

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO



**Universidad Autónoma  
del Estado de México**

**ALGORITMOS GENÉTICOS PARA LA DETECCIÓN  
AUTOMÁTICA DE CARACTERÍSTICAS EN LA  
DETECCIÓN DE RETINOPATIA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

Ingeniero en Computación

PRESENTAN:

Sergio de Jesús Hernandez Sanchez

Brando Martín Rivero Perez

ASESOR DE TESIS:

Dr. en C. Jair Cervantes Canales



# Índice general

<b>2. Marco Teórico</b>	<b>1</b>
2.1. Retinopatía . . . . .	1
2.1.1. Síntomas y causas. . . . .	1
2.1.2. Tipos de retinopatía. . . . .	2
2.1.3. Tratamiento. . . . .	6
2.2. Algoritmos genéticos. . . . .	8
2.2.1. Evolución de las especies. . . . .	8
2.2.2. Algoritmo genético básico. . . . .	9
2.3. Selección de características. . . . .	12
2.3.1. El problema de la dimensionalidad. . . . .	12
2.3.2. Técnicas para reducir la dimensionalidad. . . . .	12
2.3.3. Métodos Directos . . . . .	13
2.3.4. Metodos basados en gradiente . . . . .	14
2.3.5. Métodos Indirectos. Métodos de Segundo Orden. . . . .	14

# Índice de figuras

2.1. Retinopatía diabética no proliferante moderada. . . . .	3
2.2. Retinopatía diabética no proliferante severa. . . . .	4
2.3. Retinopatía proliferante donde se observan claramente los neo- vasos papilares. . . . .	5
2.4. Retinopatía proliferante. Existe proliferación fibrovascular con tracción retiniana y sobre la papila. . . . .	5
2.5. Retinopatía proliferante. Se pueden observar las cicatrices pig- mentadas de la panfotocoagulación . . . . .	6
2.6. Representación de la evolución humana. . . . .	8
2.7. Ejemplo mecanismo de la rueda de ruleta en algoritmos gene- ticos. . . . .	10

# Índice de cuadros

2.1. Detalles de los individuos en la imagen 2.6. . . . .	10
---	----

# Capítulo 2

## Marco Teórico

### 2.1. Retinopatía

#### 2.1.1. Síntomas y causas.

La causa principal de este padecimiento es el cambio en la circulación de la sangre con la que cuentan las personas que padecen diabetes principalmente el aumento de la glucosa, dañando así los vasos sanguíneos que se encuentran en la retina causando hemorragias, pérdida de líquido y acumulación de grasas en la zona del ojo.

Los factores causantes de esto que se catalogan como modificables, son:

- Cantidad de glucosa en la sangre.
- Nivel de presión arterial.
- Niveles de lípidos en sangre.

Son factores que con un control cotidiano y un estilo de vida saludable del paciente pueden no ser causantes de crear el ambiente para el desarrollo de la retinopatía.

En el caso de los factores no modificables como es:

- Tiempo de padecer diabetes.
- Edad del paciente.

- Predisposición genética.
- Embarazo (En caso de pacientes femeninos).

En las etapas tempranas de la enfermedad, los pacientes no muestran síntomas de importancia, lo que va cambiando conforme avanza el grado de daño producido.

Los pacientes pueden presentar:

- Manchas o hebras oscuras que flotan en la vista (moscas volantes)
- Visión borrosa
- Visión variable
- Visión de colores alterada
- Zonas de la visión oscura o vacía
- Pérdida de la visión

### **2.1.2. Tipos de retinopatía.**

- **Sin retinopatía aparente.**

No se observan lesiones características al examen oftalmoscópico.

- **Retinopatía no proliferante leve.**

Sólo se encuentran microaneurisma retinianos, como primera alteración apreciable oftalmoscópicamente de RD. Los microaneurismas son dilataciones de la pared de los capilares y aparecen como puntos rojos pequeños de bordes muy nítidos.

- **Retinopatía diabética no proliferante moderada.**

Aparecen hemorragias retinianas en número inferior a 20 en los cuatro

cuadrantes. Pueden existir exudados duros o lipídicos y blandos o algodinosos (Fig. 2.1) y además dilataciones venosas arrosariadas en un solo cuadrante. Las dilataciones venosas consisten en zonas bien localizadas de dilatación con zonas de estrechez venosa, como cuentas de un rosario. El trayecto venoso se vuelve tortuoso y en ocasiones parece bifurcado.



Figura 2.1: Retinopatía diabética no proliferante moderada.

#### ■ Retinopatía diabética no proliferante severa.

Pueden presentarse cualquiera de las siguientes alteraciones: hemorragias intrarretinianas severas en número superior a 20 en cada uno de los cuatro cuadrantes (Fig. 2.2), o dilataciones venosas arrosariadas en 2 ó más cuadrantes, o anomalías microvasculares intrarretinianas (IRMA) bien definidas en un cuadrante. El riesgo de progresión a RD proliferante es del 50.2 % en un año. Y de RD proliferante de alto riesgo 14.6 %, si se dan la regla completa este riesgo será del 45 % en un año.



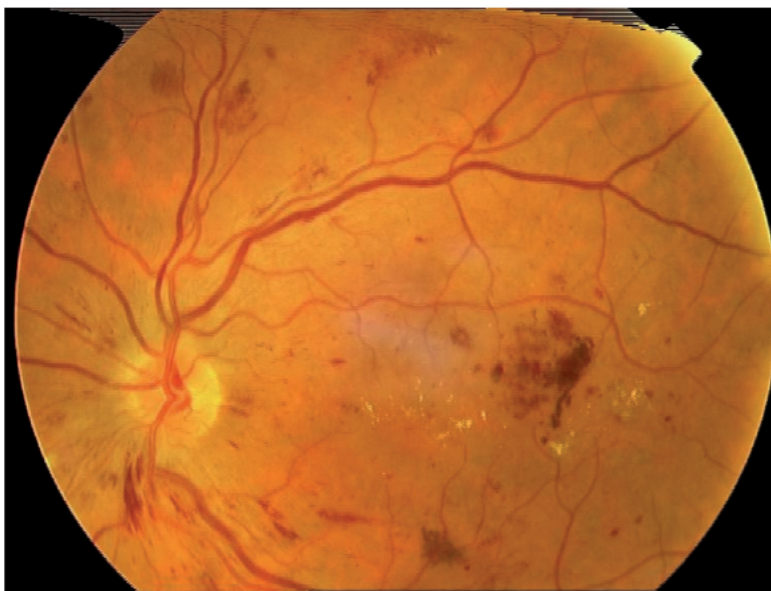


Figura 2.2: Retinopatía diabética no proliferante severa.

- **Retinopatía diabética proliferante.**

Incluye toda neovascularización retiniana o papilar (Fig. 2.3) bien definida y/o hemorragia vítrea o prerretiniana extensa. (Incluye los niveles 61 y 65 como formas leves o moderadas de neovascularización, y el 71 a 85 como formas de alto riesgo y avanzadas con proliferación fibrovascular (Fig. 2.4) y desprendimiento de retina traccional). En este nivel de severidad la fotocoagulación láser (Fig. 2.5) será necesaria para controlar la evolución, en el caso de neovasos en el disco extensos o hemorragia vítrea y será necesaria de manera inmediata.

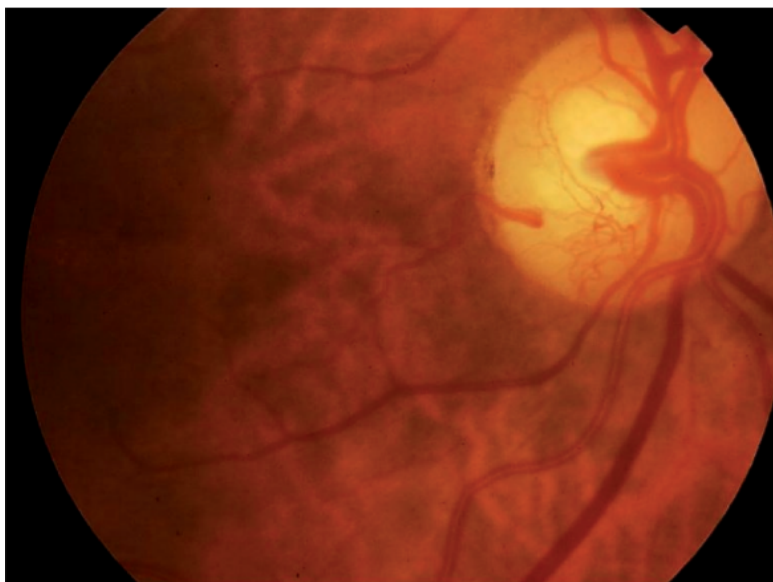


Figura 2.3: Retinopatía proliferante donde se observan claramente los neovasos papilares.

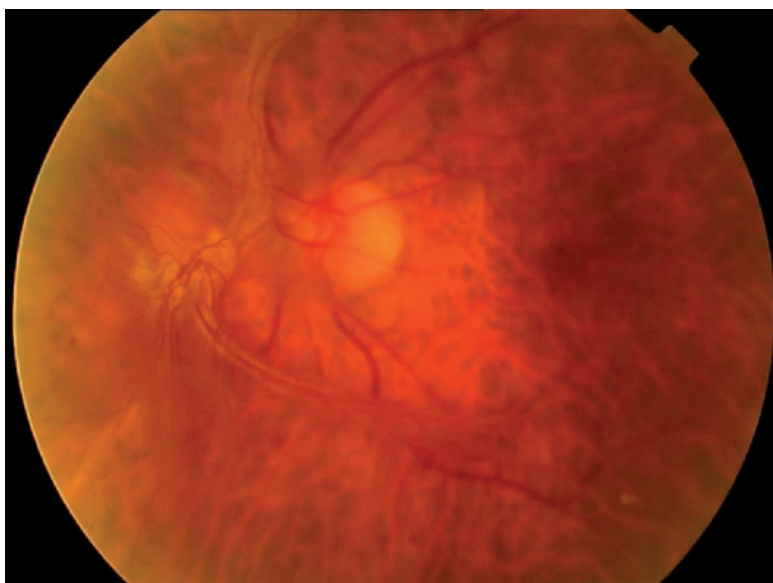


Figura 2.4: Retinopatía proliferante. Existe proliferación fibrovascular con tracción retiniana y sobre la papila.



Figura 2.5: Retinopatía proliferante. Se pueden observar las cicatrices pigmentadas de la panfotocoagulación

### **2.1.3. Tratamiento.**

En la actualidad contamos con una terapia quirúrgica la cual hace uso del láser en conjunto de una terapia farmacológica utilizando agentes anti-VEFG de manera repetitiva mensual, haciendo que reduzca la progresión de la retinopatía en un 25 %-30 % en pacientes tratados durante 2 años con ambas terapias, en comparación de pacientes los cuales únicamente usaron la terapia láser por separado.

El significativo progreso en el manejo de la retinopatía, se ha logrado gracias al avance de las imágenes oculares, la tomografía de coherencia óptica la cual permite la detección anatómica temprana de los cambios en la mácula, del engrosamiento retiniano y de la formación de quistes en el edema macular diabético.

Dentro de las terapias en estudio, se pueden nombrar las siguientes: el uso de la somatostatina este es un neuro protector anti-angiogénico, este se encuentra en estudios en fase II y III; el péptido semejante al Glucagón es un neuro-protector, su aplicación intravítrea, previene la neurodegeneración retiniana en ratas con diabetes.

La doxiciclina es un antiinflamatorio y neuro-protector que mejora la función de la retina interna comparado con placebo, se han obtenido resultados estadísticamente significativos, pero se reporta en muestra muy pequeña para generalizar los resultados.

## 2.2. Algoritmos genéticos.

### 2.2.1. Evolución de las especies.

La evolución no es un evento observable, sino un evento inferido. dado al corto tiempo que dedicamos a observar la naturaleza en comparación al tiempo de existencia de la naturaleza. Es difícil tener pruebas irrefutables de cuánto tiempo ha existido la vida en la Tierra. Sin embargo, dado que es imposible Generación espontánea, la inferencia indica que los seres vivos deben tener su propio origen en el pasado de la misma manera que el presente: de otra criatura, y dada la evidencia de la existencia de restos de algunos de estos organismos, la falta de existencia de restos antiguos de muchas criaturas actuales, se puede deducir que en el pasado, la existencia de una especie producía la existencia de otra especie, de esta manera para cada generación de especies.

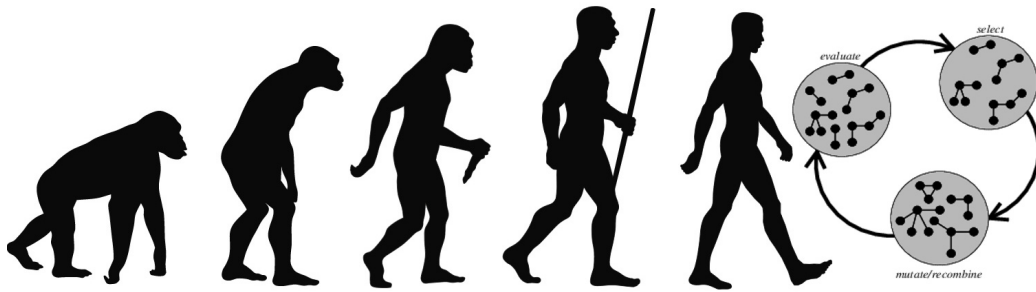


Figura 2.6: Representación de la evolución humana.

Es de esta teoría de donde surgen los algoritmos evolutivos.

### Algoritmos evolutivos

Los algoritmos evolutivos son métodos de optimización y búsqueda para dar soluciones a problemas los cuales funcionan bajo la lógica de la evolución de sistemas biológicos.

La idea básica de estos algoritmos es mantener un conjunto de individuos que representan posibles soluciones a un problema. Estos individuos se mezclan y compiten entre sí, siguiendo los principios de la selección natural, y solo los más adaptados sobreviven en el tiempo. Esto conduce a un desarrollo hacia soluciones cada vez más adecuadas. Los algoritmos evolutivos son una

serie de métodos de optimización, Por lo tanto, intentan encontrar una tupla de valores  $(x_1, \dots, x_n)$  tal que, Dada una función  $F(x_1, \dots, x_n)$ . En algoritmos evolutivos, después de la parametrización del problema en una serie de variables,  $(x_1, \dots, x_n)$  se codifica en cromosomas. Se aplican uno o más operadores a esta población y la fuerza la selección (el operador utilizado es aplicado a estos cromosomas o a sus poblaciones).

Los algoritmos evolutivos permiten resolver problemas de tipo:

1. Estructuctural (Permite la representacion de individuos)
2. aprendizaje automatico, clustering, clasificacion.
3. Implementacion de sistemas robustos
4. Operadores geneticos (para realizar la transformacion de individuos)
5. Metodos de creacion (para la poblacion inicial)

### **2.2.2. Algoritmo genético básico.**

#### **Técnicas de selección.**

La selección natural es la principal inspiración de este componente para el algoritmo genético. En la naturaleza, los individuos en mejor condición tienen un mayor porcentaje de conseguir comida y de aparearse. Esto provoca que los genes contribuyan mas en la producción de la siguiente generación de la misma especie. Inspirándose en esta idea tan simple, el algoritmo genético utiliza una rueda de ruleta para asignar las probabilidades de los individuos y poder seleccionarlos para crear la nueva generación proporcionalmente a su valores de condición(Fig 2.6).

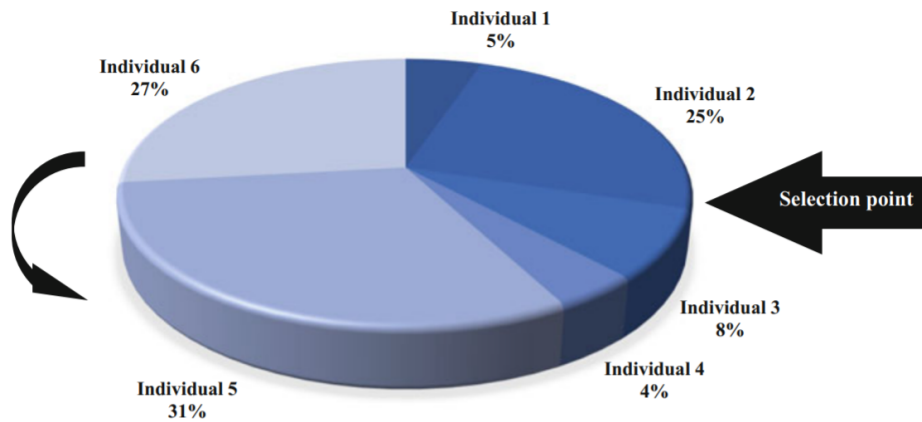


Figura 2.7: Ejemplo mecanismo de la rueda de ruleta en algoritmos genéticos.

Numero individual	Valor de condición	% del total
1	12	5
2	55	24
3	20	8
4	10	4
5	70	30
6	60	26
Total	227	100

Cuadro 2.1: Detalles de los individuos en la imagen 2.6.

Se puede ver que el mejor individuo (#5) tiene la mayor parte de la rueda de la ruleta, mientras que el sujeto (#4) tiene la menor parte. Este mecanismo simula la selección natural de los individuos mas aptos en la naturaleza. Ya que la ruleta es un operador estocástico, los individuos pobres tienen una menor probabilidad de participar en la creación de la siguiente generación.

La rueda de la ruleta es unicamente uno de los muchos operadores de selección para algoritmos genéticos.

Algunas otras técnicas de selección de operadores son:

- Selección de Boltzmann

- Selección de Torneo
- Selección de Rango
- Selección Steady state
- Selección de Truncation
- Selección Local
- Selección Fuzzy
- Selección Fitness uniform
- Selección Proporcional
- Selección de Rango lineal
- Reproducción Steady-state

**Técnicas de cruza.**

**Técnicas de mutación.**



## **2.3. Selección de características.**

### **2.3.1. El problema de la dimensionalidad.**

Actualmente, los problemas numéricos tienden a aumentar el número de características que describen el problema, lo que resulta en un aumento de la dimensionalidad del problema. A medida que aumenta la dimensionalidad, surgen nuevos problemas que dificultan los esfuerzos para optimizar estos problemas. el espacio del volumen de búsqueda crece exponencialmente y, además, cambian las características del espacio de búsqueda y aumentan las interacciones y dependencias entre variables. Estos problemas se denominan en la literatura como la maldición de dimensionalidad. Los algoritmos evolutivos han demostrado resolver satisfactoriamente problemas de optimización numérica, pero esta maldición de la dimensionalidad también afecta su desempeño, y la interacción de las variables aumenta aún más cuando el problema está restringido.

Hoy en día, diferentes problemas de optimización tienen bastantes variables de decisión, que se clasifican como un problema de alta dimensión. Estos problemas presentan desafíos importantes para los algoritmos de computación evolutiva porque el espacio de búsqueda crece exponencialmente, la naturaleza de la función Pueden variar a medida que crece la dimensionalidad, y debido a la cantidad de variables, la evaluación de estos problemas suele ser costosa además de aumentar la interacción entre las variables. Todas estas características se conocen en la literatura profesional como la "maldición de la dimensionalidad". Por estas razones, cuando los algoritmos evolutivos intentan resolver este tipo de problemas, su rendimiento se resiente.

### **2.3.2. Técnicas para reducir la dimensionalidad.**

#### **Conceptos de optimizacion**

Hablando de manera general, optimizar es el proceso de encontrar la solución máxima ó mínima de un problema. Los problemas están definidos por una función objetivo también conocida como función de aptitud o costo. Éstos pueden estar sujetos a un conjunto de restricciones; una solución es un conjunto de variables de decisión que determinan el valor de la función objetivo. Cuando un problema es restringido, las soluciones que se buscan son aquellas que satisfacen todo el conjunto de restricciones y estas forman parte

de la región factible. Antes de entrar al detalle de los métodos de optimización es necesario definir que es un valor óptimo y los diferentes tipos de óptimos que existen.

- **Óptimo Local** Si un punto es localmente óptimo, si No hay uno mejor en el area. Hablando de minimización.
- **Óptimo Global** Un punto es globalmente óptimo, si y solo si no hay mejor punto que este en todo el espacio de búsqueda

Teniendo esto claro, es momento de hablar de los metodos que permiten la optimizacion para reducir la dimensionalidad.

### 2.3.3. Métodos Directos

En esta sección nos dedicaremos a presentar algunos de los métodos de para minimizar, los cuales no requieren información de gradiente en la función para poder optimizar. Es decir, solo utilizan la información del valor de la función, por lo que también se denominan métodos directos.

Vale la pena mencionar que los algoritmos basados en gradientes resultan ser mas eficientes que los métodos directos, unicamente si se dispone de la información sobre los gradientes.

Sin embargo, los óptimos globales no son necesariamente únicos, es decir, en muchos problemas prácticos puede haber múltiples óptimos globales en la función y calcular derivados es difícil, en cuyo caso los métodos directos son útiles. A continuación se describen dos métodos sencillos que han demostrado su eficacia para resolver problemas de optimización multivariante.

Simplex

Hooke-Jeeves

#### **2.3.4. Métodos basados en gradiente**

Método de Gradiente. (Máximo Descenso).

Método de Gradiente Conjugado

#### **2.3.5. Métodos Indirectos. Métodos de Segundo Orden.**

Método de Newton.

Forzando a la Matriz Hessiana a ser Definida Positiva.

Métodos de Secante