



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Informática

**Proyecto Final:**

# **Diagnóstico de Enfermedades aplicando la Lógica Difusa**

Enrique Aguilar Orozco (Exp. 227261)  
Sarai de Jesús Gil Ramos (Exp. 253830)  
Alberto Torres Mayorga (Exp. 253829)  
Fernando Ortiz Rico Celio (Exp. 253827)

## Enfermedades Respiratorias

Después de definir la agrupación de enfermedades (respiratorias) con las cuales se trabajaría, procedimos a investigar 3 puntos principales de cada una: sus síntomas, una breve descripción y el tratamiento a seguir para recuperarse.

A continuación se muestra un resumen de lo indagado.

Enfermedad	Síntomas	Descripción	Recomendaciones (Tratamiento)
<b>Resfriado común o gripe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escurrimiento</li> <li>- Congestión nasal (rinorrea)</li> <li>- Estornudos</li> <li>- Tos</li> <li>- Disminución del apetito</li> <li>- Dolor de cabeza</li> <li>- Dolores musculares</li> <li>- Dolor de garganta</li> <li>- Fiebre de bajo grado</li> </ul>	<p>Es una infección causada por virus. Se denomina resfriado común por una buena razón. Hay más de mil millones de resfriados en los Estados Unidos al año. Los resfriados pueden ocurrir en cualquier momento del año, pero son más comunes en invierno o en temporadas de lluvias. Las personas son más contagiosas durante los primeros 2 a 3 días del resfriado. Un resfriado en la mayoría de los casos no es contagioso después de la primera semana.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medicamentos de venta libre (antigripales) para controlar los síntomas</li> <li>- Beber líquidos en abundancia</li> </ul>
<b>Sinusitis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Congestión nasal (rinorrea)</li> <li>- Congestión nasal</li> <li>- Obstrucción nasal</li> <li>- Dolor alrededor de los ojos, mejillas, nariz y frente</li> <li>- Sensibilidad alrededor de los ojos, mejillas, nariz y frente</li> <li>- Hinchazón alrededor de los ojos, mejillas, nariz y frente</li> <li>- Reducción del sentido del gusto</li> <li>- Reducción del sentido del tacto</li> <li>- Tos</li> <li>- Dolor de oídos</li> <li>- Dolor en la mandíbula y dientes superiores</li> <li>- Dolor de garganta</li> <li>- Mal aliento (halitosis)</li> <li>- Fatiga</li> <li>- Irritabilidad</li> <li>- Náuseas</li> </ul>	<p>Consiste en la inflamación de los senos paranasales debido a una infección u otro problema.</p> <p>Puede ser crónica y aguda, ambas teniendo síntomas similares.</p> <p>La sinusitis aguda es una infección temporal de los senos paranasales. La sinusitis crónica tiene síntomas más prolongados y suelen causar más fatiga.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En algunas ocasiones es necesario el tratamiento con antibióticos (aprox. 14 días)</li> <li>- En el caso de la sinusitis crónica, la enfermedad debe tratarse entre tres y cuatro semanas.</li> <li>- Beber mucho líquido para diluir las secreciones.</li> <li>- Inhalar vapor, de dos a cuatro veces al día.</li> <li>- Utilizar un humidificador para reducir la sequedad ambiental.</li> <li>- Aplicar paños calientes y húmedos en la cara varias veces al día.</li> <li>- Usar descongestionantes nasales.</li> </ul>

Enfermedad	Síntomas	Descripción	Recomendaciones (Tratamiento)
<b>Influenza estacional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fiebre de más de 38°C</li> <li>- Dolores musculares</li> <li>- Cuerpo cortado (Dolor en la espalda, Dolor en los brazos, Dolor en las piernas, Dolor de articulaciones)</li> <li>- Escalofríos y sudoración</li> <li>- Dolor de cabeza</li> <li>- Tos persistente y seca</li> <li>- Fatiga</li> <li>- Debilidad</li> <li>- Congestión nasal</li> <li>- Dolor de garganta</li> <li>- Esgurrimiento nasal</li> <li>- Diarrea</li> <li>- Náusea</li> <li>- Vómito</li> </ul>	Es una infección viral de las vías respiratorias altas, las cuales incluyen la nariz, los bronquios y los pulmones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beber muchos líquidos</li> <li>- Descansar</li> <li>- Analgésicos de venta libre (Paracetamol o ibuprofeno)</li> </ul>
<b>Bronquitis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tos</li> <li>- Producción de mucosidad</li> <li>- Fatiga</li> <li>- Dificultad para respirar</li> <li>- Fiebre ligera</li> <li>- Escalofríos</li> <li>- Molestia en el pecho</li> </ul>	Es una enfermedad en la que los bronquios se inflaman. Los bronquios son los conductos o tubos que llevan el aire a los pulmones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tomar líquidos</li> <li>- Usar inhalador en caso de tener asma u otra afección pulmonar</li> <li>- Descansar mucho</li> <li>- Utilizar un humidificador o vapor en el baño</li> </ul>
<b>Neumonía</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dificultad para respirar,</li> <li>- Fiebre alta</li> <li>- Escalofríos</li> <li>- Tos con flema</li> <li>- Dolor en el pecho al respirar o toser</li> <li>- Desorientación (+65 años)</li> <li>- Fatiga</li> <li>- Temperatura más baja de lo normal (+65 años)</li> <li>- Náuseas</li> <li>- Vómito</li> <li>- Diarrea</li> </ul>	<p>Es una infección del pulmón que puede ser causada por múltiples microorganismos (bacterias, virus y hongos). Los sacos de aire de los pulmones (llamados "alvéolos") se llenan de pus y otros líquidos, lo cual dificulta la llegada del oxígeno al torrente sanguíneo.</p> <p>Las neumonías se clasifican según se adquieren en el día a día de una persona (neumonía adquirida en la comunidad) o en un centro sanitario (neumonía hospitalaria).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicación de antibióticos (prescritos por un médico).</li> <li>- Aplicación de analgésicos para la fiebre y el malestar.</li> <li>- Medicamento para la tos.</li> </ul>

Enfermedad	Síntomas	Descripción	Recomendaciones (Tratamiento)
<b>Faringitis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voz ronca</li> <li>- Fiebre</li> <li>- Dolor de cabeza</li> <li>- Dolores musculares y articulares</li> <li>- Erupción cutánea</li> <li>- Dolor de garganta al tragar</li> <li>- Ganglios inflamados en el cuello.</li> </ul>	<p>Es una afección que cursa con irritación, inflamación o infección de la faringe, y muy particularmente de su tejido linfático.</p> <p>La faringitis aguda es una infección producida por virus o bacterias.</p> <p>En muchos de estos cuadros aparece un agrandamiento doloroso de los ganglios del cuello (linfadenitis reactiva), ya que en ellos también existe tejido linfático.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicación de antibiótico (recetado por el médico)</li> <li>- Tomar líquidos</li> <li>- Usar un vaporizador o humidificador</li> <li>- Probar con analgésicos de venta libre</li> </ul>
<b>Amigdalitis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amígdalas rojas e inflamadas</li> <li>- Parches o recubrimientos blancos o amarillos en las amígdalas</li> <li>- Dolor de garganta</li> <li>- Dificultad o dolor al tragar</li> <li>- Fiebre</li> <li>- Glándulas sensibles y dilatadas (ganglios linfáticos) en el cuello</li> <li>- Mal aliento</li> <li>- Dolor estomacal, en especial en los niños pequeños</li> <li>- Rigidez en el cuello</li> <li>- Dolor de cabeza</li> </ul>	<p>La amigdalitis es una inflamación de las amígdalas. A veces, junto con la amigdalitis, las adenoides también se hinchan.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descansar</li> <li>- Tomar líquidos</li> <li>- Probar alimentos blandos si tragar es doloroso</li> <li>- Tratar de consumir líquidos calientes</li> <li>- Consumir alimentos fríos como paletas de hielo</li> <li>- Estar libre de humo de cigarro</li> </ul>
<b>Tuberculosis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pérdida de peso</li> <li>- Debilidad</li> <li>- Tos intensa</li> <li>- Tos con sangre</li> <li>- Fiebre</li> <li>- Fatiga</li> <li>- Escalofríos y sudoración</li> </ul>	<p>Es un tipo de infección pulmonar causada por la bacteria <i>Mycobacterium tuberculosis</i>, que causa una inflamación crónica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tomar medicamentos prescritos por un médico</li> </ul>
<b>Bronquiolitis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Congestión Nasal</li> <li>- Dificultad para respirar</li> <li>- Tos leve</li> <li>- Fiebre o no (fiebre baja)</li> <li>- Moqueo de nariz</li> </ul>	<p>Es una infección que afecta los bronquiolos, siendo considerada una infección respiratoria baja y suele afectar principalmente a niños menores de 2 años.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantener reposo</li> <li>- Beber mucha agua</li> <li>- Mantener el aire húmedo</li> <li>- Evitar sitios con mucho humo o polvo</li> <li>- Realizar nebulizaciones</li> </ul>

Enfermedad	Síntomas	Descripción	Recomendaciones (Tratamiento)
<b>Fiebre escarlatina</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erupción cutánea de color rojo</li> <li>- Cara ruborizada.</li> <li>- Garganta muy dolorida y roja, a veces con manchas blancas o amarillentas</li> <li>- Dolor de cabeza</li> <li>- náuseas</li> <li>- vómitos</li> <li>- Fiebre mayor a 38°C</li> </ul>	<p>La escarlatina es una enfermedad bacteriana que se presenta en algunas personas que tienen amigdalitis estreptocócica. La escarlatina, también conocida como «fiebre escarlata», se caracteriza por una erupción cutánea de color rojo brillante que recubre la mayor parte del cuerpo. La escarlatina casi siempre está acompañada de dolor de garganta y fiebre alta.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consultar a un médico inmediatamente</li> </ul>

# Metodología

Para poder diagnosticar la enfermedad correcta, se hizo uso de la lógica difusa al crear intersecciones entre dos cuadros principales que dieron como resultado un tercero. Las 10 enfermedades que puede diagnosticar el sistema son las siguientes:

E1 Resfriado común o gripa	E6 Faringitis
E2 Sinusitis	E7 Amigdalitis
E3 Influenza estacional	E8 Tuberculosis
E4 Bronquitis	E9 Bronquiolitis
E5 Neumonía	E10 Fiebre escarlatina

## Cuadro de Enfermedades y Síntomas

El primer cuadro contiene las 10 enfermedades y el total de síntomas con sus respectivas calificaciones. El código que contiene esta información se encuentra en docs/enfermedades.js

Síntoma	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
Escurrimiento nasal	0.5	0	0.7	0	0	0	0	0	0	0
Congestión nasal	0.5	0.9	0.7	0	0	0	0	0	0.7	0
Fiebre	0.3	0	1	0	1	0.6	0.6	0.6	0.2	1
Tos con flemas	0.5	0.5	0	0.6	0.8	0	0	0.9	0.2	0
Tos seca	0.5	0.5	0.8	0.4	0	0	0	0	0.2	0
Disminución apetito	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dolor de cabeza	0.7	0	0.7	0	0	0.5	0.7	0	0	0.6
Dolor muscular	0.7	0	0.7	0	0	0.6	0	0	0	0
Dolor de garganta	0.7	0.7	0.7	0	0	0	0.8	0	0	0.8
Dolor alrededor de ojos, mejillas, nariz, frente	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0
Reducción sentido del tacto/gusto	0	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0
Dolor de oídos	0	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0
Dolor mandíbula y dientes	0	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0
Mal aliento	0	0.7	0	0	0	0	0	0	0	0
Fatiga	0	0.6	0.6	0.6	0.7	0	0	0.6	0	0
Irritabilidad	0	0.6	0	0	0	0	0	0	0	0
Náuseas	0	0.5	0.3	0	0.4	0	0	0	0	0.5
Cuerpo cortado	0	0	0.7	0	0	0	0	0	0	0

Síntoma	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
Escalofríos y sudoración	0	0	0.7	0.6	0.7	0	0	0.8	0	0
Debilidad	0	0	0.6	0	0	0	0	0.6	0	0
Vómito	0	0	0.3	0	0.5	0	0	0	0	0.5
Diarrea	0	0	0.3	0	0.5	0	0	0	0	0
Mucosidad	0	0	0	0.7	0	0	0	0	0.5	0
Dificultad al respirar	0	0	0	0.7	0.7	0	0	0	0.7	0
Dolor en pecho	0	0	0	0.7	0.8	0	0	0	0	0
Desorientación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Temperatura baja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Voz ronca	0	0	0	0	0	0.8	0	0	0	0
Erupción cutánea	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0	0.8
Amígdalas rojas e inflamadas	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Recubrimientos blancos/amarillos en amígdalas	0	0	0	0	0	0	0.8	0	0	0.5
Dolor/dificultad al tragar	0	0	0	0	0	0.7	0.8	0	0	0
Glándulas sensibles en cuello	0	0	0	0	0	0.7	0.7	0	0	0
Dolor estomacal	0	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0
Rigidez cuello	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0	0
Pérdida de peso	0	0	0	0	0	0	0	0.7	0	0
Tos con sangre	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0
Cara ruborizada	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0	0.7

### Cuadro del Usuario

El segundo cuadro se construye a partir de la selección de los síntomas por parte del usuario del sistema y el valor que éste sienta conforme a su molestia. Es decir, el usuario puede seleccionar 'Dolor de cabeza' y luego decir que su molestia—en una escala de 0.1 a 1—es de 0.6.

Para esto, se utilizó la siguiente escala de valores, cuya descripción se le presenta al usuario para que éste entienda.

0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
Algo de molestia		Mucha molestia						Dolor extremo	

## Cuadro de Resultados

Este último cuadro se genera con la intersección de los valores del primer cuadro con el del usuario, para identificar qué enfermedad(es) tiene mayor similitud con los síntomas previamente seleccionados.

La siguiente tabla contiene la suma de los síntomas de cada enfermedad, respectivamente. Fue con éste dato con el que se determina qué enfermedad tiene el usuario, con base en probabilidad.

<b>E1</b>	Resfriado común o gripa	4.9	<b>E6</b>	Faringitis	8.8
<b>E2</b>	Sinusitis	7.9	<b>E7</b>	Amigdalitis	4.3
<b>E3</b>	Influenza estacional	8.8	<b>E8</b>	Tuberculosis	6.1
<b>E4</b>	Bronquitis	4.3	<b>E9</b>	Bronquiolitis	4.5
<b>E5</b>	Neumonía	6.1	<b>E10</b>	Fiebre escarlatina	6.2

```
function diagnostic(arrayValuesSympts, fn) {
  var result = createArray(enfermedades.length, arrayValuesSympts.length);
  var total = [];
  for (let enf = 0; enf < enfermedades.length; enf++) {
    let symptsVals = enfermedades[enf].symp;
    for (let sym = 0; sym < arrayValuesSympts.length; sym++) {
      result[enf][sym] = (arrayValuesSympts[sym] < symptsVals[sym]) ? parseFloat(arrayValuesSympts[sym]) : parseFloat(symptsVals[sym]);
    }
  }
  for (let index = 0; index < enfermedades.length; index++) {
    let sumTemp = 0;
    for (let sum = 0; sum < arrayValuesSympts.length; sum++) {
      sumTemp += result[index][sum];
    }
    total.push({
      id: index,
      name: enfermedades[index].name,
      total: sumTemp
    });
  }
  console.table(result);
  total = JSON.sort(total, "total", false);
  fn(total);
}
```

Cabe mencionar que el umbral utilizado para definir el grado de coincidencia para lo que se diagnostique fue de 0.8 debido a que esto lo hace más confiable. Al principio se utilizó 0.6 sin embargo nos percatamos—mediante observaciones y pruebas con el código—de que era muy bajo e influía en la precisión del sistema.

Por ende, si el grado de coincidencia de la enfermedad diagnosticada no es igual o mayor a 0.8, se le notificará al usuario que no se le puede dar un resultado fidedigno.

## Código Fuente

El producto final fue un sistema web al cual se puede acceder al ingresar a <https://fernandorc.com/IA-Diagnose/>

En caso de querer descargar el código fuente, se puede buscar el repositorio de GitHub en la siguiente liga: <https://github.com/FOC96/IA-Diagnose>



## Conclusión

Mediante el presente proyecto se logró crear un producto final cuya función de diagnosticar enfermedades respiratorias fue exitosa. Pero más allá del proyecto, logramos concretar de manera sólida el conocimiento teórico que tratamos en clase.

Si bien es un tema relativamente sencillo, consideramos que fue gracias a este proyecto que pudimos realmente percatarnos de una manera de en la que se puede aplicar la lógica difusa en un contexto tangible. Trabajar con los diferentes síntomas para diagnosticar enfermedades respiratorias fue un gran ejemplo para aplicar lo que vimos referente a conjuntos difusos. Esto, debido a que pudimos comparar la similitud entre los síntomas que presenta el usuario con los que se presentan en cada enfermedad mediante la intersección de los conjuntos de cada uno.

Algo importante de mencionar es que lo más complicado del proyecto fue realizar la investigación de las diferentes enfermedades con sus respectivos síntomas. Asimismo, el convertir el archivo de requerimientos en un sistema sencillo de usar para cualquier usuario fue otro de los grandes retos, debido a que no podíamos crear algo muy técnico pues llegaría a ser imposible de utilizar para las personas sin conocimiento previo.

De la misma manera, nos encontramos con dos soluciones a nuestro procedimiento de captura de síntomas: el primero era darle valores estáticos a cada síntoma, respectivamente—que de ser seleccionados tomarían dicho puntaje; el segundo era permitirle al usuario definir estos valores. Al final, decidimos seguir la segunda opción debido a que hace que el sistema sea más dinámico y más parecido a una interacción real con un médico.

Por último, queremos destacar que este proyecto es el ejemplo de que nos es mucho más sencillo aprender un tema cuando vemos cómo y para qué se puede aplicar. Además es interesante ver que la lógica difusa se emplea cotidianamente de forma inconsciente: cuando decimos que una persona es alta, que hace frío, y—en este caso—cuando diagnosticamos enfermedades en base a un cuadro de síntomas.

## Referencias

- Mayo Clinic. (2018). *Resfriado común*. <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/common-cold/symptoms-causes/syc-20351605>
- Biblioteca Nacional de Medicina de los EEUU. (2018). *Resfriado común*. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000678.htm>
- Biblioteca Nacional de Medicina de los EEUU. (2018). *Sinusitis*. <https://medlineplus.gov/spanish/sinusitis.html>
- Mayo Clinic. (2018). *Sinusitis crónica*. <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/chronic-sinusitis/symptoms-causes/syc-20351661>
- Mayo Clinic. (2018). *Influenza (gripe)*. <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/flu/symptoms-causes/syc-20351719>
- Mayo Clinic. (2018). *Escarlatina (Fiebre Escarlatina)*. <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/scarlet-fever/symptoms-causes/syc-20377406?>

[utm\\_source=Google&utm\\_medium=abstract&utm\\_content=Scarlet-fever&utm\\_campaign=Knowledge-panel](#)

IMSS. (n.d.). *Influenza*. <http://www.imss.gob.mx/salud-en-linea/brasil-influenza>

Departamento de Salud del estado de Nueva York. (2009). *Influenza (gripe)*. [https://www.health.ny.gov/es/diseases/communicable/influenza/fact\\_sheet.htm](https://www.health.ny.gov/es/diseases/communicable/influenza/fact_sheet.htm)

Biblioteca Nacional de Medicina de los EEUU. (2018). *Bronquitis aguda*. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001087.htm>

Mayo Clinic. (2018). *Bronquitis*. <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/bronchitis/symptoms-causes/syc-20355566>

Mayo Clinic. (2018). *Neumonía*. <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/pneumonia/symptoms-causes/syc-20354204>

Clínica de la Universidad de Navarra. (2018). *Neumonía*. <https://www.cun.es/enfermedades-tratamientos/enfermedades/neumonia>

Biblioteca Nacional de Medicina de los EEUU. (2018). *Faringitis y dolor de garganta*. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000655.htm>

Sociedad Española de Medicina Interna. (n.d.). *Faringitis*. <https://www.fesemi.org/informacion-pacientes/conozca-mejor-su-enfermedad/faringitis>

Clínica Universitaria de Navarra. (2018). *Faringitis aguda*. <https://www.cun.es/enfermedades-tratamientos/enfermedades/faringitis-aguda>

WebMD. (2018). *Tuberculosis*. <https://www.webmd.com/lung/understanding-tuberculosis-treatment#1>

Beltrame, B. (2018). *Bronquiolitis*. <https://www.tuasaude.com/es/tratamiento-de-la-bronquiolitis/>