

# Recomendación de cirugía refractiva mediante arboles de decisión

## Recommendation of refractive surgery through decision trees

**Augusto Parcemon Cortez Vásquez**

<https://orcid.org/0000-0002-5188-7962>

[acortezv@unmsm.edu.pe](mailto:acortezv@unmsm.edu.pe)

Universidad Nacional Mayor de San Marcos,  
Facultad de Ingeniería de Sistemas. Lima. Perú

**Miguel Angel Aguilar Luna Victoria**

<https://orcid.org/0000-0003-1699-1913>

[maguilar@unjfsc.edu.pe](mailto:maguilar@unjfsc.edu.pe)

Universidad Nacional José Faustino Sánchez  
Carrión, Facultad de Ciencias. Lima. Perú

RECIBIDO: 15/11/2022 - ACEPTADO: 14/12/2022 - PUBLICADO: 30/12/2022

### RESUMEN

**Introducción:** Este artículo presenta los resultados finales de la construcción de un árbol de decisión a partir de un conjunto de datos de pacientes para recomendación de cirugía refractiva. **Objetivo:** Identificar las condiciones favorables para recomendación de cirugía refractiva. **Método:** Se utilizó el algoritmo PARTICION para la construcción de un árbol de decisión a partir de un conjunto de datos de pacientes, que luego sirvió para clasificar ejemplos distintos. **Resultados:** Se realizó una revisión exhaustiva sobre las condiciones para realizar una cirugía refractiva. A partir de un conjunto de datos y las condiciones establecidas se construyó el árbol de decisión. **Conclusiones:** Los árboles de decisión permiten servir como instrumento de clasificación y de recomendación para someterse a cirugía refractiva.

**Palabras clave:** cirugía refractiva, árbol de decisión, sistema de recomendación, clasificación, informática oftalmológica.

### ABSTRACT

**Introduction:** This article presents the final results of the construction of a decision tree from a set of patient data for refractive surgery recommendation. **Objective:** To identify the favorable conditions for the recommendation of refractive surgery. **Method:** The PARTITION algorithm was used to build a decision tree from a set of patient data, which was then used to classify different examples. **Results:** An exhaustive review was carried out on the conditions to perform a refractive surgery. From a set of data and the established conditions, the decision tree was built. **Conclusions:** Decision trees serve as a classification and recommendation tool for undergoing refractive surgery.

**Keywords:** refractive surgery, decision tree, recommendation system, classification, ophthalmic informatics.

## I. INTRODUCCIÓN

La solución de muchos problemas puede representarse mediante árboles. La cirugía refractiva láser es un método para corregir la visión, muy utilizada en todo el mundo; basta señalar que en el Instituto Cubano de Oftalmología (ICO) "Ramón Pando Ferrer" se realizan alrededor de 1 500 procedimientos anuales.

Los resultados de la cirugía refractiva láser presentan altos índices de satisfacción, siempre y cuando se considere una selección cuidadosa de los pacientes. No obstante, debemos tener en cuenta, que existen diversos criterios de valoración que deben realizarse en la etapa preoperatoria a fin de garantizar un resultado satisfactorio. La Facultad Cubana de Oftalmología realizó un estudio para indagar cuales son las causas que limitan la accesibilidad al uso tecnológico de la cirugía refractiva en América Latina y el Caribe, no obstante, la alta prevalencia de pacientes con limitación visual por ametropías no corregidas

El propósito de la asistencia médica es primordialmente la seguridad del paciente. Esta actividad es cada día más compleja, dado que involucra un conjunto de acciones y funciones que combinan factores propios del sistema y algunas actuaciones humanas (Labarrere, 2012).

## II. CONTENIDO

### A. Ceguera: situación actual y su repercusión

La vitalidad de los seres humanos, que incluye la salud visual se considera un derecho tanto en ámbito individual como en el social dado que la visión es considerada uno de los sentidos más importantes. Prescindir de la visión nos aísla del mundo que nos rodea. Debido a ello siempre ha sido motivo de preocupación las alteraciones de la visión.

Frente a este problema, la humanidad ha emprendido la Iniciativa Mundial que promueve la eliminación de la Ceguera Evitable, conocida como "Visión 2020: El derecho a ver, con objeto de eliminar la ceguera evitable".

En relación a la deficiencia visual posoperatoria, recientes estudios revelan que los países subdesarrollados son los que más requieren incrementar la cobertura quirúrgica, reducir los costos de estas operaciones sin mellar los resultados. En países como Singapur, China y Brasil, un déficit visual posoperatorio en más del 20% de los operados, en

otros países como en Guatemala, Pakistán y Perú, este déficit alcanza el 50% (Mijénez, 2011).

### B. Cirugía refractiva

La cirugía refractiva consiste de un conjunto de procedimientos que modifican la anatomía del ojo especialmente la córnea, agrupa una serie de técnicas quirúrgicas que tratan el ojo y cuyo objetivo es eliminar uno o varios defectos refractivos del ojo (como miopía, hipermetropía, astigmatismo, e incluso la presbicia), (Alberro, 2010).

El ojo seco se considera entre las enfermedades oculares que contraindican la cirugía refractiva láser (Hernandez I. , 2015). Los síntomas de ojo seco suelen mejorar 6-12 meses después de LASIK (Andreu, 2013).

La OMS y la Agencia Internacional para la Prevención de la Ceguera, ha lanzado la iniciativa global VISION 2020: "el derecho de la visión" cuyo propósito es eliminar las causas principales de la ceguera prevenible y tratable como un tema de salud pública. La Asociación Panamericana de la Salud y la Asociación Panamericana de Oftalmología (APO) apoyan esta iniciativa.

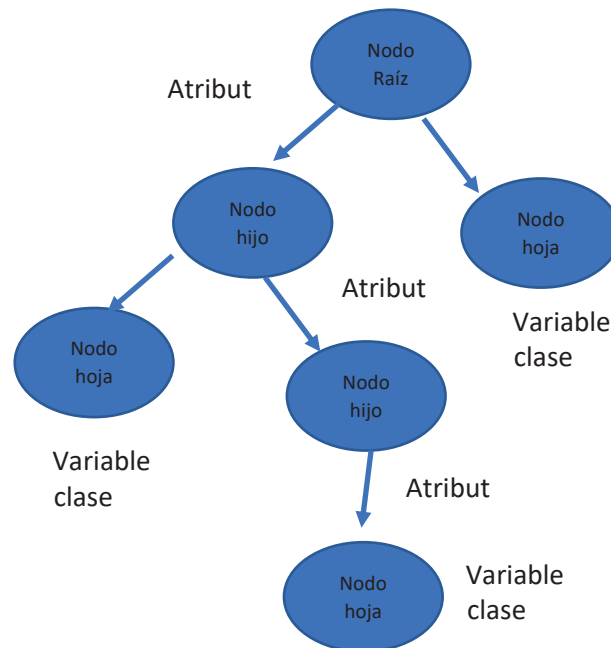
### C. Arbol de decisión

Un árbol de decisión(AD), es una representación gráfica de un procedimiento para clasificar o evaluar un concepto (Palma, Inteligencia artificial, Técnicas, metodos y aplicaciones, 2008), representa en forma secuencial condiciones y acciones, contruidos a partir de la descripción de un problema(Landín, 2012) también se considera un modelo de predicción cuyo objetivo es el aprendizaje inductivo a partir de ciertas observaciones aplicando deducciones lógicas. Un árbol de decisión es un conjunto de condiciones organizadas en una estructura jerárquica, la decisión final se obtiene siguiendo un camino en base a las condiciones que se cumplen desde la raíz del árbol hasta algunas de sus hojas (Barrientos, 2009)

Palma señala las ventajas de los AD, en el que las opciones que se derivan de una determinada condición son excluyentes, lo que permite analizar una situación y, siguiendo el árbol de decisión en forma apropiada se llega a una sola acción. Russell (Russell S. , 2008) nos señala que la inducción con árboles de decisión es uno de los métodos más sencillos de implementar (Fig. 1)

Los AD se pueden considerar:

**Fig.1**  
Estructura de un árbol de decisión



- Como herramientas de desarrollo
- Aprendizaje de arboles

La entrada del AD es un objeto o situación asociada a un conjunto de atributos y la salida es una decisión tomada en función de cada entrada. Los atributos de entrada pueden ser de tipo discreto o continuo, el valor de salida puede ser a su vez discreto o continuo. El árbol de decisión desarrolla una secuencia de test para poder alcanzar una decisión (Russell S. , 2008). Cuando se aprende una función a partir de valores discretos se denomina clasificación, mientras que cuando se aprende una función de valores continuos se denomina regresión. En nuestro caso nos referiremos a clasificación booleana, en la cual cada ejemplo se clasifica como verdadero(positivo) o falso (negativo).

La clasificación trata con clases o etiquetas disjuntas, por tal motivo, un AD conducirá mediante un camino hasta una y solo una hoja, asignando, por tanto, una sola clase al ejemplo. Se requiere que las particiones existentes en el AD sean disjuntas, vale decir que cada caso cumple o no una condición (Hernandez J. , 2008)

### Algoritmos de partición

Los algoritmos de Partición se basan en la técnica divide y vencerás, el espacio de instancias se va

partiendo de arriba hacia abajo, utilizando cada vez una partición, es decir un conjunto de condiciones excluyentes y exhaustivas. Cuando más particiones permitamos más expresivos podrán ser los árboles de decisión, asimismo cuando más particiones elijamos la complejidad del algoritmo será mayor. (Hernandez J. , 2008). La expresividad resultante de las particiones obtenidas se conoce como expresividad proposicional cuadrangular. Aunque las particiones pueden ser muy sencillas, nos permite construir arboles de decisión muy precisos y comprensibles, esto se debe a que las condiciones se pueden ajustar a muchos patrones y son fácilmente interpretables por los seres humanos:

$$(x_1=v_1, x_2=v_2, \dots, x_k=v_k) \text{ y } (x_i \leq a, x_i > a).$$

Los algoritmos de partición se definen según (Leyva, 2010), como los algoritmos que construyen K particiones de observaciones, donde cada partición representa a un conglomerado, segmento o grupo, y son útiles cuando existe ignorancia del investigador frente a la clasificación de observaciones, y este dispone de simultáneamente de un significativo número de variables o características. El algoritmo inicia a partir de una división inicial, luego explora hasta encontrar el mejor agrupamiento desplazando los objetos de un grupo a otro, hasta que se optimice una función objetivo específica, deteniéndose en ese momento.

### III. DESARROLLO

El personal de la salud, ha alcanzado un nivel cognoscitivo en la búsqueda permanente y constante de medios para su desarrollo, en ese sentido ha propiciado cambios sustanciales en la práctica médica mediante la utilización de procedimientos efectivos(algoritmos) y guías de buenas prácticas, con el propósito de homogeneizar el desempeño del personal sanitario, flexibilizando el actuar médico, evitando comportarse en base a modelos rígidos y de cumplimiento obligatorio para todos.

Los AD muestran gráficamente la toma de decisión necesaria, especificando el camino compuesto por nodos en las que se evalúan las variables, y en función de ello se determinan, qué acciones y el orden en que deben ser tomadas (Segura, 2012).

#### Condiciones para realizar una cirugía refractiva

##### A. Sus ojos deben estar sanos

No debe existir ninguna condición o causa que limite la forma en que sus ojos responden a la cirugía o curación posterior (Fraga-Graells, 2011)

##### B. Debe tener buena salud

Algunas afecciones degenerativas no controladas o enfermedades autoinmunes no controladas pueden ser perjudiciales. Debe tenerse muy presente que cualquier afectación a la salud de una persona en especial a algún problema con la curación, incrementaría el riesgo de tener resultados insatisfactorios.

##### C. Su córnea debe tener suficiente grosor

La cirugía ocular con láser en una córnea demasiado delgada o que tenga una superficie muy irregular y deforme (queratocono) podría perjudicar su visión.

##### D. Sus pupilas no deben ser muy largas

Las pupilas largas, incrementa la posibilidad de causar efectos secundarios como halos, reflejos y destello en la luz baja, sobretodo al conducir un auto por la noche.

##### E. Debe tener cierta edad

La edad es un factor a considerar cuando se va a realizar una cirugía refractiva. Excepcionalmente, pueden ser tratados los menores de estas edades, a discreción del cirujano. Por otro lado, aunque generalmente, no hay límite de edad para la cirugía

ocular con láser, debe tenerse en cuenta a partir de los 40 años, puede presentarse presbicia.

##### F. Su visión debe ser estable

Se requiere que los defectos refractivos se mantengan estables al menos durante los 12 meses antes de realizarse la cirugía refractiva.

##### G. Alergia ocular no controlada

La alergia ocular puede ser perjudicial, agravando el problema de ojo seco, por tanto, ambos problemas deben tratarse antes de la cirugía refractiva láser.

##### H. Glaucoma no controlado

El glaucoma no controlado puede requerir en los pacientes múltiples medicamentos para mitigar la pérdida del campo visual

##### I. Diabetes no controlado

La curación de las heridas está en función de la capacidad de la piel para regenerar epitelio, reparar tejido conjuntivo y de sostén. La diabetes no controlada puede causar retraso en la cicatrización epitelial, e incluso producir defectos epiteliales persistentes posterior a la cirugía.

##### J. Si está embarazada, debe retrasar la cirugía

La mujer embarazada padece cambios físicos y psíquicos debido a las hormonas, que son sustancias producidas por las glándulas del cuerpo, que circulan por la sangre y controlan las funciones de otros órganos, específicamente modificarán la córnea y alterarán la película lagrimal.

Un algoritmo de generación de árboles de decisión consta de 2 etapas: **Inducción del árbol y clasificación.**

**Inducción del árbol:** El árbol de decisión se construye a partir del conjunto de datos denominado conjunto de entrenamiento; cada nodo interno inducido contiene un atributo de prueba, que es evaluado en cada elemento del conjunto de entrenamiento presente, dividiéndose en función de los valores que pueda tomar ese atributo.

Tipo PAC: Paciente{atributos de paciente}

Tipo AD: Árbol de decisión

Tipo CONJUNTO: conjunto de objetos tipo PAC



Precondición:  $C \neq \emptyset$

Función Inducir( $C$ : CONJUNTO) Dev ( $A$ : AD)

Postcondición

**Clasificación:** Para cada objeto Obj nuevo se recorre el árbol desde la raíz hasta una hoja en el árbol construido, siguiendo un camino en función de la decisión tomada en cada nodo interno luego de realizar un test con el atributo de prueba contenido en ese nodo, la hoja alcanzada determina la clase a la que pertenece Obj.

Precondición

Función Clasificar( $O$ : PAC) Dev ( $A$ : AD)

Postcondición:  $Obj \in Clase$



Acción PARTICION (Nodo, E: Conjunto de ejemplos, C:clases)  
Inicio

Si (  $\forall e \in E \rightarrow e \in C_k$  para algún k )  
entonces asignar  $C_k$  a N

SINO

Part= GENERA () // genera posibles particiones

P= SELECCIONA () // selecciona mejor partición

Para cada condición i de P

Añadir un nuevo hijo i a N y asignar los ejemplos consistentes a cada hijo (Ei)

PARTICION (i, Ei)

FinPara

FinSi

FIN

En el primer condicional se pregunta si todos los elementos de E son de la misma clase, en cuyo caso se asigna la clase C al nodo N y sale del algoritmo. Se muestra en la tabla 1 las características observada( la variables) y los valores que puede tomar. A partir de la tabla de 200 casos (Tab. 2) se obtiene el árbol de la fig. 2, aplicando al algoritmo.

Tabla 1

Características observadas

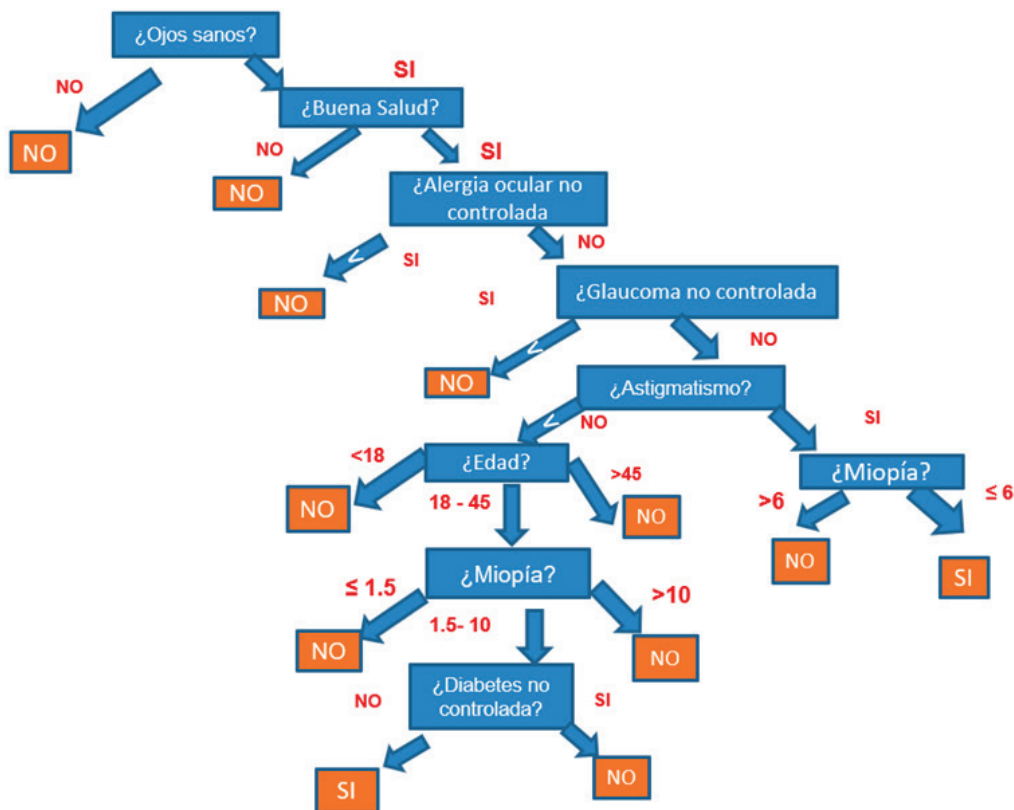
| Característica observada(variable) | Valores que puede tomar la variable | Definición                                                                                                                    |
|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Edad                               | Uno, dos o tres                     | Toma valor de "uno" si la paciente tiene menos de 18 años, "dos" si está entre 18 y 45 años y "tres" si tiene más de 45 años. |
| Ojos sanos                         | Uno o dos                           | Toma valor de "uno" si tiene ojos sanos, "dos" si no tiene ojos sanos                                                         |
| Buena salud                        | Uno o dos                           | Toma valor de "uno" si tiene buena salud, "dos" si no tiene buena salud                                                       |
| Alergia ocular no controlable      | Uno o dos                           | Toma valor de "uno" si tiene alergia ocular no controlada, "dos" si no tiene alergia ocular no controlada                     |
| Astigmatismo                       | Uno o dos                           | Toma valor de "uno" si tiene astigmatismo, "dos" si no tiene astigmatismo.                                                    |
| Miopía-astig                       | Uno, dos                            | Tiene astigmatismo, toma valor de "uno" si miopía $\leq 6$ , "dos" si miopía $> 6$                                            |
| Miopía-edad                        | Uno, dos o tres                     | Edad: 18 - 45 , Toma valor de "uno" miopía $\leq 1.5$ , "dos" si está entre 1.5 y 10, y "tres" si miopía $> 10$               |
| Diabetes no controlada             | Uno o dos                           | Toma valor de "uno" si tiene diabetes, "dos" si no tiene diabetes.                                                            |
| Glaucoma no controlado             | Uno o dos                           | Toma valor de "uno" si tiene Glaucoma no controlado, "dos" si no tiene glaucoma no controlado.                                |

Tabla 2

Muestra de casos

| ID  | OS | BS | AONC | GNC | AST | EDAD | MIOP | DNC | REC |
|-----|----|----|------|-----|-----|------|------|-----|-----|
| 1   | 2  | 1  | 2    | 1   | 2   | 1    | 2    | 1   | NO  |
| 2   | 1  | 2  | 2    | 1   | 2   | 2    | 2    | 1   | NO  |
| 3   | 1  | 1  | 2    | 2   | 1   | 1    | 1    | 2   | SI  |
| 4   | 1  | 2  | 2    | 1   | 2   | 1    | 1    | 1   | NO  |
| 5   | 2  | 1  | 2    | 1   | 2   | 1    | 1    | 1   | NO  |
| 6   | 1  | 1  | 0    | 0   | 2   | 2    | 2    | 2   | SI  |
| 7   | 1  | 1  | 2    | 2   | 1   | 2    | 1    | 1   | SI  |
|     |    |    |      |     |     |      |      |     |     |
|     |    |    |      |     |     |      |      |     |     |
| 195 | 2  | 2  | 1    | 1   | 2   | 1    | 2    | 2   | NO  |
| 196 | 1  | 1  | 0    | 0   | 1   | 1    | 2    | 2   | SI  |
| 197 | 1  | 2  | 2    | 1   | 1   | 2    | 2    | 1   | NO  |
| 198 | 2  | 1  | 2    | 1   | 2   | 2    | 1    | 1   | NO  |
| 199 | 1  | 1  | 2    | 2   | 1   | 1    | 2    | 2   | SI  |
| 200 | 1  | 2  | 2    | 1   | 2   | 1    | 1    | 1   | NO  |

**Fig. 2**  
*Árbol de decisión*



## Expresabilidad del AD

```

graph TD
    A["SI( NO tiene OJOS SANOS )"] --> B["retornar NO"]
    A --> C["SINO SI( NO tiene BUENA SALUD )"]
    C --> D["retornar NO"]
    C --> E["SINO SI( ¿Alergia ocular no controlada? )"]
    E --> F["retornar NO"]
    E --> G["SINO SI( ¿Glaucoma no controlada? )"]
    G --> H["retornar NO"]
    G --> I["SINO SI( tiene ASTIGMATISMO )"]
    I --> J["SI( MIOPIA ≤ 6 )"]
    J --> K["retornar SI"]
    J --> L["SINO retornar NO"]
    I --> M["FinSi"]
    M --> N["SINO SI( edad ≤ 18 o edad >45 )"]
    N --> O["retornar NO"]
    N --> P["SINO SI( MIOPIA ≤ 1.5 o MIOPIA >10 )"]
    P --> Q["retornar NO"]
    P --> R["SINO SI( tiene DIABETES )"]
    R --> S["retornar NO"]
    R --> T["SINO retornar SI"]
    R --> U["FINSI"]
    U --> V["FINSI"]
    V --> W["FINSI"]
    W --> X["FINSI"]
    X --> Y["FINSI"]
    Y --> Z["FINSI"]
    Z --> AA["FINSI"]
    AA --> AB["FINSI"]

```

Para elegir el mejor atributo se utilizara el método de ganancia de información aunque también existe el de cálculo de la impureza de Gini, ambos ayudan a evaluar la calidad de cada condición de prueba (IBM, 2022).

$$ENTROPIA(S) = - \sum_{c \in C} (P(c) \log_2 P(c))$$

- S : conjunto de datos al cual se calculara la entropía  
S se particiona a través de una relación creándose el conjunto cociente que contiene las clases c en conjunto S
- P(c) representa la proporción de casos que pertenecen a la clase c en relación al número total de puntos de datos en el conjunto, S

Los valores de entropía están comprendidos en el rango:[01].

Entropía: 0 si todas las muestras en el conjunto de datos, S, pertenecen a una clase.

Si durante la clasificación, el 50% de los casos recaen en una clase y la otra mitad en otra clase, la entropía estará en su punto más alto en 1. Para encontrar el árbol de decisión óptimo, deberá usarse el atributo con la menor entropía

El concepto de ganancia de información, en el contexto de teoría de la información, se refiere a la impureza en un grupo de ejemplos. La ganancia de información es una disminución de la entropía. La ganancia se relaciona con la diferencia de entropía antes y después de una división en un determinado atributo. La mejor división la producirá el atributo con la ganancia mayor de información, habida cuenta que el proceso de clasificar los datos de entrenamiento de acuerdo con su clasificación de destino es óptimo. Para hallar la ganancia de información utilizaremos la siguiente formula:

$$Ganancia\ de\ informaci\ on(S, a) = Entropia(S) - \sum_{n=1}^{\infty} \left( \frac{|S_v|}{|S|} Entropia(S_v) \right)$$

- a : atributo específico o una etiqueta de clase
- Entropía (S) : entropía del conjunto de datos, S
- |S<sub>v</sub>| / |S| : proporción de los valores en S<sub>v</sub> al número de valores en el conjunto de datos, S
- Entropía (S<sub>v</sub>) es la entropía del conjunto de datos, S

Una vez explicado los conceptos procederemos a aplicarlo al caso en cuestión de cirugía. La entropía para la población de datos que estamos trabajando es 0.8988. Esto se puede calcular al encontrar la proporción de casos en los que se recomienda "SI", que es 63/200, y la proporción en los que se recomienda "NO", que es 137/200. Aplicando la formula a estos valores, se tiene:

$$Entropía\ (REC) = -(63/200) \log_2(63/200) - (137/200) \log_2(137/200) = 0.8988$$

Ahora calcularemos la ganancia de información para los atributos en forma individual.

#### Atributo "ojos sanos":

$$Entropía\ (ojos\ sanos) = -(140/200) \log_2(140/200) - (70/200) \log_2(70/200) = 0.1608$$

$$Ganancia\ (REC, ojos\ sanos) = 0.8988 - 0.1608 = 0.7379$$

#### Atributo "buena salud":

$$Entropía\ (buena\ salud) = -(131/200) \log_2(140/200) - (69/200) \log_2(70/200) = 0.129$$

$$Ganancia\ (REC, buena\ salud) = 0.8988 - 0.129 = 0.7690$$

Análogamente se aplica la misma fórmula a los siguientes atributos

## IV. DISCUSIÓN

Este estudio se llevó a cabo debido a la ausencia de conocimiento sobre recomendación de cirugía refractiva en base a una secuencia de condiciones.

Aunque rápida, no deja de ser un procedimiento quirúrgico. Por lo que resulta imperativo seguir una serie de sencillas recomendaciones antes de la intervención, lo cual conducirá a una recuperación reduciendo al máximo las complicaciones

Aunque existen varias técnicas de aprendizaje, los árboles de decisión es uno de lo más sencillos, tanto en el proceso de construcción como en el proceso de utilización como instrumento de clasificación.

Los modelos que utilizan árbol de decisión, se pueden expresar de manera simbólica, en forma de secuencia de condiciones, por lo que puede tener como resultado modelos inteligibles para los seres humanos asimismo para sistemas semiautomáticos basados en procesamiento de reglas.

Los árboles de decisión resultan convenientes y ventajosos cuando más pequeños son, lo cual es congruente con el principio de parsimonia en la Navaja de Occam que prioriza *las explicaciones más sencillas de entre todas las posibles*. Vale decir, "las entidades no deben multiplicarse más allá de lo necesario". En términos de complejidad, los árboles de decisión agregan complejidad siempre que sea necesario, considerando que la explicación más simple podría ser la mejor. Si se quiere reducir la complejidad y evitar el sobreajuste, se puede utilizar la técnica de PODA, que consiste en eliminar las ramas que se dividen en características poco relevantes.

## V. CONCLUSIÓN

El abordaje correcto del paciente en cirugía refractiva, comprende el estudio cuidadoso y detallado de sus características oculares, generales y psicológicas; y la selección apropiada por parte del médico de la técnica adecuada.

Predecir los resultados futuros basados en el conocimiento obtenido de la observación de datos pasados es una aplicación común en una gran variedad de áreas de la investigación científica. En este caso el Árbol de decisión constituye una herramienta para clasificar casos de recomendación de cirugía refractiva a partir de casos conocidos

## VI. AGRADECIMIENTOS

La investigación se realizó en el marco del proyecto de investigación del Grupo de investigación Biomedical de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la UNMSM.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Fraga-Graells, E. (2011). Ojo seco y cirugía refractiva, estudio de red de citación. *Rev. mex. oftalmol vol.95 no.6 Ciudad de México nov./dic. 2021 Epub 16-Dic-2021*.
- [2] Alberro, M. (2010). Cirugía refractiva en Latinoamérica: Necesidad de muchos, oportunidad de pocos. *Rev Cubana Oftalmol v.23 n.2 Ciudad de la Habana jul.-dic. 2010*.
- [3] Andreu, C. (2013). *Algoritmos de decisión en cirugía refractiva*.
- [4] Barrientos, R. (2009). Árboles de decisión como herramienta en el diagnóstico médico.
- [5] Hernandez, I. (2015). Selección del paciente para cirugía refractiva: actualización. *Rev*

*Cubana Oftalmol vol.28 no.3 Ciudad de la Habana jul.-set. 2015*.

- [6] Hernandez, J. (2008). *Introducción a la minería de datos*. Madrid: Prentice-Hall Pearson.
- [7] Labarrere, Y. (2012). Seguridad del paciente en la cirugía refractiva con láser. *Rev Cubana Oftalmol vol.25 no.1 Ciudad de la Habana ene.-jun. 2012*.
- [8] Landín, M. (2012). Árboles de decisiones para el diagnóstico y tratamiento de pacientes con glaucoma neovascular. *AMC vol.16 no.4 Camagüey jul.-ago. 2012*.
- [9] Leyva, S. (2010). Una revisión de los algoritmos de partición más comunes en el análisis de conglomerados: un estudio comparativo.
- [10] Mijéne, O. (2011). Comportamiento de los resultados visuales en el adulto mayor. *Centro Oftalmológico de Holguín. Hospital Universitario "Lucía Íñiguez Landín"*.
- [11] Palma, J. (2008). *Inteligencia artificial, Técnicas, métodos y aplicaciones*. Madrid: McGraw Hill.
- [12] Russell, S. (2008). *Inteligencia artificial, un enfoque moderno*. Mexico: Pearson.
- [13] Segura, A. (2012). Aplicación de árboles de decisión en la salud pública. *Volumen 3, Número 1, Enero-Junio 2012, pág. , 94-103*.

### Fuentes de financiamiento:

Propia.

### Conflictos de interés:

Los autores declaran no tener conflictos de interés.