa anterior de la red bayesiana, se muestra la tabla de probabilidades para la variable Obstruccion\_Bronquial:

		Obstruccion_Bronquial	
		Sí	No
Inflamacion_Via_Aerea	Sí	30% (3/10)	70% (7/10)
	No	70% (7/10)	30% (3/10)
Broncoconstriccion	Sí	90% (9/10)	10% (1/10)
	No	10% (1/10)	90% (9/10)

A continuación, se presenta la tabla de probabilidades que respecta a la variable de la red Broncoconstricción:

		Broncoconstricción	
		Sí	No
Garganta_Cerrada	Sí	90% (9/10)	10% (1/10)
	No	10% (1/10)	90% (9/10)
Tos	Sí	16.666% (1/6)	83.333% (5/6)
	No	83.333% (5/6)	16.666% (1/6)

A continuación, la tabla de la variable Rinitis\_Alergica:

		Rinitis_Alergica	
		Sí	No
Ojos_Llorosos	Sí	90% (9/10)	10% (1/10)
	No	10% (1/10)	90% (9/10)
Estornudos	Sí	25% (1/4)	75% (3/4)
	No	75% (3/4)	25% (1/4)
Comezon_Ojos	Sí	90% (9/10)	10% (1/10)
	No	10% (1/10)	90% (9/10)

Se presenta la siguiente tabla referente a la variable Flujo\_Nasal:

		Flujo_Nasal	
		Sí	No
Moqueo	Sí	50% (1/2)	50% (1/2)
	No	50% (1/2)	50% (1/2)
Estornudos	Sí	75% (3/4)	25% (1/4)
	No	25% (1/4)	75% (3/4)

La siguiente tabla se trata de la variable Sepsis:

		Sepsis	
		Sí	No
Inflamacion_Corporal	Sí	90% (9/10)	10% (1/10)
	No	10% (1/10)	90% (9/10)
Fiebre	Sí	26.666% (4/15)	73.333% (11/15)
	No	73.333% (11/15)	26.666% (4/15)
Baja_Presion	Sí	90% (9/10)	10% (1/10)
	No	10% (1/10)	90% (9/10)
Ritmo_Cardiaco_Acelerado	Sí	90% (9/10)	10% (1/10)
	No	10% (1/10)	90% (9/10)

A continuación, la tabla para Inflamacion\_Via\_Aerea:

		Inflamacion_Via_Aerea	
		Sí	No
Dificultad_Respiratoria	Sí	90% (9/10)	10% (1/10)
	No	10% (1/10)	90% (9/10)
Tos	Sí	83.333% (5/6)	16.666% (1/6)
	No	16.666% (1/6)	83.333% (5/6)
Moqueo	Sí	2% (1/50)	98% (49/50)
	No	98% (49/50)	2% (1/50)

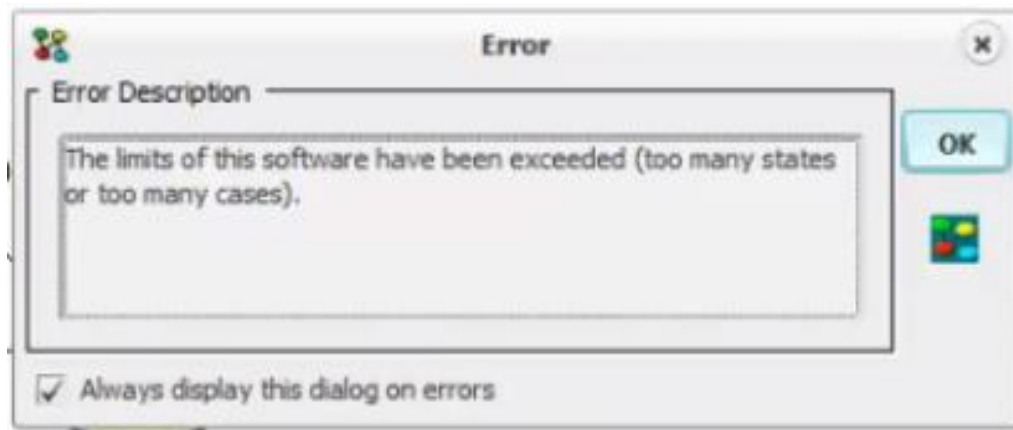
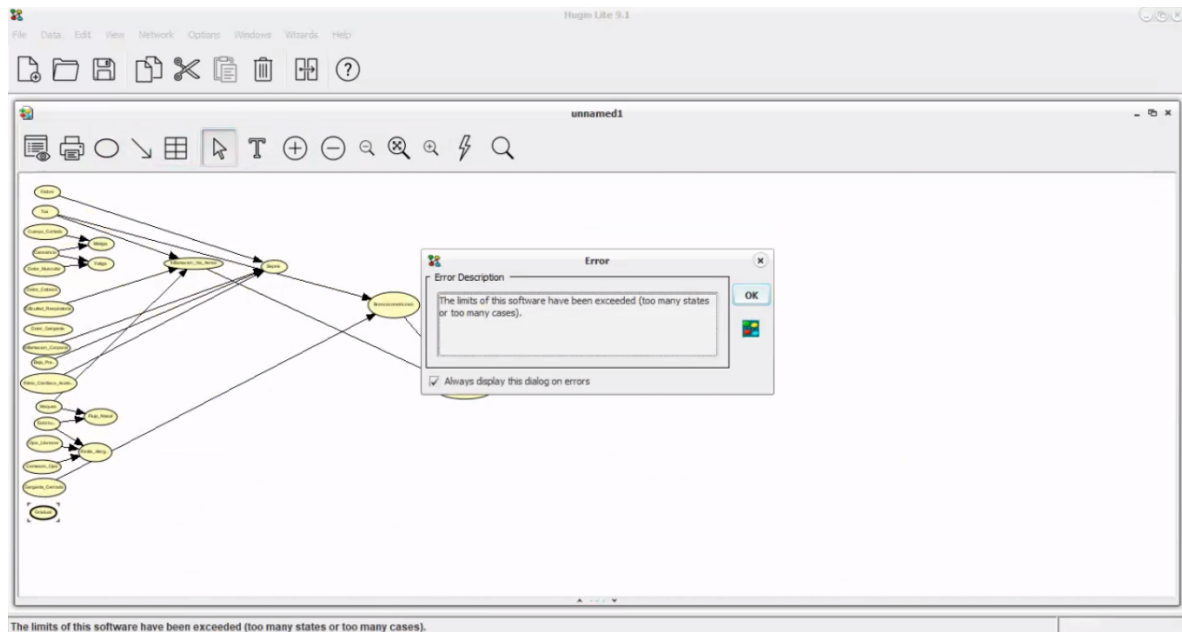
La siguiente tabla muestra las probabilidades de la variable Fatiga:

		Fatiga	
		Sí	No
Dolor_Muscular	Sí	90% (9/10)	10% (1/10)
	No	10% (1/10)	90% (9/10)
Cansancio	Sí	66.666% (2/3)	33.333% (1/3)
	No	33.333% (1/3)	66.666% (2/3)

Por último, la siguiente tabla muestra las probabilidades de la variable Mialgia:

		Mialgia	
		Sí	No
Cuerpo_Cortado	Sí	90% (9/10)	10% (1/10)
	No	10% (1/10)	90% (9/10)
Cansancio	Sí	33.333% (1/3)	66.666% (2/3)
	No	66.666% (2/3)	33.333% (1/3)

También es necesario llevar este modelo a un software como el propuesto en clase Hugin Expert. Sin embargo, el equipo encontró al probar con el software, problemas para modelar la red bayesiana dentro del sistema, pues la cantidad de nodos límite que el sistema tiene no es suficiente para modelar el problema en cuestión:



Por ello se tuvo que buscar la alternativa de presentar la solución en algún lenguaje de programación. Para este proyecto se eligió entonces trabajar con el lenguaje de programación Python y desarrollar ahí la red bayesiana correspondiente al proyecto.

a



## Conclusiones

**Conclusión general:** El presente documento permitió sacar como conjeturas algunas tales como la utilidad de estos sistemas dentro del área de la medicina. Este sistema es un sistema pequeño, pero que tiene grandes capacidades de mejora para eventualmente presentarse como software parecido, a saber, DxPlain, VisualDx o Isabel que pueden obtener resultados de diagnóstico muy amplio en cuanto a enfermedades y consideraciones que deben hacerse. Se observó también que como propuesta de mejora, las enfermedades y las capas de deducción podrían ampliarse para incrementar la robustez del sistema experto.

**Joel Alejandro Espinoza Sánchez:** Este proyecto final nos sirvió para plasmar en práctica los conocimientos que hemos revisado a lo largo de esta materia, donde pudimos elegir un ejemplo práctico de nuestro gusto y así usar el estudio que llevamos para resolver una problemática de nuestro interés. Fue muy interesante implementar la lógica de la teoría revisada dentro del sistema experto tanto para la versión del sistema determinístico como la del probabilístico.

**Óscar Alonso Flores Fernández:** Este proyecto me ayudó a conocer más respecto al tema de inferencia en sistemas expertos. Un sistema experto es útil al momento de buscar soluciones por medio de predicciones, así que aprender a implementar uno así sea en una aplicación básica, en un futuro lo podríamos implementar en problemas mayores que serán de gran ayuda.

**Dariana Gómez Garza:** A lo largo de la realización de este proyecto final, reforzamos cómo tomar decisiones y cómo un diagnóstico te puede llevar otro tomando en cuenta todos los síntomas que lo compone. También fue interesante llevar a cabo lo que practicamos en clase hacia la programación y la educción estadística necesaria. Fue un reto para nosotros encontrar todos los síntomas y que éstos no se dedujeran directamente, sino que formaran capas entre sí y que tuviera sentido los diagnósticos que se arrojaban.

**Fernando Francisco González Arenas:** Al realizar las actividades de este proyecto aprendí muchas cosas sobre la recopilación de información e inferencia de la misma a través de los mecanismos que aprendimos y que es una gran fuente de información con la cual se pueden entrenar distintos sistemas que ayuden en la medicina, lo cual es muy útil para identificar síntomas negativos como en nuestro caso, enfermedades respiratorias.

## Referencias Bibliográficas

- Argente, H., Álvarez, M. (2021). *Semiología Médica. Fisiopatología, Semiología y Propedéutica*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Llanio, R., Perdomo, G. (2003). *Propedéutica Clínica y Semiología Médica*. Ciudad de La Habana: Editorial Ciencias Médicas.
- Varela, C. (2007). *Semiología y Propedéutica Clínica*. Buenos Aires: Editorial Atlante.

# Anexos

## Anexo 1: Código del sistema experto determinístico en el lenguaje de programación Python:

```
'''
    Universidad Autónoma de Aguascalientes
    Centro de Ciencias Básicas
    Departamento de Ciencias de la Computación
    Sistemas Expertos Probabilísticos
    8º "A"

    MedICIk: Sistema Experto para el Diagnóstico de
    Enfermedades dentro de la Propedéutica Clínica

    Dr. Eunice Esther Ponce de León Senti

    Alumnos:
    Espinoza Sánchez Joel Alejandro
    Flores Fernández Óscar Alonso
    Gómez Garza Dariana
    González Arenas Fernando Francisco

    Fecha de Entrega: Aguascalientes, Ags., 15 de abril del 2022
    '''

print("¿Usted tiene fiebre?")
Fiebre = '1' == input()

print("¿Usted tiene tos?")
Tos = '1' == input()

print("¿Usted tiene cuerpo cortado?")
Cuerpo_Cortado = '1' == input()

print("¿Usted tiene cansancio?")
Cansancio = '1' == input()

Mialgia = Cuerpo_Cortado and Cansancio

print("¿Usted tiene dolor muscular corporal?")
Dolor_Muscular = '1' == input()

Fatiga = Dolor_Muscular and Cansancio

print("¿Usted tiene dolor de cabeza?")
```

```

Dolor_Cabeza = '1' == input()

print("¿Usted tiene dificultades al respirar?")
Dificultad_Respiratoria = '1' == input()

Inflamacion_Via_Aerea = Dificultad_Respiratoria

print("¿Usted tiene dolor de garganta?")
Dolor_Garganta = '1' == input()

print("¿Usted tiene alguna inflamación corporal?")
Inflamacion_Corporal = '1' == input()

print("¿Usted experimentó una disminución de la presión?")
Baja_Presion = '1' == input()

print("¿Usted tuvo ritmo cardiaco acelerado?")
Ritmo_Cardiaco_Acelerado = '1' == input()

Sepsis = Inflamacion_Corporal and Fiebre and Baja_Presion and
Ritmo_Cardiaco_Acelerado

print("¿Usted ha tenido moqueo constante?")
Moqueo = '1' == input()

print("¿Usted ha tenido estornudos constantes?")
Estornudos = '1' == input()

Flujo_Nasal = Moqueo and Estornudos

print("¿Usted ha tenido ojos llorosos?")
Ojos_Llorosos = '1' == input()

print("¿Usted ha tenido comezón en los ojos?")
Comezon_Ojos = '1' == input()

Rinitis_Alergica = Ojos_Llorosos and Estornudos and Comezon_Ojos

print("¿Usted ha sentido la garganta cerrada?")
Garganta_Cerrada = '1' == input()

Broncoconstriccion = Garganta_Cerrada

Obstruccion_Bronquial = Inflamacion_Via_Aerea and Broncoconstriccion

print("¿Los síntomas fueron graduales?")

```

```

Gradual = '1' == input()

print("¿Ha experimentado los síntomas por más de una semana?")
Pocos_Dias = not ('1' == input())

print("¿Los síntomas presentan alta recurrencia?")
Alta_Recurrencia = '1' == input()

Covid = Fiebre and Tos and Mialgia and Fatiga and Dolor_Cabeza and
Inflamacion_Via_Aerea
Influenza = Fiebre and Gradual and Dolor_Garganta and Sepsis
Gripe = Fiebre and Pocos_Dias and Flujo_Nasal and (not Gradual) and
Fatiga
Bronquitis_Aguda = Inflamacion_Via_Aerea and Tos and Flujo_Nasal and (not
Pocos_Dias) and Rinitis_Alergica
Asma_Bronquial = Obstruccion_Bronquial and Rinitis_Alergica and
Alta_Recurrencia

if Covid:
    print("Usted tiene COVID-19")
else:
    print("Usted no tiene COVID-19")

if Influenza:
    print("Usted tiene influenza")
else:
    print("Usted no tiene influenza")

if Gripe:
    print("Usted tiene gripe")
else:
    print("Usted no tiene gripe")

if Bronquitis_Aguda:
    print("Usted tiene bronquitis aguda")
else:
    print("Usted no tiene bronquitis aguda")

if Asma_Bronquial:
    print("Usted tiene asma bronquial")
else:
    print("Usted no tiene asma bronquial")

if not (Covid or Influenza or Gripe or Bronquitis_Aguda or
Asma_Bronquial):
    print("Usted no padece de las enfermedades aquí tratadas")

```

```
print("Consulte a su médico para una mayor información de  
enfermedades respiratorias")
```

## **Anexo 2: Árbol de inferencia de síntomas y signos para detectar enfermedad en el sistema determinístico:**

- COVID-19
  - Fiebre
  - Tos
  - Mialgia
    - Cuerpo cortado
    - Cansancio
  - Fatiga
    - Dolores musculares corporales
    - Cansancio
  - Dolor de cabeza
  - Inflamación de la vía aérea
    - Dificultad al respirar
- Influenza
  - Fiebre
  - Gradual
  - Dolor de garganta
  - Sepsis
    - Inflamación corporal
    - Fiebre
    - Baja presión
    - Ritmo cardíaco acelerado
- Gripe
  - Fiebre
  - Cinco días como máximo con síntomas
  - Flujo nasal
    - Moqueo
    - Estornudos
  - Repentino
  - Fatiga
    - Dolores musculares corporales
    - Cansancio
- Bronquitis aguda
  - Inflamación de la vía aérea
    - Dificultad al respirar
  - Tos
  - Producción de mucosidad
  - Mínimo de 3 semanas con síntomas
  - Rinitis alérgica
    - Ojos llorosos
    - Estornudos

- Comezón en ojos
- Asma bronquial
  - Obstrucción bronquial
    - Inflamación de la vía aérea
      - Dificultad al respirar
    - Broncoconstricción aguda por contracción del músculo
      - Garganta cerrada
  - Rinitis alérgica
    - Ojos llorosos
    - Estornudos
    - Comezón en ojos
  - Alta recurrencia



**Anexo 3: Árbol de inferencia de síntomas y signos para detectar enfermedad en el sistema experto probabilístico:**

- COVID-19
  - Fiebre
  - Mialgia
    - Cuerpo cortado
    - Cansancio
  - Fatiga
    - Dolores musculares corporales
    - Cansancio
  - Dolor de cabeza
    - Inflamación de la vía aérea
    - Dificultad al respirar
    - Tos
    - Carencia de mocos
- Influenza
  - Gradual
  - Dolor de garganta
  - Sepsis
    - Inflamación corporal
    - Fiebre
    - Baja presión
    - Ritmo cardíaco acelerado
  - Dolor de cabeza
- Gripe
  - Fiebre
  - Dolor de garganta
  - Cinco días como máximo con síntomas
  - Flujo nasal
    - Moqueo
    - Estornudos
  - Repentino
  - Fatiga
    - Dolores musculares corporales
    - Cansancio
- Bronquitis aguda
  - Inflamación de la vía aérea
    - Dificultad al respirar
    - Tos
    - Carencia de mocos
  - Producción de mucosidad
  - Mínimo de 3 semanas con síntomas

- Rinitis alérgica
  - Ojos llorosos
  - Estornudos
  - Comezón en ojos
- Asma bronquial
  - Obstrucción bronquial
    - Inflamación de la vía aérea
      - Dificultad al respirar
      - Tos
      - Carencia de mocos
    - Broncoconstricción aguda por contracción del músculo
      - Garganta cerrada
      - Falta de aire
      - Tos
  - Rinitis alérgica
    - Ojos llorosos
    - Estornudos
    - Comezón en ojos
  - Alta recurrencia