

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

E.T.S.I. INFORMÁTICA

DEPARTAMENTO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL



**Sistema de ayuda a la decisión
para cirugía de cataratas**

TESIS DOCTORAL

Nuria Alonso Santander

Madrid, 2011

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN A DISTANCIA

E.T.S.I. INFORMÁTICA

DEPARTAMENTO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Sistema de Ayuda a la Decisión para Cirugía de Cataratas

Tesis presentada
para optar al grado de Doctora

Programa de Doctorado:
Inteligencia artificial y sistemas informáticos

Autora: Nuria Alonso Santander

Director: Prof. Dr. Francisco Javier Díez Vegas
Dpto. Inteligencia Artificial, UNED, Madrid

Marzo de 2011

*A Jose, Isabel y Evelio
A mis padres*

Índice

Resumen ix

Agradecimientos xi

Lista de abreviaturas xiii

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN **1**

1.1. Planteamiento del problema: cataratas 1

1.1.1. Cataratas y su cirugía 1

1.1.2. Variabilidad en la práctica clínica 3

1.2. Antecedentes 4

1.2.1. El método RAND/UCLA 4

1.2.2. Estudio RAND/UCLA para cataratas 5

1.2.3. Estudio de la red IRYSS 5

1.3. Objetivos 5

1.4. Metodología 6

CAPÍTULO 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN **9**

2.1. Oftalmología 9

2.1.1. Aspectos médicos de la catarata 9

2.1.2. Cirugía de cataratas 11

2.1.3. Influencia de la catarata en la función visual 15

2.1.4. Comorbilidad asociada a la catarata 20

2.1.5. Factores de riesgo para cirugía de cataratas 39

2.1.6. Complicaciones de la cirugía de cataratas 50

2.2. Estudio RAND de la red IRYSS 64

2.2.1. El método RAND 64

2.2.2. La red IRYSS 66

2.2.3. Estudio sobre cirugía de cataratas 67

2.3. Redes bayesianas 73

2.3.1. Fundamentos de probabilidad 73

2.3.2. Modelos canónicos 78

2.3.3. Programas de ordenador para redes bayesianas 83

2.4. Integrencia artificial aplicada a la oftalmología 86

CAPÍTULO 3. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AYUDA A LA DECISIÓN	87
3.1. Proceso de construcción de la red	87
3.2. Variables relativas al tipo de catarata	88
3.3. Variables relativas a la función visual	89
3.3.1. Agudeza visual	90
3.3.2. Deslumbramiento	96
3.3.3. Función visual (limitaciones que produce)	101
3.4. Comorbilidades	110
3.5. Complejidad técnica	115
3.6. Factores de riesgo para cirugía de cataratas	116
3.7. Posibles complicaciones de la cirugía de cataratas	120
3.8. Variables introducidas para la comparación con el estudio RAND	127
3.9. De las probabilidades a la recomendación	132
3.9.1. Puntuación por agudeza visual	133
3.9.2. Puntuación por deslumbramiento	134
3.9.3. Puntuación global	135
3.9.4. Discusión	135
CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN Y RESULTADOS	137
4.1. Análisis de pacientes reales	137
4.1.1. Análisis individual	137
4.1.2. Discusión	171
4.2. Comparación sistemática con el panel de expertos	173
4.2.1. Método de comparación	173
4.2.2. Análisis estadístico de resultados	173
4.2.3. Análisis de discrepancias	186
4.2.4. Discusión	193
CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES	197
5.1. Principales resultados y aportaciones	197
5.2. Futuras líneas de investigación	198
BIBLIOGRAFÍA	201

Resumen

Esta tesis parte del estudio RAND de la red IRYSS sobre la adecuación de la indicación de la cirugía de catarata, en el cual el panel de expertos estuvo formado por 12 oftalmólogos. El trabajo se ha realizado en colaboración con el Departamento de Inteligencia Artificial de la UNED y con la Agencia Laín Entralgo de Madrid. El objetivo principal, que ha sido la construcción de un sistema de ayuda a la decisión para cirugía de cataratas mediante facoemulsificación, se desglosa en los siguientes objetivos:

- Construir una red bayesiana, como modelo probabilista causal que representa las variables relativas a agudeza visual, función visual, comorbilidad, complejidad técnica, complicaciones, etc. Al introducir en el modelo los datos de un paciente concreto, la red permite calcular la probabilidad a posteriori de los posibles resultados de la cirugía y, en función de ellos, ofrece una recomendación acerca de si conviene operar o no.
- Evaluar dicho sistema comparando sus recomendaciones con las del panel de expertos reunido por la red IRYSS.
- Evaluar el sistema con pacientes reales.

Tras una revisión bibliográfica en la que se han examinado unas 500 referencias relativas a las cataratas y la facoemulsificación, se ha construido el modelo probabilista seleccionando las variables y trazando los enlaces causales entre ellas. Los parámetros que definen la red se han obtenido de la revisión bibliográfica, de una base de datos de la Agencia Laín Entralgo y de la experiencia clínica de la autora de la tesis. La red fue refinada examinando algunos casos de prueba y posteriormente se realizó una comparación con los resultados del panel de expertos mediante una doble evaluación: por un lado, con un conjunto de 47 pacientes y, por otro, con los 1.071 escenarios que habían sido analizados en el estudio de la red IRYSS. Las recomendaciones que da la red concuerdan en la mayor parte de los casos con las del panel de expertos, aunque las puntuaciones son algo más elevadas en general. La evaluación realizada sobre los 47 pacientes parece indicar que los resultados de la red son más acertados, pero sería necesario llevar a cabo estudios con una muestra mayor para poder sacar conclusiones fiables.

Las principales ventajas que aporta la red frente al panel de expertos son dos:

- El panel de expertos sólo da una recomendación numérica, en una escala de 1 a 9, sin explicar el porqué, mientras que la red, además de dar una recomendación numérica muestra la probabilidad esperada de cada una de las variables: agudeza visual, deslumbramientos, posibles complicaciones, etc.
- Para actualizar los resultados del panel de expertos sería necesario reunirlos de nuevo y repetir todo el estudio. En cambio, la red es fácilmente modificable, pues no sólo permite el ajuste automático o semi-automático de las probabilidades, sino que también es posible añadir en el futuro nuevas variables y nuevas relaciones.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero mostrar mi más sincera gratitud a mi director de tesis, el Prof. Dr. Francisco Javier Díez Vegas, por su inestimable ayuda en el desarrollo de esta investigación, por su disponibilidad, por sus comentarios, por sus enseñanzas y sus correcciones, siempre acertados, y por sus palabras de ánimo. También quiero darle las gracias a su familia, que me ha prestado a su padre y marido, incluso en vacaciones.

Quiero manifestar también mi agradecimiento a la Dra. Nerea Fernández por su orientación decisiva, por sus brillantes ideas, por su inestimable ayuda y notas acertadas y en el momento justo. Sin ella no habría sido posible realizar esta tesis. Todo el apartado de análisis estadístico ha sido realizado por ella.

A los miembros del Departamento de Inteligencia Artificial de la UNED. Sin su trabajo informático no podríamos tener este Sistema de Ayuda a la Decisión para cirugía de Cataratas. Especialmente, quiero agradecer a Carla Margalef Bentabol, por construir el programa SAD-Catar y tenerlo preparado a tiempo, y al Prof. Manuel Arias Calleja por haber construido el sistema Carmen / OpenMarkov.

A la Dra. Elena Andradas, y los miembros de la Agencia Laín Entralgo, por ofrecerme participar en la realización de esta red probabilística y ofrecerme su apoyo.

Al Dr. J. Jacobo González-Guijarro, por su disponibilidad y consejos.

Al Dr. Francisco Clement por pensar en mí como colaboradora desde el principio en el trabajo de campo.

A mi marido Jose, por todos los consejos, refuerzos, cariño, tiempo, etc, etc, etc., que me ha brindado en todo el trayecto.

A mis peques, por cederme sus horas de juego para sentarme al ordenador.

A mi familia, por estar apoyándome y animándome.

Al Dr. J. C. Acosta., por un consejo decisivo.

Por último, quiero agradecer a todas las personas que se han interesado por mi trabajo y me han apoyado, aconsejado y dado su ánimo.

Lista de abreviaturas

AAO	American Association of Ophthalmology
AFG	Angiografía fluoresceínica
AVAC	Año de vida ajustado en calidad (en inglés, QALY: <i>quality adjusted life year</i>)
ADVS	<i>Activities of Daily Vision Scale</i>
AV	Agudeza visual
BCAV	Agudeza visual mejor corregida
BMA	Biomicroscopía de segmento anterior
CI	Intervalo de confianza (<i>confidence interval</i>)
CTT	Teoría clásica de los tests (<i>classical test theory</i>)
CVRS	Calidad de vida relacionada con la salud
DC	Desprendimiento coroideo
DMAE	Degeneración macular asociada a la edad
DM	Diabetes Mellitus
DR	Desprendimiento de retina
ECCE	Cirugía extracapsular de catarata
EM	Edema macular
EMC	Edema macular cistoide
EMQ	Edema macular quístico
EMCS	Edema macular clínicamente significativo
EMD	Edema macular difuso
ETDRS	<i>Early Treatment Diabetic Retinopathy Study</i> (Estudio del Tratamiento Precoz de la Retinopatía Diabética)
FIS	Fondo de Investigaciones Sanitarias
HRQL	Calidad de vida relacionada con la salud (<i>health related quality of life</i>)
HTIO	Hipertensión intraocular
ICCE	<i>Intracapsular cataract extraction</i> (Técnica intracapsular)
IRT	Teoría de respuesta al ítem (<i>Item response theory</i>)
IOL	Intraocular lens
LIO	Lente intraocular
MSC	Ministerio de Sanidad y Consumo
NOIA	Neuritis óptica isquémica anterior
OCT	Tomografía de coherencia óptica
ONTT	<i>Optic Neuritis Treatment Trial</i>
OR	Razón de razones de probabilidad (<i>odds ratio</i>)
PIO	Presión intraocular

PSX	Síndrome de pseudoexfoliación
RCT	Ensayo clínico aleatorizado (<i>randomized clinical trial</i>)
RD	Retinopatía Diabética.
RDNP	Retinopatía Diabética No Proliferativa.
RDP	Retinopatía Diabética Proliferativa.
SD	Desviación estándar (<i>standard deviation</i>)
VF14	Índice de Función Visual VF-14
VVP	Vitrectomía posterior vía <i>pars plana</i>
WHO (OMS)	<i>World Health Organization</i> (Organización Mundial de la Salud)
YAG	Láser YAG (<i>láser Nd-YAG: neodymium-doped yttrium aluminium garnet</i>)
ZAF	Zona avascular foveal

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema: cataratas

1.1.1. Cataratas y su cirugía

La catarata es la principal causa de pérdida de visión en todo el mundo (se estima que es la responsable del 47% de los casos de ceguera a nivel mundial) y es la principal causa de ceguera curable (Sommer *et al.*, 1991; Yorston *et al.*, 2000; Brian *et al.*, 2001; World Health Organization, 2006). Más de la mitad de la población mayor de 65 años desarrollará cataratas, lo que originará una gran discapacidad funcional debido a ellas y una gran demanda asistencial (Muñoz *et al.*, 2000).

La cirugía de cataratas es, con mucho, la intervención quirúrgica más realizada en todo el mundo. Aunque la operación de cataratas se practica desde los primeros tiempos de la historia del hombre, la inquietud por resolver sus consecuencias es tan antigua como la operación misma. Las primeras descripciones de operación de catarata se encuentran en el papiro de Carlsberg, redactado en el antiguo Egipto entre los años 1900 y 1200 a.C., y en el código de Hammurabi, encontrado en Susa en 1901 y fechado en 2000 a.C. En la India tanto el *Ayurveda* como los textos médicos de Sushruta mencionan la técnica de esta operación. Ambos textos están fechados aproximadamente en el año 1000 a.C. En el código de Hammurabi puede leerse: “Si (el médico) ha abierto la nube (catarata) de un hombre con la lanceta de bronce y ha curado el ojo del hombre...”, a lo cual sigue la descripción de honorarios a que tiene derecho el cirujano (Herreman *et al.*, 1981).

A pesar de los años que se lleva estudiando, no se conocen las causas que originan una catarata, pero existen factores de riesgo, como la exposición a radiación ultravioleta, el sexo femenino, raza negra, el ser fumador, la comorbilidad ocular y, sobre todo, la edad. En algunos estudios, la dieta, los niveles de estrógenos y los factores de riesgo cardiovascular, así como una predisposición genética, han sido asociados con la aparición de cataratas nucleares, mientras que la exposición a la luz del sol, la ingesta de corticoides o el ser afroamericano, se han asociado con la aparición de cataratas corticales. La opacificación del cristalino también puede asociarse a traumatismos oculares, diabetes, alcoholismo y algunos fármacos (Cumming *et al.*, 1993; Livingston *et al.*, 1995; Leske *et al.*, 1999; Solomon *et al.*, 2003).

A pesar de las extensas investigaciones sobre su patogénesis y de la prevención farmacológica, no hay ningún medio probado para prevenir las cataratas relacionadas con la edad. No existe ninguna medicación, gotas o gafas, que hagan que las cataratas desaparezcan (Kaddor *et al.*, 1983). Por tanto, el tratamiento de una catarata que afecta a la visión de un paciente ha de ser quirúrgico. El manejo no quirúrgico incluye consejo médico acerca de los síntomas visuales relacionados con la catarata, dando información sobre el motivo de pérdida visual, y prescribir la corrección óptica adecuada. Para algunos pacientes con cataratas que afectan significativamente a la visión, un cambio en la corrección óptica de sus gafas o el uso de filtros especiales en ellas puede mejo-

rar su calidad de vida y permitir, hasta cierto punto, la realización de actividades relacionadas con la función visual. (American Association of Ophthalmology, 2006). Actualmente, la mejor evidencia científica no ha demostrado que los suplementos nutricionales sirvan para prevenir o retrasar la progresión de la opacificación y, por tanto, no se recomiendan (Sperduto *et al.*, 1993). Tampoco existen tratamientos farmacológicos para eliminar las cataratas existentes o para retardar su progresión. Los pacientes pueden reducir el riesgo de que las cataratas progresen, modificando la exposición a factores de riesgo. Los pacientes fumadores deben ser informados de los beneficios de abandonar el hábito tabáquico (Pederson *et al.*, 1982; Ockene *et al.*, 1987; West *et al.*, 1989; Christen *et al.*, 1992; National Cancer Institute, 1994; Ranney *et al.*, 2006). Los pacientes diabéticos y los tratados con corticoides orales o inhalados deben ser informados de que tienen más riesgo de desarrollar cataratas. Se debe recomendar el uso de sombreros de ala ancha y gafas de sol para bloquear la radiación ultravioleta B (Urban *et al.*, 1986; Chef *et al.*, 1992; Peto *et al.*, 1998; Klein *et al.*, 1998; Leske *et al.*, 1999; Jick *et al.*, 2001; Klein *et al.*, 2001; Smeeth *et al.*, 2003; Hennis *et al.*, 2004).

La única arma terapéutica es su extracción quirúrgica, asociada en la mayoría de los casos a un implante de lente artificial. La cirugía de cataratas es la intervención quirúrgica más realizada en el mundo (American Association of Ophthalmology, 2000). En España, es la cirugía que mayores listas de espera quirúrgica y de consultas externas origina: el 30 de junio de 2007, la lista de espera estructural para la cirugía de catarata en el Sistema Nacional de Sanidad era de 58.682 pacientes y a 30 de junio de 2009 de 57.454 pacientes (Ministerio de Sanidad y Consumo, 2007 y 2010).

La cirugía de catarata es una de las intervenciones sanitarias más eficientes: Es tan eficiente como la vacunación y puede reducir los casos de ceguera evitable significativa y rápidamente (World Health Organization, 2006). La relación de coste-efectividad para la extracción de catarata se estimó en 4.500 dólares por AVAC¹ en Suecia (Kobelt *et al.*, 2002). Algunos estudios realizados en Estados Unidos concluyeron que el coste por AVAC ganado en la extracción de cataratas en el primer ojo era de 2.023 dólares (Busbee *et al.*, 2002) y en el segundo ojo era de 2.727 dólares (Busbee *et al.*, 2003a). El valor de la cirugía de cataratas es mayor que el de otras intervenciones oftalmológicas: se calcula un valor de 3.101 dólares /AVAC para la fotocoagulación láser para el edema macular diabético (Sharma *et al.*, 2000), 23,640 dólares /AVAC para la fotocoagulación láser para la neovascularización coroidea extrafoveal (Busbee *et al.*, 2003b), etc. Según el estudio de Kaplan y Bush (1981), las intervenciones cuyo coste es menor de 20.000 dólares /AVAC son admitidas sin discusión, las de 20.000 a 100.000 son discutibles pero justificables, y las de más de 100.000 difíciles de justificar. Un trabajo de Sacristán *et al.* (2002), basado en los resultados de estudios de coste-efectividad realizados en España, sugería que en nuestro país se consideran aceptables las intervenciones que tiene un coste menor de 30.000 euros por año de vida ganado (que no es lo mismo que un AVAC, aunque el propio José Antonio Sacristán ha sugerido recientemente en la lista de distribución evimed@listserv.rediris.es

¹ El término *año de vida ajustado en calidad* (AVAC) es una traducción del inglés *quality adjusted life year* (QALY), introducido por Weinstein *et al.* (1997) como medida de la utilidad en estudios de evaluación económica. Un menor coste en euros o en dólares por AVAC indica que la intervención es más eficiente, es decir, tiene mejor relación de coste-efectividad.

que en España se puede considerar como umbral de aceptabilidad el valor de 30.000 euros/AVAC). Dado que todos los estudios han concluido que la relación de coste-efectividad de la cirugía es claramente inferior a 5.000 dólares /AVAC, esta intervención resulta ser una de las más eficientes.

Aunque la cirugía de cataratas habitualmente cumple con las expectativas de los pacientes, es importante reconocer las variables que pueden influir y ayudar a predecir qué pacientes mejorarán visualmente tras la cirugía de cataratas y cuáles son las complicaciones potenciales para cada paciente concreto.

1.1.2. Variabilidad en la práctica clínica

El objetivo de los sistemas de salud es maximizar la salud de la población con los recursos que la sociedad decide. Por tanto, los servicios que se ofrecen a los ciudadanos deben reunir ciertos requisitos para que ayuden a mejorar los resultados de salud en el individuo y en la población. El servicio que se ofrece al paciente ha de ser seguro, efectivo, centrado en el paciente, oportuno en tiempo, eficiente y equitativo. Sin embargo, estos requisitos se cumplen con una gran variabilidad. Por ejemplo, se ha observado una gran variabilidad en el uso de procedimientos diagnósticos preventivos, y terapéuticos no explicada por las características de los pacientes. La variabilidad existe entre países, regiones y centros médicos. A la vista de tanta variabilidad, pueden formularse preguntas sobre si en algún sitio se hacen procedimientos de más (sobrecapitalización) o de menos (infrautilización). Se ha estimado que una alta proporción de los servicios de salud se presta por razones inapropiadas (sobrecapitalización). Para intentar disminuir el uso inapropiado se han intentado soluciones burocráticas, administrativas o presupuestarias, que en el fondo, se han dirigido a controlar el gasto sanitario. Es posible que estas medidas limiten la cantidad de servicios prestados, pero no necesariamente disminuirán selectivamente el uso inapropiado ni aumentarán el uso apropiado y la calidad asistencial. La eliminación selectiva de los servicios inapropiados no es una tarea sencilla. Sin embargo, si se lograra, se podrían liberar recursos para proveer servicios efectivos a aquellas personas que los necesiten. Es importante contar con criterios uniformes para resolver los casos dudosos.

También la cirugía de cataratas se ve afectada por este incremento de la demanda y por la variabilidad en la práctica clínica. De hecho, en las dos últimas décadas se ha producido un incremento generalizado de la cirugía de cataratas, siendo en nuestro país y en la mayoría de países de nuestro entorno el procedimiento quirúrgico más frecuentemente realizado. Además, debido al envejecimiento poblacional, se prevé que esta tasa se incremente (Kocur *et al.*, 2002, Congdon *et al.*, 2004). Esto ha ido parejo de variaciones en la práctica médica, tanto en la indicación de la cirugía, como en la práctica clínica. En los resultados obtenidos son diversos los factores que influyen en estas variaciones, desde los relacionados con la oferta y demanda, o al aumento de listas de espera quirúrgicas, a los atribuidos a la falta de evidencia e incertidumbre acerca de la práctica clínica más apropiada y eficiente (Peiró *et al.*, 1998). Algunos estudios apuntan que la variabilidad en la práctica médica es menor cuando existe acuerdo entre los clínicos sobre el valor de un procedimiento y que sólo en presencia de incertidumbre los clínicos desarrollan estilos de práctica diferentes. Otros estudios muestran variaciones bajas en procedimientos de bajo consenso y variaciones altas en

métodos en los que aparentemente no hay incertidumbre (Evans *et al.*, 1990; McPherson *et al.*, 1990; Chassin *et al.*, 1987).

La determinación de la necesidad de asistencia sanitaria es un asunto clave en aquellos servicios de salud que quieren dirigir la eficiencia y la equidad en el uso de sus recursos hacia la satisfacción de la necesidad, más que a la satisfacción de la demanda. Sin embargo, la identificación de la necesidad plantea problemas debido a limitaciones conceptuales, limitaciones metodológicas y limitaciones derivadas de la información requerida para estimar la necesidad en una población determinada. Las limitaciones conceptuales derivan de la propia noción de necesidad. Según el concepto más admitido de necesidad, se considera necesaria la aplicación de una intervención cuando a juicio de un experto, generalmente médico, debe ser aplicada. Sin embargo, debido a la enorme variabilidad en la práctica clínica, es improbable tener criterios objetivos para establecer la necesidad. Las limitaciones metodológicas se refieren a la todavía insuficiente validez de los métodos desarrollados para establecer criterios sobre la necesidad. Estas limitaciones dependen de la escasa evidencia científica disponible sobre la efectividad de procedimientos médicos, y de la potencial variabilidad de las opiniones entre expertos.

Se están desarrollando distintas formas de enfrentar el problema de la incertidumbre. Desde el establecimiento de líneas de consenso traducidas en la práctica de protocolos y guías de práctica clínica, hasta la realización de estudios específicamente dirigidos a tratar el tema de la incertidumbre como, por ejemplo, el estudio acerca del uso adecuado de determinados procedimientos (Brook *et al.*, 1986; Taylor *et al.*, 2002). Esta metodología ha sido previamente utilizada para obtener criterios de uso apropiado de varias intervenciones médicas y quirúrgicas, como: el tratamiento del cáncer de riñón metastático (Halbert *et al.*, 2006), la prevención secundaria del ictus (Hanley *et al.*, 2004), la revascularización coronaria (Hemingway *et al.*, 2001) o la artroplastia de cadera (Quintana *et al.*, 2005).

1.2. Antecedentes

Debido al problema de variabilidad y de la necesidad de determinar el uso apropiado, ya comentado anteriormente, se han realizado al menos dos estudios para resolver las discrepancias: el RAND/UCLA y el IRYSS

1.2.1. El método RAND/UCLA

Tras la Segunda Guerra Mundial, se inició el proyecto RAND, que es la abreviatura de “Research and Development”. Hoy la corporación RAND, es una organización sin ánimo de lucro, con más de 800 investigadores en plantilla. Realizan investigaciones, no sólo para las fuerzas aéreas, como en sus inicios, sino, la mayoría, para organizaciones no militares. La característica que hizo a RAND emerger rápidamente tras su creación es su método interdisciplinario para identificar, evaluar y aplicar la tecnología. La organización se estructuró según las líneas académicas convencionales, con departamentos de matemáticas, física, ingeniería, economía, psicología, química y aerodinámica (RAND, 2009).

Para poder ayudar a tomar decisiones a los médicos de forma sistemática sobre el uso apropiado de procedimientos y tecnología médica, y para conseguir aumentar el uso apropiado y disminuir el uso inapropiado, el método más desarrollado es el método RAND/UCLA (Jenner *et al.*, 1984). Fue creado en la década de los 80 como parte de un *Estudio sobre la Utilización de Servicios Sanitarios* llevado a cabo por la Corporación RAND y la Escuela de Medicina de la Universidad de California Los Ángeles (UCLA) (Brook *et al.*, 1986).

Se planteó como un intento de responder a las preguntas sobre cuánta variabilidad puede ser explicada por el uso inapropiado de la tecnología o procedimiento médico. Este método está basado en la mejor evidencia científica disponible y, cuando no existe evidencia o es contradictoria, se completa con el juicio de un panel de expertos mediante puntuaciones estructuradas y sin forzar un consenso.

El método ha demostrado su validez, pues los resultados de los pacientes son mejores cuando se aplican las recomendaciones que cuando no se aplican. Se encuadra dentro de las llamadas “técnicas de consenso” y, concretamente, se basa en una modificación de una de esas técnicas, el método Delphi. (Helmer *et al.*, 1966; Linstone *et al.*, 1975).

1.2.2. Estudio RAND/UCLA para cataratas

Para la cirugía de cataratas, el panel de expertos en 1993, tras una extensa revisión de la literatura, clasificó 2.905 indicaciones (equivalente a escenarios clínicos), en los que se debiera realizar la intervención de cataratas, y las dividió en una escala del 1 al 9 (inapropiado hasta apropiado). El JRA-06 (*Cataract Surgery: A Literature Review and Ratings of Appropriateness and Cruciality*) fue publicado por el RAND.

1.2.3. Estudio de la red IRYSS

El estudio sobre cirugía de cataratas realizado dentro de la red IRYSS (2006) ha sido el punto de partida de esta tesis. De hecho, muchas de las decisiones que se han tomado en la construcción de la red bayesiana Catarnet están motivada por el estudio de la red IRYSS y, por otro lado, los resultados de dicho estudio se han utilizado como patrón de comparación para nuestra red. Lo explicaremos con más detalle en la sección 2.2. y en el Capítulo 4.

1.3. Objetivos

Con esta tesis pretendemos crear un programa de ayuda a la decisión para cirugía de cataratas. Partiendo de las características preoperatorias de un paciente (comorbilidad ocular, agudeza visual y función visual) y relacionándolas probabilísticamente con las posibles complicaciones, el sistema debe ser capaz de predecir cuál será la ganancia en agudeza visual y función visual, y cuáles son las probabilidades de que ocurra alguna complicación quirúrgica. Así podremos obtener una estimación objetiva del beneficio potencial neto de la cirugía de cataratas para un paciente concreto, lo cual

ayudará al oftalmólogo a tomar la decisión más adecuada en cada caso. De este modo, se tratará de prestar el mejor servicio posible al paciente, evitando la cirugía cuando los riesgos son mayores que el beneficio esperado, y también de no excluir a ningún paciente que pudiera beneficiarse de la intervención. Aunque el médico siempre tendrá la última palabra, es de esperar que un sistema de ayuda a la decisión contribuya a reducir la variabilidad en la práctica clínica, aumentando así la equidad en el acceso a los servicios sanitarios, que es un aspecto ético importante en la práctica clínica. Por otro lado, en caso de reclamaciones legales, puede ser útil para el oftalmólogo poder justificar su decisión apoyándose en datos objetivos. También nuestra red puede contribuir en la creación de guías de práctica clínica. A largo plazo, la implantación de dicho sistema en la práctica de uno o varios hospitales permitirá recoger datos y comprobar si las recomendaciones del sistema han sido adecuadas, lo cual servirá para refinar las estimaciones de nuestro sistema de ayuda a la decisión.

Los objetivos concretos de esta tesis son los siguientes:

1. Construir un sistema de ayuda a la decisión basado en una red bayesiana.
2. Evaluar dicho sistema comparando sus recomendaciones con las del panel de expertos reunido por la red IRYSS.
3. Evaluar el sistema con casos reales.
4. Implantar el sistema en varios hospitales.

1.4. Metodología

La parte central de este trabajo doctoral ha consistido en realizar la construcción de una red bayesiana a partir de conocimiento experto y literatura médica. La búsqueda bibliográfica se realizó en su mayor parte en 2007, aunque se ha ido completando posteriormente, consultando las bases de datos OVID-Medline, ISI Web of Knowledge, Índice Médico Español, Highwire y la Biblioteca Cochrane. Asimismo, se ha hecho una búsqueda en el TRIP Database y en diversas agencias sanitarias nacionales (Madrid y Andalucía) de evaluación de tecnologías. La mayor parte de los trabajos que incluimos en la revisión fueron estudios observacionales o series de casos analizadas bien prospectiva o retrospectivamente, por lo que sus conclusiones deben ser interpretadas con precaución. En general, la evidencia científica y la calidad de la investigación encontrada sobre la cirugía de cataratas han sido pobres. Muchas probabilidades que contienen la red bayesiana han sido estimadas por la autora de esta tesis a partir de su experiencia profesional y sus conocimientos sobre la patofisiología y la cirugía de la catarata.

La construcción de la red ha constado de tres fases:

1. Selección de variables y determinación del dominio de cada una de ellas, es decir, del conjunto de valores que puede tomar. En principio se han tomado las mismas variables que en el estudio de la red IRYSS y con los mismos dominios, pero luego ha sido necesario añadir nuevas variables, principalmente para representar estados patofisiológicos intermedios, que no aparecen explícitamente en dicho estudio. También ha sido necesario refinar el dominio de algunas variables, como explicaremos en el 2.3. .

2. Construcción del grafo causal, para lo cual se han trazado enlaces que, en general, unen cada causa con sus posibles efectos.
3. Obtención de las probabilidades condicionadas. Algunas de ellas han podido obtenerse de estudios epidemiológicos, pero han sido una minoría, pues a pesar de la abundante literatura publicada sobre este tema, se encuentran muy pocos datos que puedan utilizarse directamente para construir una red bayesiana. Por ello, la mayor parte de las probabilidades han sido estimadas subjetivamente por la autora de esta tesis a partir de su experiencia profesional y de sus conocimientos sobre la patofisiología y la cirugía de las cataratas.

Depuramos la red evaluándola con casos de prueba. Utilizamos casos reales de la experiencia clínica de la autora, en concreto de una serie de 48 pacientes operados de catarata en el Hospital Comarcal de Melilla y de la base de datos de la Agencia Laín Entralgo dentro del estudio “Evaluación del uso apropiado de la cirugía de cataratas, Criterios de priorización y resultados del procedimiento quirúrgico de la unidad de evaluación de tecnologías sanitarias, enmarcado en la red IRYSS., que ya hemos mencionado en la sección 1.2.3 y que describiremos más adelante en la sección 2.2. y el Capítulo 4.

Esta red bayesiana constituye la base del programa informático SAD-Catar (Sistema de Ayuda a la Decisión para cirugía de Cataratas), que ha sido implementado por D^a Carla Margalef Bentabol, investigadora del Dpto. de Inteligencia Artificial de la UNED, bajo la dirección del Prof. Francisco Javier Díez Vegas, en colaboración con la autora de esta tesis. Dicho programa incorpora también las recomendaciones del panel de expertos, obtenidas en el estudio RAND de la Red IRYSS.

En el futuro, la red se realimentará con los datos obtenidos con los casos de los distintos centros donde esté implantada.

Capítulo 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

En este capítulo resumimos los aspectos del estudio de la red IRYSS más relacionados con esta tesis y ofrecemos una introducción a las redes bayesianas que son el modelo probabilista utilizado para la construcción de nuestro sistema de ayuda a la decisión.

2.1. Oftalmología

2.1.1. Aspectos médicos de la catarata

a) Definición

La catarata se define como la pérdida de transparencia del cristalino. Esta lente natural es una estructura transparente biconvexa localizada en una cápsula detrás de la pupila, por la que pasan los rayos de luz y son enfocados sobre la retina (véase la fig. 2.1). Cuando esta lente se vuelve opaca impide que los rayos la atraviesen y lleguen a enfocarse a la retina. Esta opacificación se denomina catarata.

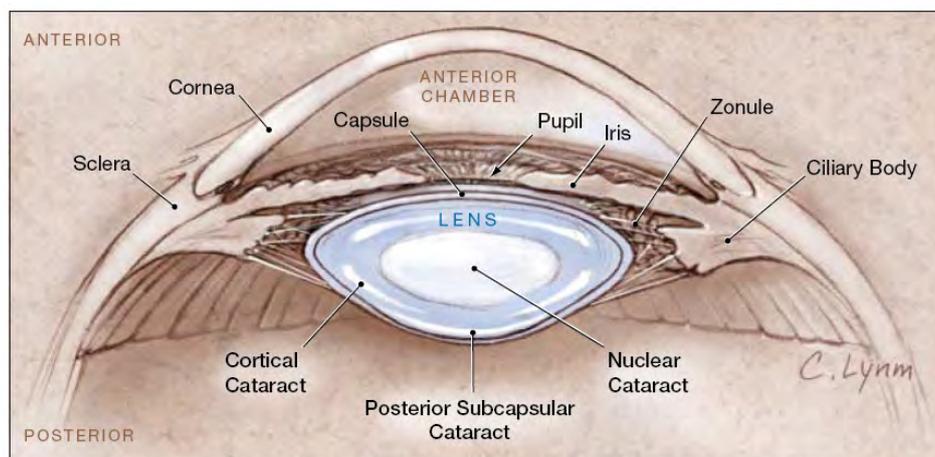


Fig. 2.1: Sección sagital del segmento anterior del ojo.

Las cataratas se forman lentamente y de manera indolora, y van originando una progresiva pérdida visual, causando visión borrosa o nublada, halos, brillos, disminución de la visión nocturna, disminución de la saturación de los colores, visión doble con un solo ojo, necesidad de variar las condiciones de luz ambiental, cambios frecuentes en la prescripción óptica, e incluso la imposibilidad de leer sin gafas (ya que la opacificación del cristalino conlleva una miopización del ojo, entre otros efectos). La formación de la catarata ocurre a diferente velocidad en cada ojo, por lo que puede haber catarata unilateral o bilateral.

b) Tipos de catarata

La dureza del núcleo es uno de los factores más relevantes en cirugía, especialmente si se trata de dividir el núcleo antes de la facoemulsificación. La dureza del núcleo se correlaciona con la cantidad de energía ultrasónica necesaria para emulsificarlo y con el color de la catarata en la biomicroscopía. Las complicaciones y el resultado quirúrgico van a estar muy influidos por esta variable. Por ejemplo, en la catarata polar posterior, puede presentarse ruptura de la cápsula posterior en la maniobra de hidrodissección o aspiración de la corteza. Existe una gran variabilidad de clasificaciones, las más utilizadas son:

- Según el grado de opacidad o madurez, basada en observaciones subjetivas (Alió *et al.*, 2006):

- Catarata inmadura/ incipiente/ esclerosis inicial. Presenta opacidades dispersas y zonas transparentes. Es una catarata leve en la que no hay casi descenso de agudeza visual
- Catarata en evolución/esclerótica/moderada. Catarata formada moderada, pero sin pérdida total de la transparencia del cristalino.
- Catarata madura/ avanzada. Presenta la corteza opaca.
- Catarata hipermadura, brunesciente, o morganiana.

- Según la edad de aparición (Duane *et al.*, 2008): la catarata puede ser congénita, infantil, juvenil, presenil o senil.

En un intento de unificar clasificaciones y eliminar subjetividad a las valoraciones, investigadores clínicos establecieron, como referencia, la localización anatómica de la opacidad utilizando imágenes estándar para evaluar los distintos grados de catarata. Este consenso divide las cataratas seniles en tres tipos principales: cortical, nuclear y subcapsular posterior. Las clasificaciones que siguen este sistema son: LOCS II y III, *The Oxford Cataract Classification System, Beaver Dam Study* y el *Age related Eye Disease Study* (Lorente *et al.*, 2008).

- Según la localización de la opacidad; el sistema formal más utilizado es el LOCS, *Lens Opacity Classification System* (Chylack *et al.*, 1993):

- Cataratas nucleares. Originan un mayor poder de refracción del cristalino, por lo que el ojo se miopiza (miopía de índice). Así, el paciente irá precisando lentes negativas como corrección óptica, y notará un descenso en su corrección de cerca. Las cataratas nucleares son el tipo más frecuente de catarata y se relacionan, sobre todo, con la edad.
- Cataratas subcapsulares. Las más frecuentes son las subcapsulares posteriores. La catarata corticoidea se inicia en la región subcapsular posterior. También es un lugar frecuente de catarata senil. Ocasiona mucho deslumbramiento.
- Cataratas corticales, como las cataratas blancas. Dificultan la técnica quirúrgica.
- Otras, más raras: cataratas lamelares, cataratas polares, cataratas de las suturas embrionarias (congénitas). Esta última no tiene trascendencia clínica.

2.1.2. Cirugía de cataratas

a) *Técnica quirúrgica*

Existen diversas técnicas de extracción quirúrgica de la catarata: técnica intracapsular (técnica ya abandonada en países desarrollados) y técnica extracapsular. Dentro de esta última, se encuentra la cirugía con ultrasonidos (facoemulsificación). Habitualmente, la operación quirúrgica más realizada en España es la facoemulsificación bajo anestesia tópica, con o sin anestesia intraocular añadida, utilizando una micro incisión autosellable en córnea clara. Suele realizarse de manera ambulatoria. El paciente acude en midriasis farmacológica y en la sala de quirófano se limpian los párpados y la conjuntiva con una solución de povidona yodada para evitar infecciones quirúrgicas. Durante todo el procedimiento el paciente está monitorizado, para controlar sus constantes, y tiene puestas unas gafas de oxígeno (Koch *et al.*, 1997).

Con la técnica de facoemulsificación, introducida por primera vez por Kelman *et al.* (1967), la sonda de ultrasonidos se inserta en el ojo a través de la incisión principal. Este aparato usa cristales piezoeléctricos para convertir la energía eléctrica en energía mecánica, que emulsiona la lente por la vibración de la punta de la sonda. Las ventajas de una incisión pequeña (de 4,1 a 1,5 mm según el tipo de sistema de facoemulsificación) son: mejor control intraoperatorio (mejora la mecánica de fluidos), más rápida cicatrización, menor astigmatismo posquirúrgico inducido y menor probabilidad de dehiscencia de herida. Existen distintos modos de romper la catarata con los ultrasonidos, combinando la facoemulsificación con la fractura (*chopping*).

Se realiza luego otra incisión más pequeña en la córnea, que sirve de ayuda para introducir otros manipuladores que nos ayuden a extraer la catarata. Se usan sustancias viscoelásticas para mantener la estabilidad del ojo y proteger el endotelio. Para eliminar la catarata, se necesita abrir la cápsula anterior mediante la técnica conocida como capsulorrexis; a continuación se inyecta una solución salina compensada para separar la cápsula antes de introducir el terminal de ultrasonidos.

Los restos de catarata se aspiran y, mediante un terminal de irrigación, se van limpiando de masas residuales la cápsula posterior.

Debido a que el cristalino tiene un poder refractivo de unas 19 dioptrías, extraer la catarata sin implantar una lente intraocular y dejar un ojo afáquico ocasionaría una gran discapacidad: dejaríamos un ojo con una hipermetropía de 19 dioptrías, a las que habría que añadir las de su corrección óptica previa (McLemore *et al.*, 1996). Actualmente no se emplean gafas correctoras por la cantidad de aberraciones ópticas que producen los cristales tan gruesos que se necesitan para corregir esa gran cantidad de dioptrías y el gran peso que tienen esas gafas. La magnificación de la imagen que originan unas gafas es del orden de 25-30% (Vargas *et al.*, 2001). Las lentes de contacto son una solución parcial, porque a pesar de que la corrección óptica es óptima, las habilidades que se requieren para ponerlas hacen casi imposible su uso, dado que habitualmente son pacientes ancianos con mala coordinación motora, y también originan una magnificación entorno al 12%.

Un ojo afáquico tiene una visión deficiente. Por eso, la mejor corrección óptica de la afaquia se obtiene con una lente que tenga las mismas características ópticas que el cristalino y se coloca en el mismo sitio que éste. Los intentos por colocar un implante

se remontan al año 1795, en que Casaamata, médico de la corte de Dresde, colocó por primera vez un implante de vidrio con pésimo resultado, ya que por su peso se desplazó hacia el fondo del ojo (Herreman *et al.*, 1981). Las ventajas ópticas que proporciona una lente intraocular para la rehabilitación visual fueron reconocidas por Ridley, quien implantó la primera lente intraocular en 1949 (Apple *et al.*, 1996). Los materiales de las lentes, las técnicas de inserción y la localización de la lente han evolucionado hasta la actual lente plegable, que se inyecta en la cápsula. Actualmente existen muchos tipos de lentes intraoculares, que incluso desde 1997 intentan solucionar el problema de la pérdida de acomodación (la acomodación es causada por el cristalino, por lo que tras la intervención de cataratas, si le implantamos una lente monofocal, deberemos prescribirle una corrección para la visión de cerca) (Apple *et al.*, 1996; Javitt *et al.*, 2000).

Al finalizar la intervención, habitualmente se inyecta el antibiótico cefuroxima, para prevenir las endoftalmitis (Barry *et al.*, 2006; Seal *et al.*, 2006). Se recomienda usar povidona yodada al 5% en el saco conjuntival, para prevenir la infección postoperatoria (Speaker *et al.*, 1991b; Wu *et al.*, 2006). El uso tradicional de inyecciones de anestesia retrobulbar o peribulbar va siendo reemplazado por anestesia tópica con o sin anestesia intracameral, habitualmente con lidocaína al 1%, salvo que se trate de un caso complicado. Las ventajas de esta anestesia son que disminuye el riesgo de perforación ocular y de visión doble postquirúrgica, conserva la motilidad palpebral, y la rehabilitación visual suele ser más rápida. Para este tipo de anestesia tópica o intraocular se requiere una buena colaboración por parte del paciente, porque proporciona anestesia pero no akinesia (Koch *et al.*, 1997).

Para resumir, los pasos empleados son:

- **Entrada al ojo:** la cual se hace a través de una pequeña incisión corneal tunelizada (de tipo autosellante) que, la mayoría de las veces no necesita suturas. Cada vez se emplean diámetros de apertura menores. Se realiza otra segunda incisión menor de ayuda para introducir manipuladores o sustancias intraoculares.
- **Apertura de la cápsula de la catarata:** se realiza una capsulorrexia anterior para que, a través de esta abertura y dentro de esa “bolsa capsular” se realice la fragmentación y aspiración de la catarata.
- **Facoemulsificación:** se realiza con una sonda ultrasónica equipada con una aguja hueca de titanio, la cual vibra longitudinalmente de atrás hacia adelante de 30.000 y 60.000 veces por segundo (30 a 60 kHz), actuando así como un cincel o escoplo sobre la catarata, fragmentándola en partículas (facoemulsificación) que son aspiradas al mismo tiempo a través del conducto de la sonda de ultrasonidos. También se está implantando el uso de facoemulsificadores rotatorios.
- **Irrigación/aspiración:** se limpian las masas residuales.
- **Colocación de la lente intraocular:** Se introduce una lente (bien con pinzas o con inyector especiales que no requieren ampliar la incisión realizada) que se despliega dentro del “saco capsular” (lente intraocular plegable). Se suele finalizar la cirugía sin necesidad de suturas.

b) Evaluación preoperatoria

Aunque las complicaciones de la cirugía de cataratas en manos de cirujanos expertos son infrecuentes, y las que hay no suelen ser graves, ninguna cirugía está exenta de riesgo. Es algo que todos los pacientes deben tener en cuenta antes de someterse a una intervención, ya que, al ser una cirugía tan frecuente, en muchos casos se banaliza y no se valoran los riesgos apropiadamente. Por ello es muy importante una buena consulta oftalmológica preoperatoria, en la que se evalúen las comorbilidades, tanto de patologías sistémicas como oftalmológicas. Se debe examinar el estado visual, no sólo la agudeza visual, sino también la repercusión en su vida (función visual): limitaciones para trabajar, leer, conducir...; ya que la catarata no solo disminuye la agudeza visual, sino también produce molestia visual (*discomfort*), deslumbramientos, alteración en la percepción de los colores, etc, que alteran la calidad de vida.

La evaluación oftalmológica preoperatoria incluye una buena anamnesis. Es importante preguntar al paciente sobre la pérdida visual: desde cuándo la nota, si ha sido progresiva y el grado de incapacidad funcional que le produce. Es necesario medir la agudeza visual con la corrección óptica necesaria. Es imprescindible explorar los reflejos pupilares, ya que la catarata nunca va a producir una alteración en ellos y, si estuvieran afectados, indicaría una alteración neurológica con mal pronóstico visual postoperatorio. Hay que realizar una tonometría ocular para descartar hipertensiones o glaucomas preoperatorios. También se deben explorar cuidadosamente el polo anterior y el posterior. Con la biomicroscopía anterior, observaremos principalmente el grado y localización de la catarata, además de las posibles comorbilidades; y con el fondo ocular bajo midriasis (dilatación pupilar inducida por fármacos) determinaremos la existencia de patología asociada que origine pérdida visual no mejorable tras la intervención de cataratas. Se deben tomar medidas de la curvatura corneal (queratometría) y de la longitud axial para calcular el tamaño y la graduación de la lente intraocular (biometría).

El oftalmólogo que realiza la intervención de cataratas tiene las siguientes responsabilidades:

- Examinar preoperatoriamente al paciente.
- Asegurarse de que la evaluación documenta adecuadamente los síntomas, hallazgos e indicaciones de tratamiento.
- Obtener el documento de consentimiento informado del paciente (o su revocación) tras haber discutido los riesgos y los posibles beneficios, incluyendo el resultado refractivo esperado y la experiencia quirúrgica.
- Revisar con el paciente los datos preoperatorios y las evaluaciones diagnósticas.
- Formular un plan quirúrgico, incluyendo la selección de la lente intraocular (LIO) más adecuada.
- Explicar los cuidados postoperatorios.

La agudeza visual es el test más usado para indicar la cirugía (habitualmente, se utiliza el criterio de una agudeza visual por debajo de 0,5 de la escala Snellen), pero no indica adecuadamente el efecto de las cataratas en las capacidades visuales o funcionales de un paciente, pues las cataratas también ocasionan disminución de la sensi-

bilidad al contraste, deslumbramiento, alteraciones en la percepción de los colores, disminución de la visión tridimensional, etc. A través de la consulta preoperatoria, el oftalmólogo puede entender las necesidades de un paciente y sus expectativas antes de realizar la cirugía (Solomon *et al.*, 2003).

Todos los pacientes deben tener una exploración física, que habitualmente suele realizarse en la visita preanestésica del Servicio de Anestesiología y Reanimación, dando más importancia a los factores de riesgo quirúrgico, debido a que puede realizarse otro tipo de anestesia o sedación, especialmente en pacientes con patología grave sistémica (enfermedad pulmonar obstructiva crónica, infarto de miocardio reciente, angor inestable, diabetes mal controlada, hipertensión mal controlada, etc.). También es apropiado realizar una analítica general. No existe evidencia científica que recomiende un tipo de anestesia concreto, y por eso, el manejo anestésico debe ser determinado según las necesidades del paciente y las preferencias del paciente y del cirujano (Agency for Healthcare Research and Quality, 2000). En países desarrollados suele realizarse con anestesia tópica.

c) Indicaciones quirúrgicas

La intervención quirúrgica debe indicarse cuando las cataratas causan un descenso de la función visual a un nivel que interfiera con las actividades del paciente (trabajar, conducir, realizar labores cotidianas...) y/o su agudeza visual no llegue a 0,5. El objetivo último de la cirugía es mejorar la función visual y la calidad de vida.

En algunas ocasiones, la indicación quirúrgica no viene determinada por problemas visuales, sino por interferir en el tratamiento de ciertas patologías oculares, tales como la degeneración macular asociada a la edad o la retinopatía diabética, o cuando la presencia del cristalino causa problemas, como inflamaciones o glaucoma.

La cirugía no debiera realizarse si, mediante gafas o lentes de contacto, puede conseguirse una agudeza visual y una mejoría de visión que permitan al paciente satisfacer sus necesidades; o si los riesgos de la intervención son mayores que los beneficios esperables, debido a la comorbilidad o los factores de riesgo de complicaciones.

Según la American Association of Ophthalmology (2006) las indicaciones de cirugía son:

- Pacientes cuya función visual no se adecua a sus necesidades y aquéllos en los que la intervención de cataratas aporta una probabilidad razonable de mejorar su anisometropía clínicamente significativa en presencia de catarata.
- La opacidad del cristalino interfiere con un diagnóstico óptimo o con el manejo de las alteraciones del polo posterior.
- El cristalino ocasiona inflamación (facolisis, facoanafilaxis).
- El cristalino induce cierre angular.

La cirugía de cataratas no debiera realizarse en las siguientes circunstancias (American Association of Ophthalmology, 2006):

- si con gafas o con ayudas visuales se consigue una función visual óptima;

- si se prevé que la agudeza visual esperada no va a ser mejor que la actual;
- si existen comorbilidades médicas u oftalmológicas que aumentan el riesgo de complicaciones;
- si el paciente no va a tener unos cuidados postoperatorios adecuados.

d) Cuidados postoperatorios

Tras la cirugía, el paciente debe mantenerse en reposo. Deberá aplicarse un tratamiento tópico a base de colirios antibióticos y antiinflamatorios. Esto ayuda a prevenir complicaciones postquirúrgicas, como las infecciones o las inflamaciones (por ejemplo, el edema macular). El paciente es revisado en general a las 24 o 48 h, a la semana, al mes y a los 4-6 meses tras la cirugía. La prescripción de gafas se suele realizar al mes de la intervención, si no ha habido complicaciones (Solomon *et al.*, 2003).

Tras la intervención, cada revisión postoperatoria debe incluir:

- Historia de la medicación postoperatoria usada, nuevos síntomas y agudeza visual referida por el paciente.
- Medición de la función visual (agudeza visual, estenopecico).
- Medición de la presión intraocular.
- Biomicroscopía de segmento anterior (BMA).
- Consejos para el paciente y el cuidador.
- En la visita final se debe dar una adecuada refracción para la prescripción de gafas, con el fin de alcanzar la mejor función visual posible.

Conviene advertir al paciente que debe ponerse en contacto con el oftalmólogo si nota una pérdida visual significativa, aumento del dolor, hiperemia conjuntival aumentada, o edema periocular, porque ello puede ser signo de una endoftalmitis.

En ausencia de complicaciones, la frecuencia de visitas postoperatorias depende de la forma y tamaño de la incisión, la necesidad de quitar puntos o no, la función visual o las condiciones médicas de comorbilidad oftálmica (American Association of Ophthalmology, 2006).

2.1.3. Influencia de la catarata en la función visual

Los múltiples componentes de la función visual incluyen: agudeza visual central cercana, intermedia y lejana; visión periférica, visión de búsqueda, visión binocular, percepción de profundidad, sensibilidad al contraste, percepción de los colores, adaptación y velocidad de procesamiento visual.

Algunos de los beneficios de la cirugía de cataratas son: mejorar la claridad y la agudeza de la visión, disminuir el deslumbramiento, mejorar la visión de los colores, reducir la dependencia en el uso de gafas y mejorar la calidad de vida. Incluso se ha demostrado que esta intervención reduce los accidentes de tráfico en mayores de 65 años (Owsley *et al.*, 2002). A pesar que la cirugía de cataratas habitualmente cumple

con las expectativas de los pacientes (Tielsch *et al.*, 1995), es importante reconocer las variables que pueden influir y ayudar a predecir qué pacientes mejorarán visualmente tras la cirugía de cataratas (Schein *et al.*, 1995) y cuáles son las complicaciones potenciales para cada uno de ellos. Uno de los principales objetivos de esta tesis, es ayudar en ese algoritmo de decisión.

Los problemas visuales suelen ser medidos en agudeza visual, lo cual no nos da una idea real del deterioro funcional visual de un paciente. La agudeza visual es el dato objetivo que los oftalmólogos usamos para medir la visión, con distintos tipos de escalas de medidas; la más usada es el optotipo de Snellen.

La función visual es referida como las molestias visuales y dificultades en llevar a cabo actividades de la vida diaria (medida del problema funcional asociado a la visión). La función visual es subjetiva y es referida por el paciente (aunque es la expresión de variables objetivas, no siempre medibles como: la pérdida de sensibilidad al contraste, la aparición de deslumbramientos, la alteración en la percepción de los colores, la disminución de la binocularidad y capacidad 3D). Hay muchos estudios que identifican características preoperatorias que pueden ser factores predictores independientes para pronosticar la mejoría tras la cirugía. Mejoras en las funciones visuales se asocian con más alta puntuación de síntomas de catarata, más déficits visuales preoperatorios, edad y comorbilidad (Steingerg *et al.*, 1994 a; Steingerg *et al.*, 1994 b; Schein *et al.*, 1995). Los cambios en la puntuación de la función visual es una medida mejor para cuantificar el beneficio obtenido tras la cirugía de la catarata que los cambios en la agudeza visual, pero es algo difícil de obtener, y existen problemas técnicos y logísticos para llevarlo a cabo en la práctica clínica, además de la subjetividad de dicha variable (Steinberg *et al.*, 1994c).

a) Función visual y calidad de vida

La función visual se puede medir en términos de discapacidad funcional debido a un defecto visual. Muchas actividades se ven afectadas por más de uno de esos componentes visuales. En estudios observacionales bien diseñados, la cirugía de cataratas ha mostrado consistentemente tener un impacto significativo en la función dependiente de la visión; más del 90% de los pacientes a los que se le opera el primer ojo notan una mejoría de su estado funcional y satisfacción con la visión (Sloane *et al.*, 1992; Brenner *et al.*, 1993; Steinberg, *et al.*, 1994c; Schein *et al.*, 1994; Mangione *et al.*, 1994; Desai *et al.*, 1999; McGwin *et al.*, 2003). Muchos estudios han mostrado una asociación entre la mejoría de la función visual tras la cirugía de cataratas y la calidad de vida relacionada con la salud (Steinberg *et al.*, 1994d; Harwood *et al.*, 2005; Schein *et al.*, 1994; Mangione *et al.*, 1994; Brenner *et al.*, 1993; Monestam *et al.*, 1999). La función visual juega un papel importante en la función física y el bienestar (Smith *et al.*, 1999; Lundstrom *et al.*, 1994; Lee *et al.*, 1997; Broman *et al.*, 2002), particularmente en términos de morbilidad (Salive *et al.*, 1994). La pérdida de función visual en ancianos se asocia con el deterioro de la función física y mental, así como en la disminución de actividades independientes de la vida diaria (Laforge *et al.*, 1992), incluidos conducir de noche, actividades en comunidad y actividades domésticas. La mala visión es un importante factor de riesgo de caídas (Tinetti *et al.*, 1988) y fractura de cadera (Felson *et al.*, 1989). La mala visión de profundidad y la disminución de la sensibilidad al contraste han demostrado ser un riesgo independiente para la fractura

de cadera (Cummings *et al.*, 1995). En un ensayo aleatorio controlado, la cirugía de catarata del primer ojo ha mostrado reducir significativamente la tasa de caídas y fracturas en 12 meses (Harwood *et al.*, 2005). La afectación visual, en particular un descenso de la agudeza visual y la sensibilidad al contraste, está asociada con dificultades al conducir (McGwin *et al.*, 2000; Owsley C *et al.*, 2001). Los conductores con cataratas que afectan a la visión tienen una probabilidad 2,5 veces más alta de provocar accidentes de tráfico, comparados con los conductores sin cataratas (Owsley *et al.*, 1999). En ancianos, la cirugía de cataratas hace que la incidencia de accidentes de coche se reduzca a la mitad (Owsley *et al.*, 2002).

El deslumbramiento es el fenómeno de ruido debido al excesivo contraste de luminancia entre la tarea visual y el fondo. La Clasificación Internacional de Enfermedades define deslumbramiento como condición de la visión que crea malestar o disminución de la capacidad para percibir los detalles de un objeto en la dirección de la insuficiencia o la distribución de la luz o el contraste excesivo (Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas relacionados con la Salud, No. 554.). El deslumbramiento depende del tamaño o la posición y la luminancia de la fuente, y del nivel de luminancia en la que el ojo observador está y el número de fuentes.

En conclusión, los estudios muestran que la función física, el bienestar emocional, la seguridad, y sobre todo, la calidad de vida pueden ser mejoradas cuando la función visual se restaura con la extracción de cataratas.

La mejoría en la función visual tras la cirugía de cataratas incluye los siguientes aspectos:

- mejor agudeza visual corregida óptimamente,
- mejor visión no corregida con reducción en la dependencia a llevar gafas,
- mejor habilidad para leer o realizar actividades de cerca,
- reducción del *glare* (deslumbramientos),
- mejor capacidad para desenvolverse con niveles de luz tenue,
- mejor percepción de profundidad y visión binocular,
- mejor visión de colores y
- mejoría campimétrica.

La mejor función física como resultado de la cirugía de cataratas se debe a los siguientes factores:

- mayor capacidad para realizar actividades de la vida diaria,
- mayor oportunidad para continuar o reasumir una ocupación y
- mayor movilidad (andar, conducir).

La mejor salud mental y bienestar emocional como resultado de la cirugía de cataratas se debe a los siguientes beneficios:

- mejor autoestima y dependencia,
- mayor habilidad de evitar lesiones,

- mayor contacto social y capacidad de participar en actividades sociales y
- liberación del miedo a la ceguera (American Association of Ophthalmology, 2006).

b) Evaluación de la función visual

El propósito de la evaluación del paciente cuya principal queja puede relacionarse con la catarata es determinar la presencia real de la catarata. Se debe confirmar que la catarata es el factor causante de la mala visión asociada a los síntomas descritos por el paciente, y excluir o identificar otras causas oculares o sistémicas que puedan contribuir a su mala visión o que afecten al plan quirúrgico de la catarata o a su resultado último.

El impacto de la catarata en la función visual puede ser evaluado a partir del estado funcional o dificultad con la visión referido por el paciente. La dificultad con la visión puede ser medida con un test de sensibilidad al contraste, de discapacidad asociada al deslumbramiento o de agudeza visual. Con el tiempo, los pacientes se adaptan a su alteración visual y pueden no darse cuenta del deterioro funcional que acompaña al insidioso desarrollo de la catarata. No existe un único test que describa adecuadamente el efecto de la catarata en el estado visual del paciente o en su capacidad funcional. Igualmente, ningún único test define por sí solo el umbral para realizar la cirugía de cataratas.

Algunos estudios indican que las medidas de alteración funcional relacionada con la visión, dan una información certera, que no se afecta por la medida de agudeza visual. Por ejemplo, la escala *Activities of Daily Vision Scale* (ADVS) y el *Visual Function Index* (VF-14) han mostrado que se correlacionan más fuertemente con la afectación funcional y la satisfacción con su visión tras la cirugía de cataratas que la agudeza visual medida en la escala de Snellen (Steinberg *et al.*, 1994d). Existen dos categorías importantes de cuestionarios validados para medir la función visual: aquellos que miden el estado de salud en general, por ejemplo, *Short Form-36* (Ware *et al.*, 1992) y el *Sickness Impact Profile* (Bergner *et al.*, 1982), y aquellos de medidas específicas de visión. Los cuestionarios que miden el estado general de salud se correlacionan menos fuertemente con la mejoría tras la cirugía de cataratas que las medidas específicas de enfermedad (Damiano *et al.*, 1995). Instrumentos específicos de visión desarrollados para cataratas incluyen el de Bernth-Petersen *et al.* (1981), el *Visual Activities Questionnaire* (Sloane *et al.*, 1992), la *Activities of Daily Vision Scale* (Mangione *et al.*, 1992), el VF-14 (Steinberg *et al.*, 1994d), y el *National Eye Institute Visual Function Questionnaire* (NEI-VFQ) (Mangione *et al.*, 2001; Clemons *et al.*, 2003).

Esos cuestionarios aportan un método estandarizado para evaluar la función visual, la cual puede ser analizada y comparada a través del tiempo y las distintas poblaciones. Los cuestionarios, usados, no son suficientes para determinar la necesidad de cirugía, pero contribuyen a la evaluación global del paciente que tiene cataratas y pueden ayudar a la decisión terapéutica. De todos modos, no existe todavía un estándar aceptado universalmente para evaluar la afectación funcional relacionada con la visión. El paciente debe ser preguntado específicamente por su visión de cerca y lejos a través de distintas condiciones lumínicas para actividades en las que la visión es importante.

El término agudeza visual se refiere a la medición angular que relaciona la distancia a examinar con el objeto de menor tamaño que es capaz de distinguir a esa distancia. La forma tradicional de medición de la AV consiste en un test visual en el que el objeto determinado subtende un ángulo visual de 5 minutos de arco en el punto nodal del ojo, cuando el sujeto está a una distancia de 20 pies (6 metros) del objeto. A esta distancia, la divergencia de los rayos del pequeño haz que entra en la pupila es mínima, por lo que los rayos se pueden considerar paralelos y así eliminar la acomodación. Mientras que el ángulo visual siempre debe ser de 5 minutos de arco, la distancia del test al objeto puede ser arbitraria: así, habrá que variar el tamaño del objeto en función de la distancia entre el objeto y el ojo, para que el tamaño de la imagen retiniana sea el mismo para cualquier objeto que cubra los mismos 5 minutos de arco.

c) **Agudeza visual**

La medida de la agudeza visual es un método sensible para evaluar la función visual en trastornos ópticos, retinianos y neurológicos del ojo. Además, se correlaciona con la capacidad de realizar muchas actividades de especial importancia en nuestra sociedad, como conducir o leer. Para que la medición de la agudeza visual sea útil en la investigación clínica debe ser estandarizada. (Ferris *et al.*, 1982; Miller *et al.*, 1991; García *et al.*, 1992; Johnson *et al.*, 1995; Ferris *et al.*, 1996; Wilson *et al.*, 1996; Aranguéz *et al.*, 1999).

Existen distintos tipos de notación:

- Notación de Snellen: es el método más común para expresar la medida de AV. Por convención, esta expresión se escribe como fracción, pero no es una fracción matemática. El numerador corresponde a la distancia entre el ojo y el optotipo expresada en pies o metros, mientras que el número del denominador corresponde a la distancia a la cual el sujeto puede leer desde arriba hasta por lo menos la línea de 6 metros, lo que sea anotaría como AV=6/6 ó 20/20; si la persona sólo es capaz de leer la línea de 60 metros se anotaría como AV= 6/60 ó 20/200.

Otras notaciones usadas son:

- Notación decimal: convierte la fracción de Snellen en un decimal, por ejemplo, Snellen 20/20 corresponde a 1.0 y Snellen 20/30 a 0,7.
- Notación métrica o M: Expresa la distancia en metros a la que la letra subtende 5° Es el denominador de la fracción de Snellen.
- Notación LogMar: Es una progresión logarítmica en el tamaño de las letras: Cada línea es 0,1 unidades logarítmicas > que la línea previa.
- Notación de Monoyer: escala en progresión aritmética en la que el tamaño relativo de los optotipos es de 10/10, 10/9, 10/8..., y la AV se expresa como 1,0, 0,9, 0,8, etc.
- Notación de Jaeger: asigna números arbitrarios a cifras equivalentes de Snellen, se utiliza para expresar la AV cercana.

Para la valoración del estadio de la catarata se utiliza la agudeza visual de lejos. Aunque la agudeza visual preoperatoria es un predictor pobre de la mejoría funcional postoperatoria; así pues, la decisión para recomendar operar de cataratas no debería ser hecha en base solo a la agudeza visual (Schein *et al.*, 1994).

2.1.4. Comorbilidad asociada a la catarata

Las comorbilidades oculares prequirúrgicas suelen tener un efecto significativo en el resultado de la cirugía de cataratas (Schein *et al.*, 1994; Mangione *et al.*, 1995; Willerscheidt *et al.*, 1995). La mayoría de las comorbilidades se asocian a reducir potencialmente la función visual o la agudeza visual mejor corregida (BCVA) (Tielsch *et al.*, 1995) y el paciente debe ser informado adecuadamente durante todo el proceso. En la tabla 2.2 mostramos la comorbilidad y sus efectos.

Patología	Efectos
Ambliopía (Prieto-Díaz <i>et al.</i> , 1985)	Agudeza visual reducida
Maculopatía (Klein <i>et al.</i> , 1998; Wang <i>et al.</i> , 2003; Freeman <i>et al.</i> , 2003)	Neovascularización desapercibida Disminución de la visión
Retinopatía diabética (Chew <i>et al.</i> , 1999; Henricsson <i>et al.</i> , 1996; Klein <i>et al.</i> , 2004; Mitra <i>et al.</i> , 2000; Squirrell <i>et al.</i> , 2002; Aiello <i>et al.</i> , 1983)	Progresión de la retinopatía EMC / maculopatía Mala dilatación pupilar/ pupila estrecha Neovascularización (glaucoma)
Distrofia de Fuchs (Green <i>et al.</i> , 1994; Kiessling <i>et al.</i> , 1993)	Visibilidad reducida para el cirujano (opacidades corneales) Edema corneal prolongado Queratopatía bullosa
Glaucoma (Tong <i>et al.</i> , 1998; Jahn <i>et al.</i> , 1997; Singleton <i>et al.</i> , 1999; Kim <i>et al.</i> , 1999, Tennen <i>et al.</i> , 1996; Barak <i>et al.</i> , 1996)	Hipertensión 1ª semana postcirugía Alteración en trabeculectomía previa
Pseudoexfoliación (Kuchle <i>et al.</i> , 2000; Drolsum <i>et al.</i> , 1998; Hayashi <i>et al.</i> , 1998; Scorolli <i>et al.</i> , 1998)	Miosis intraoperatoria / pupila estrecha Inestabilidad zonular / luxación / mecha vítrea Edema macular cistoide Iris flácido / ruptura de cápsula posterior Opacificación capsular acelerada Contracción de la rexis anterior Luxación de LIO Descentramiento de LIO
Córnea deslustrada (opacidades corneales, distrofia corneal de Fuchs) (Green <i>et al.</i> , 1994; Kiessling <i>et al.</i> , 1993)	Visibilidad reducida Empeoramiento de transparencia corneal
Catarata densa/brunescete (Vasavada <i>et al.</i> , 1998; Kimura <i>et al.</i> , 1999)	Laxitud zonular Miosis intraoperatoria Rotura capsular posterior Edema corneal (Aumento ultrasonidos) Alteración incisión (Iris, quemadura...)

<p>Miopía magna (Zauberman <i>et al.</i>, 1992; Lyle <i>et al.</i>, 1996; Fritch <i>et al.</i>, 1998; Alldredge <i>et al.</i>, 1998; Fan <i>et al.</i>, 1999)</p>	<p>Fluctuaciones de cámara anterior- ruptura capsular posterior Laxitud zonular Hipertensión Mecha vítrea Incisión anormal Mala visualización Mal cálculo de la LIO Desprendimiento retiniano</p>
---	---

Tabla 2.2: Comorbilidades y consideraciones especiales
(American Association of Ophthalmology, 2006)

Las comorbilidades sistémicas de importancia intraoperatoria son: diabetes mellitus, patología pulmonar, hipertensión mal controlada, alteraciones músculoesqueléticas que causen dificultad para adoptar ciertas posiciones, temblor, sordera severa, ansiedad, retraso mental, demencia y coagulopatías. En estos casos deben de tomarse medidas oportunas para estabilizar al paciente y monitorizar adecuadamente esa patología.

A continuación las explicaremos con más detalle cada una de ellas.

a) **Síndrome de pseudoexfoliación**

El síndrome de pseudoexfoliación (PSX) se caracteriza por la presencia de un material blanquecino en diversas estructuras del segmento anterior del ojo, especialmente a nivel de la pupila y de la cápsula anterior del cristalino. En una proporción variable de casos, existe una elevación de la presión intraocular (PIO), que da lugar al denominado glaucoma pseudoexfoliativo. Asimismo, se ha asociado con una mayor incidencia de cataratas nucleares y de complicaciones intra y postquirúrgicas de las cataratas

Este es un factor que dificulta varios pasos de la cirugía. Se asocia a pobre dilatación pupilar, cápsulas-zónulas débiles (lo que dificulta la capsulorrexia), facilita la ruptura de la posterior o zonulodiálisis, con la consecuente pérdida de vítreo en cualquiera de las maniobras y da una intensa reacción inflamatoria (Lorente *et al.*, 2008).

Este material pseudoexfoliativo no es exclusivo del globo ocular; también se ha encontrado en otras zonas del cuerpo, como son las meninges, hígado, corazón, pulmón, riñón y piel, sin que se asocie con un incremento de la mortalidad.

La prevalencia del síndrome PSX varía según los países y las zonas geográficas. Es muy frecuente en los países nórdicos, mientras que en otros países como EEUU su frecuencia disminuye. Según Layden *et al.* (1974) y Puska *et al.* (1995), su frecuencia varía de 5-40%. Según Holló *et al.* (2008) la prevalencia oscila entre 0.2% y 22.1%. Existen pocos trabajos que hayan estudiado la prevalencia del síndrome PSX en España. Datos de prevalencia españoles la sitúan en torno al 10% (Sainz-Gómez *et al.*, 2003; Teus *et al.*, 1998). Se ha estimado que aproximadamente 60-70 millones de personas en el mundo padecen PSX. Cerca del 25% tienen la PIO elevada, y un tercio de ellos, es decir, 5-6 millones de personas, padecen glaucoma (Holló *et al.*, 2008). La mayor parte de los estudios miden los resultados de la operación de cataratas en térmi-

nos de complicaciones tanto intra como postoperatorias. Scorolli *et al.* (1998) en un estudio de cohorte realizado con 1052 pacientes, encontró que los ojos con PSX tenían más riesgo de complicaciones intraoperatorias (rotura capsular, rotura zonular y pérdida de vítreo) (RR=5,1; IC 95% (3,1-8,4); $p < 0,0001$).

Según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo, la probabilidad de exfoliación es la que aparece en la tabla 2.3.

	Pseudoexfoliación	
	N	%
Ausente	1452	98.2
Presente	27	1.8

Tabla 2.3. Probabilidad de pseudoexfoliación según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo.

b) Diabetes mellitus (retinopatía diabética)

La diabetes es una enfermedad crónica del metabolismo. Se debe a la falta total o parcial de la hormona insulina, secretada por el páncreas. Su déficit impide que las células absorban la glucosa, lo cual produce una menor síntesis de depósitos energéticos en las células y la elevación de la glucosa en la sangre (hiperglucemia). La diabetes puede considerarse una de las epidemias con mayor crecimiento a nivel mundial. Según las OMS, hay aproximadamente 143 millones de personas diabéticas en el mundo. Está previsto que esta cifra se eleve a 300 millones en 2025.

La Diabetes mellitus es el factor de riesgo más común en el desarrollo de cataratas en los países occidentales. Existe una prevalencia tres a cuatro veces más alta de cataratas en pacientes menores de 65 años de edad en comparación con los no diabéticos y dos veces más alta en aquellos con 65 años o más (Bonafonte *et al.*, 1996). En total, la incidencia de cirugía de catarata en 10 años en pacientes diabéticos mayores de 45 años es del 27%. En aquellos pacientes mayores de 75 años de edad, la incidencia es del 44%. La catarata diabética se ha relacionado con la alteración metabólica que activa la vía de la aldosa-reductasa, que transforma la glucosa en sorbitol, y con la glicación proteica del cristalino (Fernández Vigo *et al.*, 1992). La indicación quirúrgica más importante para la cirugía de catarata en los pacientes diabéticos es la reducción en la visión que se atribuye a las cataratas. Sin embargo, la decisión debe ser evaluada cuidadosamente en relación con la exacerbación de la retinopatía y un resultado visual no deseado. La otra indicación para la extracción de catarata en los diabéticos tiene que ver con el tratamiento de la retinopatía diabética. En estos pacientes la decisión quirúrgica se basa en la retinopatía más que en los efectos de las cataratas en la agudeza visual. Además la retinopatía diabética continúa su progreso tras la cirugía de cataratas (Lorente *et al.*, 2008).

El principal factor para predecir el resultado postoperatorio es la severidad preoperatoria de la retinopatía. La retinopatía diabética debe ser tratada antes de la cirugía para mejorar la agudeza visual y la estabilidad de la retina. Esto incluye los tratamientos maculares para el edema macular clínicamente significativo (EMCS) y la fotoco-

gulación panretinal para la retinopatía diabética proliferativa. Es más, la optimización del control glicémico y de la presión sanguínea debe ser lograda en conjunto con el médico de atención primaria del paciente. Aquellos pacientes con una retinopatía preoperatoria mínima o inexistente obtienen los mejores resultados visuales: el 85% de los pacientes logran una visión de 20/50 o mejor. Por el contrario, los pacientes con retinopatía diabética proliferativa y edema macular lograron una visión postoperatoria de 20/50 o mejor únicamente en el 10% de los casos. Los pacientes con retinopatía diabética sin edema macular lograron una visión postoperatoria de 20/50 o mejor en el 70% de los casos. Los pacientes con retinopatía diabética con edema macular lograron postoperatoriamente una visión de 20/50 o mejor en el 40% de los casos (Dowler *et al.*, 1995).

Por ello, es crucial realizar un diagnóstico correcto del edema macular. El edema macular quístico (EMQ) puede resolverse espontáneamente y responde a la terapia tópica. El edema macular quístico diabético, sin embargo, empeora con el tiempo y se hace necesaria la aplicación inmediata de terapia. Es importante destacar que el edema macular diabético no es una patología que se desarrolla independientemente de otros problemas de la diabetes. Por el contrario, está claramente asociada a la severidad de la retinopatía presente, al tipo de diabetes y a la duración de la misma. En los pacientes con retinopatía diabética no proliferativa ligera hay un 3% de incidencia de edema macular. En los que tienen retinopatía diabética no proliferativa de moderada a severa hay hasta un 40% de edema macular difuso (EMD). En los pacientes con retinopatía diabética proliferativa, la incidencia del EMD puede llegar hasta el 71% (Bonafonte *et al.*, 1998). La duración de la diabetes también afecta al edema macular: en los pacientes con diabetes tipo I de 10 años de duración, hay una incidencia del 7 al 10% de EMD. A los 20 años, esta cifra aumenta al 25-30%. El EMD es poco frecuente en diabéticos de tipo I con menos de 8 años de enfermedad. En el caso de los diabéticos de tipo II, la incidencia del EMD depende no sólo de la duración de la enfermedad, sino también del uso de la insulina. Si estos pacientes están tratados con insulina, la incidencia del EMD es del 10% a los 10 años y del 30 al 35% a los 20 años. Estas cifras son mucho menores si los pacientes no están bajo tratamiento insulínico (5% a los 10 años y 15% a los años). Las terapias potenciales incluyen la fotocoagulación con láser, las inyecciones intravítreas y la vitrectomía por *pars plana*. Se recomiendan los exámenes frecuentes y cuidadosos del fondo durante el período postoperatorio, mínimo mensualmente durante los primeros seis meses (Dowler *et al.*, 1995; Eaton *et al.*, 1995; Hee *et al.*, 1995; Klein *et al.*, 1995; McCuen *et al.*, 1990, Martidis *et al.*, 2002).

Los pacientes diabéticos, tienen un mayor riesgo de registrar complicaciones del segmento anterior y posterior. Como resultado, son cruciales la evaluación preoperatoria y el cuidado postoperatorio (Cumming *et al.*, 1998; Kinsky *et al.*, 1999). Las complicaciones más temidas de la cirugía de catarata en los pacientes diabéticos son el edema macular clínicamente significativo (EMCS) y el edema macular quístico (EMQ) Estas entidades pueden ser difíciles de diferenciar en los pacientes diabéticos y frecuentemente pueden coexistir. Por ello, es crucial realizar un diagnóstico correcto de estas entidades, ya que el edema macular quístico (EMQ) puede resolverse espontáneamente y responde a la terapia tópica. El edema macular quístico diabético, sin embargo, empeora con el tiempo y se hace necesaria la aplicación inmediata de terapia (Hee *et al.*, 1995; Klein *et al.*, 1995).

De todo lo anterior se puede deducir que:

– Los pacientes con retinopatía diabética previa a la cirugía de catarata tienen un riesgo más elevado de desarrollar edema macular quístico en el postoperatorio.

– Los pacientes con edema macular previo a la cirugía, deberían ser tratados previamente.

– Todos los pacientes con retinopatía diabética antes de la cirugía de la catarata deben ser revisados, en el postoperatorio de forma más frecuente que los pacientes no diabéticos. Aunque, como hemos dicho, no tenemos actualmente ningún sistema para deducir qué pacientes se comportarán peor en el postoperatorio, (y se agravará o aparecerá retinopatía diabética o edema macular en el postoperatorio), debemos destacar que recientemente Funatsu *et al.*, (2002) ha demostrado la correlación de la presencia de niveles elevados de factor de crecimiento de endotelio vascular (VEGF) a nivel de la cámara anterior, con la aparición de EM en el postoperatorio.

La maculopatía isquémica del diabético ha suscitado poco interés en la literatura científica, debido a la dificultad de su diagnóstico y evaluación. Es sabido que su presencia empeora el pronóstico visual de aquellos pacientes que se han de someter a tratamiento mediante fotocoagulación láser o a cirugía de cataratas. Su diagnóstico se basa en la exploración mediante angiografía fluoresceínica, que permite identificar las áreas de no perfusión a nivel macular, denominada zona avascular foveal central (ZAF), que varía de 400 a 500 micras de diámetro.

No existe una forma estandarizada de medir la prevalencia de catarata, lo que dificulta la comparación entre los estudios. La creciente prevalencia asociada a la edad muestra el aumento de la carga poblacional de las cataratas asociada al envejecimiento de la población (Acosta *et al.*, 2006). Me he basado en los estudios publicados en España, y los datos del Ministerio de Sanidad y Consumo (Estrategia en diabetes del sistema nacional de salud.2006), aunque es difícil encontrar datos fiables sobre prevalencias.

La prevalencia estimada de Diabetes Mellitus (DM) en nuestro país se sitúa en torno a un 6,5% para la población entre los 30 y 65 años, oscilando en diversos estudios entre el 6 y el 12% (Wild *et al.*, 2004; Goday *et al.*, 2002, Castell *et al.*, 1999; Franch Nadal *et al.*, 1992; Bayo *et al.*, 1993; Tamayo-Marco *et al.*, 1997; De Pablos-Velasco *et al.*, 2001; Cerezo *et al.*, 2005)

Los datos de la Encuesta Nacional de Salud (ENS) muestran cómo, desde 1993 a 2003, la prevalencia de DM ha aumentado del 4,1 al 5,9%, alcanzando en el rango de edad entre 65 y 74 años el 16,7%, y en los mayores de 75 años el 19,3% (Encuesta Nacional de Salud, 2003). Este aumento de la prevalencia se puede atribuir a varias causas: por un lado, a la modificación del criterio diagnóstico de la diabetes (disminuyendo el dintel de glucemia en ayunas de 140 mg/dl a 126 mg/dl) (American Diabetes Association.,1997; World Health Organization, 1999) y, por otro, al progresivo envejecimiento de la población, unido a los cambios en los estilos de vida, caracterizados por menor actividad física y hábitos dietéticos que favorecen patologías como la obesidad (Informe anual del Sistema Nacional de Salud 2004. Ministerio de Sanidad y Consumo.)

Según los resultados del estudio europeo EURODIAB (Proyecto Comunitario de Epidemiología y Prevención de la Diabetes), el 25,8% de la población diabética pre-

senta retinopatía no proliferativa en grado leve, el 9,8% en grado moderado y el 10,6% retinopatía proliferativa (Sjolie *et al.*, 1997)

Los datos de prevalencia de retinopatía diabética en España varían según la edad, el tipo de diabetes, su tiempo de evolución y los antecedentes familiares. Los pacientes con DM tipo 1 tienen un riesgo 1,79 veces mayor (IC 95%: 1,22-2,63) de tener retinopatía diabética, comparado con los diabéticos tipo 2. Los pacientes diabéticos con una evolución entre 5 a 10 años tienen 2 veces más probabilidad de desarrollar retinopatía diabética (IC 95%: 1,62-2,45), comparados con los diabéticos con menos de 5 años de evolución de la enfermedad. Esta probabilidad asciende hasta 5,48 veces (IC 95%: 4,33-6,93) en los de más de 15 años de evolución. Tras 20 años de evolución de la enfermedad, prácticamente el 100% de los pacientes con DM tipo 1 y el 60% de los pacientes con DM tipo 2 presentan retinopatía diabética (15% en el momento del diagnóstico de la DM) (Teruel Maicas *et al.*, 2005; Santos Bueso *et al.*, 2005) Entre 1.200 y 1.700 altas hospitalarias anuales tienen como diagnóstico la oftalmopatía diabética. El riesgo de pérdida de visión es 11 veces superior al de la población no diabética, aumentando hasta 29 veces si presenta retinopatía proliferativa (Hernández Mira *et al.*, 1996). Las cataratas y el glaucoma de ángulo abierto son 1,6 y 1,4 veces más frecuentes respectivamente, en los diabéticos que en población general (Pasquale. *et al.*, 2006) La presencia de catarata es frecuente en los pacientes diabéticos, como demostró Edere *et al.* (1981) en su estudio sobre la población de Framingham, en el que observó una mayor presencia de cataratas en los pacientes diabéticos. En un estudio de Klein *et al.* (1995) en los pacientes diabéticos tipo 1 la duración de la DM era el factor de riesgo más importante en la aparición de cataratas; siendo la edad, la severidad de la retinopatía y el uso de diuréticos (para tratar la hipertensión arterial), los factores de riesgo en los pacientes con DM tipo 2. Si no existe retinopatía diabética previa el resultado de la cirugía suele ser bueno, pero si hay retinopatía puede empeorar tras la cirugía de la catarata (Pasquale. *et al.*, 2006).

Según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo:

	DMsin RD		RDNP		RDP		Retinopatía excepto la diabética	
	N	%	N	%	N	%	N	%
ausente	1335	90.9	1416	96.7	1451	99.2	1414	96.5
presente	134	9.1	48	3.3	11	0.8	52	3.5

Tabla 2.4: Retinopatía según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo

c) **Maculopatía**

Existen varios tipos de alteraciones maculares como la degeneración macular asociada a la edad (DMAE), la maculopatía diabética, agujero macular, etc. Describiremos en esta sección las más importantes por su relevancia en la clínica.

Según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo:

	Maculopatía	
	N	%
Ausente	1345	91.5
Presen- te	125	8.5

Tabla 2.5. Maculopatía según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo.

c.1) Maculopatía diabética

En la literatura sobre el edema macular diabético, llama la atención que la mayoría de los estudios están incluidos dentro de trabajos realizados sobre retinopatía diabética y no de forma exclusiva sobre edema macular. Esto hace que sean muy heterogéneos, tanto en la selección de los pacientes como en las técnicas de estudio empleadas. Ello conlleva, que en el caso del EM no sea tan exacto el estudio de los factores epidemiológicos. Pocos estudios se han realizado de forma tan extensa como los de Klein *et al.* (1984, 1994) en Wisconsin, aunque el análisis del edema macular lo incluye dentro del estudio de la retinopatía diabética. Los resultados fueron publicados en dos trabajos diferentes, uno a los cuatro años de seguimiento de sus pacientes y el segundo a los 10 años de seguimiento. Gracias a este extenso seguimiento los datos epidemiológicos se han convertido en punto de referencia para cualquier estudio epidemiológico del edema macular diabético. De las publicaciones revisadas podemos deducir que el edema macular diabético, se asocia principalmente a un pobre control metabólico de la diabetes, siendo más frecuente su aparición en aquellos pacientes con niveles elevados de HbA1c. Además, el control de los lípidos en sangre parece ser un factor importante para disminuir el número e importancia de exudados duros, cuya presencia va a empeorar el resultado visual final del paciente. Si bien en la retinopatía diabética el tiempo de evolución de la diabetes, es el factor de riesgo más importante, en el caso del EM, aunque su presencia aumenta con la duración de la diabetes, hemos de recordar la existencia de unos picos importantes de incidencia de EM: a los 14 años de evolución en los pacientes tipo 1 y a los 12 años en los tipo 2. Al igual que en el caso de la retinopatía diabética, el control de la hipertensión arterial sería una de las metas a conseguir, para disminuir la incidencia de EM, si bien los estudios revisados se contradicen entre sí, como es el caso de los de Klein *et al.* Igualmente en los pacientes con insuficiencia renal su control parece ser importante para la mejoría del EM si éste ya existe.

Los diabéticos pueden presentar una alteración isquémica o edematosa de la mácula. Hasta el 10% de todos los pacientes con diabetes desarrollarán edema macular (EMD) a lo largo de su vida. La magnitud del problema puede apreciarse considerando que la diabetes es un problema relativamente común, lo que significa que aproximadamente unos 160.000 diabéticos en España tienen o tendrán EMD. Muchos de estos casos suponen problemas sobre la agudeza visual: hasta el 4% de los pacientes

desarrollan problemas que afecta la fovea; hasta el 30% de los pacientes con edema macular clínicamente significativo, perderán vista de forma moderada (aumento al doble del ángulo visual) (Fernández Leyba *et al.*, 2002; Romero *et al.*, 2005).

La prevalencia y la incidencia de la maculopatía isquémica ha sido relativamente poco estudiada. El *Early Treatment Diabetic Retinopathy Study* (ETDRS, 1991) ha estudiado la presencia de las zonas de oclusión capilar macular. Según este estudio, un 22,3% de diabéticos presentan algún tipo de lesión isquémica dentro de las 500 micras centrales. Su presencia se asocia en un 36,4% de los casos a edema macular clínicamente significativo. El factor de riesgo más importante es el mal control de la glucemia (Romero *et al.*, 2005). En un estudio realizado por Mansur *et al.* (1993) no se halló ninguna relación entre la lesión de la zona avascular central y la hipertensión arterial o el tratamiento mediante insulina de la diabetes. El impacto funcional de la maculopatía isquémica está poco estudiado, pero diversos autores (Ticho *et al.*, 1973; Smith *et al.*, 1987; Bresnick *et al.*, 1984; Mansur *et al.*, 1993) coinciden en que existe una correlación estrecha entre el área de isquemia y la agudeza visual. La afectación de la agudeza visual tiene lugar desde el momento que la zona avascular central aumenta a 1.000 micras, momento en que las arteriolas maculares se ven afectadas por la oclusión (Bresnick *et al.*, 1976, 1984). En las zonas adyacentes a la isquemia los puntos de pérdida de contraste se asocian a zonas de isquemia recientes; por el contrario, en zonas de isquemia antiguas, no existe apenas pérdida de contraste adyacente al área isquémica (Yaman *et al.*, 1998). La pérdida de agudeza visual, cuando tiene lugar, no se recupera jamás, a pesar del control metabólico estricto del paciente o el tratamiento mediante fotocoagulación láser. Se ha observado en la angiografía fluoresceínica que en un 8,7% de ojos afectados de isquemia macular tiene lugar un proceso de recanalización vascular pero que no se traduce en una recuperación de la agudeza visual (Higuchi *et al.* 1997). En cualquier caso, la presencia de isquemia macular puede inducir la aparición de neovasos, que se situarán en la periferia media o en la papila. No existe actualmente ningún tratamiento para la isquemia macular. En caso de edema macular asociado, la realización de una terapia de fotocoagulación focal en rejilla macular no consigue la mejoría de la visión en estos pacientes.

Respecto al tratamiento del edema macular diabético, el estudio ETDRS definió como fundamental la aplicación de la fotocoagulación láser. Pero su aplicación en los pacientes con edema macular severo, los resultados obtenidos son peores. En estos pacientes se ha ensayado el tratamiento mediante vitrectomía posterior o inyección intravítrea de ciertos medicamentos, obteniendo mejores resultados. Gracias a la aportación de la Tomografía de Coherencia Óptica (OCT) en la exploración de la mácula, es de prever que en el futuro nuevas informaciones nos llevarán a cambiar muchas de las hipótesis actuales sobre el origen y tratamiento del edema macular diabético.

La prevalencia de edema macular oscila entre un 7,5% y un 15,2% (Romero *et al.*, 2005). La presencia de edema macular implica mal pronóstico en cuanto a recuperación visual final (Lorente *et al.*, 2008). La incidencia de edema macular es de un 13,6% en los pacientes diabéticos tipo 1 a los 10 años de seguimiento, y de un 12,6% en los pacientes tipo 2. (Romero *et al.*, 2005).

Hemos de apuntar que el edema macular diabético puede tener cierto grado de regresión, por lo cual los estudios de prevalencia o de incidencia pueden infravalorar la afectación real de dicha entidad. Así el ETDRS encontró que durante el seguimiento de

sus pacientes, un 35% de ojos sufrieron resolución espontánea del edema macular dentro de los seis meses siguientes al inicio del estudio. Igualmente Hikichi *et al.* (1999) encontró en su estudio que un 33% de ojos con edema macular, este desapareció espontáneamente a los seis meses.

Respecto al tratamiento con insulina, Klein *et al.* (1995), demostró que los pacientes con una incidencia más elevada de edema macular son los diabéticos tipo 2 insulino-tratados siendo de un 17,6% a los 10 años de seguimiento, frente al 9,2% de incidencia en los pacientes diabéticos tipo 2 no insulino-tratados y el 13,6% en los diabéticos tipo 1. La incidencia de edema macular aumenta en aquellos casos con una retinopatía diabética acompañante más severa, tanto en los pacientes tipo 1 como en los tipo 2. Si bien en los pacientes con DM tipo 1 se asocia con mayor frecuencia a las formas proliferativas de retinopatía y en los tipo 2 a las formas moderada y severa de la misma.

La retinopatía diabética sigue siendo actualmente una de las primeras causas de ceguera y baja visión en los países desarrollados; así el estudio EURODIAB encuentra en Europa una prevalencia de ceguera de 2,3% entre los pacientes diabéticos de su estudio. Según el ETDRS2 las causas de ceguera en los pacientes con retinopatía diabética serían: en primer lugar la presencia de hemorragia vítrea pre-retiniana, y en segundo lugar el edema macular. Tendríamos que añadir a estos resultados el número de pacientes con baja visión (agudeza visual comprendida entre 0,1 y 0,4) que sería provocada por la presencia de edema macular como factor más importante.

Especial mención debemos hacer de la presencia de catarata en los pacientes diabéticos, y el tratamiento quirúrgico de la misma. Actualmente no podemos aún conocer qué pacientes van a desarrollar retinopatía diabética y/o edema macular tras la cirugía de la misma. El principal factor para predecir el resultado postoperatorio es la severidad preoperatoria de la retinopatía. Aquellos pacientes con una cantidad mínima o inexistente de retinopatía preoperatoria obtienen los mejores resultados visuales con el 85% de los pacientes logrando una visión de 20/50 o mejor; de lo contrario, los pacientes con retinopatía diabética proliferativa y edema macular lograron preoperatoriamente una visión de 20/50 o mejor únicamente en el 10% de los casos (Tabla 2.6).

c.2) Degeneración macular asociada a la edad

Es una enfermedad degenerativa en personas de 50 años o más, que incluye las siguientes anomalías en la región macular: drusas de más de 63 micras, hipopigmentación y/o hiperpigmentación del epitelio pigmentario de la retina, desprendimiento del epitelio pigmentario y del neuroepitelio, hemorragias retinianas y atrofia geográfica del epitelio pigmentario en ausencia de patología vascular retiniana. Como la DMAE es una enfermedad propia de las personas mayores, hay que separar lo que se pueden considerar alteraciones del envejecimiento ocular fisiológico, de los síntomas derivados de la enfermedad. Hay que tener en cuenta la evolución natural de la DMAE. En primer lugar, aparecen una serie de alteraciones que por sí mismas no alteran la visión, pero posteriormente pueden evolucionar hacia otras lesiones más graves con repercusión visual severa. Al comprometer la región macular produce pérdida de la visión central. Se considera como la principal causa de pérdida irreversible y severa de visión central, en pacientes mayores de 65 años, en poblaciones predominantemente caucásicas. (Klein *et al.*, 1998; Wang *et al.*, 2003; Freeman *et al.*, 2003).

RETINOPATÍA	AV>20/50 TRAS CIRUGÍA CATARATA
Inexistente/leve	85%
RD sin EM	80%
RD con EM	40%
RD proliferativa sin EM	60%
RD proliferativa con EM	10%

Tabla 2.6. Resultados de la agudeza visual después de la cirugía de catarata en los pacientes diabéticos con varios grados de retinopatía diabética preoperatoria (Dowler *et al.*, 1995).

La DMAE constituye uno de los objetivos prioritarios de la investigación en oftalmología por diferentes razones (Klein *et al.*, 1998; Wang *et al.*, 2003; Freeman *et al.*, 2003):

- la población anciana está en continuo aumento (se calcula que habrá 1.000 millones mayores de 65 años en el año 2020);
- actualmente en la mayoría de los casos no existe un tratamiento eficaz;
- el riesgo de bilateralidad en cinco años es del 30%;
- la ausencia de visión central deteriora considerablemente la calidad de vida de los pacientes.

El cristalino natural sirve como barrera a algunos rayos de energía luminosa y existe cierta preocupación de que la cirugía de catarata pueda contribuir a aumentar la prevalencia de la DMAE. Grandes estudios dan resultados contradictorios (Lorente *et al.*, 2008).

Existen dos formas de presentación: forma seca y forma húmeda (Klein *et al.*, 1998; Wang *et al.*, 2003; Freeman *et al.*, 2003):

- **Forma seca, no exudativa o atrófica**

Es la más frecuente, representando el 90% de los casos de DMAE. Produce una pérdida visual lenta y progresiva, de hecho sólo el 12%-20% de las pérdidas de agudeza visual graves son causadas por esta forma.

- **Forma húmeda, exudativa o neovascular**

Representa aproximadamente el 10% de los casos pero, sin embargo, es responsable del 90% de las pérdidas graves de visión debidas a esta enfermedad. Se caracteriza por la aparición de neovascularización coroidea, desprendimiento del epitelio pigmentado retiniano y como estadio final, la producción de una fibrosis sub-retiniana o una cicatriz disciforme. El riesgo global de neovascularización en el segundo ojo es de un 6% al año. Clínicamente se caracteriza por los síntomas comunes al denominado *síndrome macular*: a) disminución de la agudeza visual central, b) discromatopsia (alteración de la percepción de los colores), c) metamorfopsia (alteración de la percep-

ción de la forma y el tamaño), d) deslumbramiento ante estímulos luminosos y e) conservación del campo visual periférico. El tratamiento de la DMAE es un tema aún no resuelto.

Se estima que la prevalencia de esta enfermedad varía de menos de 2%, a sobre 10%, en la población mayor de 50 años, y de hasta un 30% en mayores de 70 años. Los resultados de los estudios de prevalencia son poco homogéneos debido a los diferentes criterios usados para definir la enfermedad como: la definición de la enfermedad, la zona geográfica, y la edad de la población estudiada. En la actualidad la tendencia es a valorar los hallazgos oftalmoscópicos y/o retinográficos. Se acepta que la prevalencia se sitúa en torno al 6%-15%, aumentando con la edad: afecta a un 2%-10% de los menores de 65 años, a un 6%-20% entre 65 y 75 años y a un 20%- 30% de los mayores de 75 años (Monés *et al.*, 2005)

El Framingham Eye Study se realizó sobre 2.675 personas con edades comprendidas entre 52 y 85 años durante el año 1973. Para el diagnóstico de la enfermedad, se valoró como criterio la disminución de la agudeza visual de 20/30 o peor, además de la presencia de drusas y alteraciones del epitelio pigmentario. Así, encontraron una prevalencia total del 8,8%, con una variación por edades desde el 1,6% en personas entre 52-64 años, hasta el 27,9% entre 75-85 años (Khan *et al.*, 1977). La prevalencia global de DMAE en el Chesapeake Bay Watermen, realizado sólo en varones, fue del 35% resultando un 1,8% de las lesiones de DMAE tardía (Bressler *et al.*, 1989).

En el estudio de Beaver Dam estudiaron 4.926 personas de ambos sexos, con un rango de edad entre 43 y 84 años. Para definir la enfermedad se basaron en los hallazgos de la oftalmoscopia y de la clasificación de las fotografías de fondo de ojo, siguiendo el sistema de clasificación de la maculopatía asociada a la edad de Wisconsin (WARMGS). No consideraron la disminución de la agudeza visual como criterio diagnóstico. Encontraron una prevalencia global de DMAE del 17,2%, de las que eran formas tardías el 1,6% (Klein *et al.*, 1992). Este mismo grupo de trabajo realizó un estudio prospectivo durante 5 años para valorar la incidencia de la enfermedad, alcanzando el 0,9% en las formas tardías. En Australia, Mitchell *et al.* (1995) estimó la prevalencia de DMAE en una población de 3.654 personas de 49 años o más, utilizando los mismos criterios del estudio de Beaver Dam. Observaron una prevalencia de DMAE del 9,1%, correspondiendo el 1,9% a formas tardías (Mitchell *et al.*, 1995).

En Europa también se han realizado estudios sobre prevalencia de la DMAE. Así, en el trabajo de Copenhague estudiaron 946 personas entre 60 y 80 años, utilizando los criterios del estudio de Framingham. Obtuvieron una prevalencia con repercusión visual del 12,1%, llegando hasta el 27,3% en el grupo de edad de 75-80 años, y una prevalencia total de DMAE del 28,7% (Vinding *et al.*, 1989). En el estudio de Rotterdam, en el que examinaron a 6.251 personas mayores de 55 años utilizando los criterios del estudio de Beaver Dam, la prevalencia de DMAE tardía obtenida fue del 1,7% (Vingerling *et al.*, 1995). En nuestro país el porcentaje de personas que superan los 65 años es del 13% de la población. Basándonos en estimaciones encontradas en diversos estudios, podemos deducir que la prevalencia de DMAE oscila entre el 0,5% a los 55 años, hasta el 7% en mayores de 75 años (Gómez-Ulla *et al.*, 1993). Los datos disponibles de un estudio realizado en un centro de jubilados de Madrid, nos hablan de una prevalencia del 3,3%. (Monés *et al.*, 2005) En un trabajo realizado en Santiago de Compostela encontraron una prevalencia de DMAE tardía del 4%, aumentando con la

edad, desde el 1,2% en el grupo de 55-64 años, hasta el 6,3% en mayores de 75 años (Lago *et al.*, 2001). En el estudio que Sainz realizó en 392 personas institucionalizadas de Pamplona en el año 1997, utilizó los criterios del WARMGS. Encontró una prevalencia de algún tipo de lesión asociada a la DMAE del 59,5% en al menos uno de los ojos, correspondiendo un 42,1% a las formas precoces y el 17,4% a las formas tardías (14,5% atrofia geográfica y 2,9% neovascularización subretiniana). También observó una prevalencia de baja visión del 32% y una prevalencia de ceguera del 15%. Las causas más frecuentes de baja visión fueron la catarata, la DMAE y la miopía, mientras que las causas más frecuentes de ceguera fueron la miopía, seguida de la catarata y la DMAE (Sainz *et al.*, 2000).

c.3) Agujero macular

Es la pérdida de espesor de la mácula, o dicho de otra manera, es la producción de un agujero de forma espontánea que afecta a la retina macular. La predisposición a la rotura de esta zona se debe a un menor grosor de la retina a este nivel. Aunque la agudeza visual puede estar preservada en los estadios iniciales, a menudo ésta cae a rangos de 20/80 a 20/400. Los pacientes se quejan de un escotoma central o metamorfopsia. Existen diferentes estadios. La etiología más frecuente es la idiopática, con un pico de incidencia en la séptima década y mayor incidencia en mujeres (70%) que en hombres (30%). Los agujeros maculares se encuentran también asociados a una serie de patologías tales como: neovascularización coroidea, coloboma del nervio óptico, miopía elevada, retinopatía diabética proliferativa, malformaciones arteriovenosas y enfermedades retinianas degenerativas, como la enfermedad de Best, y tras ciertas cirugías, como la retinopexia neumática y el cerclaje escleral. Los pacientes con un estadio 1 a menudo presentan una buena agudeza visual y una sintomatología poco llamativa. Hasta el 50% de estas lesiones pueden revertirse espontáneamente. En contraste, el estadio 2 tiende a progresar hacia el estadio 3 con una pérdida progresiva de la agudeza visual en un 60%-95% de los casos.

En estos momentos se ha establecido que en los agujeros de espesor total (estadios 3 y 4 y algún estadio 2), la realización de una vitrectomía, la introducción de gas en la cavidad vítrea y el posicionamiento del paciente en decúbito prono durante al menos dos semanas pueden cerrar el agujero en más del 90% de los casos si se trata antes de seis meses, consiguiendo una recuperación importante de la visión en muchos casos. (Gass *et al.*, 1995; Chew *et al.*, 1999; Kelly *et al.*, 1991; Chan *et al.*, 2001; Patterson *et al.*, 2001; Ruiz-Moreno *et al.*, 2002; Mansur *et al.*, 2002; Smiddy *et al.*, 2004).

c.4) Membranas maculares epirretinianas

Se caracterizan por el crecimiento celular con depósito de colágeno en la superficie de la retina. Esta patología aparece en el 12% de las personas mayores (más del 20% en las personas mayores de 75 años). Es una patología bilateral en el 20% de los casos, aunque en la mayoría de ellos no afecta a la visión central de forma significativa. La etiología más frecuente es la idiopática, aunque se han encontrado membranas asociadas a determinados procesos como: hemorragias vítreas, la aplicación de láser, después de la cirugía del desprendimiento de retina, en las uveítis posteriores o en la retinopatía diabética, entre otras causas. El tratamiento se indica en aquellos casos en los que existe una alteración funcional significativa (la sintomatología en los casos

avanzados es la típica del síndrome macular) y consiste en el levantamiento mecánico de la membrana mediante una intervención quirúrgica (Sunnes *et al.*, 1999).

c.5) Edema macular cistoide

Constituye el estadio final de una serie de procesos que alteran la permeabilidad de los capilares perifoveolares y de la cabeza del nervio óptico. Las causas más frecuentes son: la cirugía de la catarata, la capsulotomía con láser YAG, el edema macular del diabético, en el contexto de una uveítis posterior y en las oclusiones venosas retinianas. En ocasiones evoluciona hacia la curación de forma espontánea y en otros casos se cronifica (Sunnes *et al.*, 1999).

c.6) Hemorragias submaculares

Se trata de una complicación de diferentes patologías como la DMAE, la ruptura de aneurisma retiniano, la diabetes o la miopía patológica. El tratamiento sugerido es el drenaje quirúrgico de la sangre.

c.7) Alteraciones tóxicas

Son alteraciones secundarias a medicaciones sistémicas. Son degeneraciones maculares debidas al uso de medicamentos, que en el caso de los ancianos son habituales. Entre otros tóxicos maculares están: los antipalúdicos de síntesis utilizados en enfermedades del tejido conectivo, la tioridazina, usada como ansiolítico, o el ácido nicotínico, utilizado frecuentemente en el tratamiento de las hiperlipidemias (Sunnes *et al.*, 1999).

c.8) Maculopatía de la miopía magna

En los miopes magnos, entre el 3 al 9% de los pacientes con estafiloma posterior presentan retinosquiasis macular o desprendimiento retiniano foveolar con una AV de 20/40 a 20/50. La prevalencia de desprendimiento de retina tras extracción de lente en altos miopes es cercana al doble de los que no se operan (Takayuki *et al.*, 2003).

d) Ambliopía

Podemos definir la ambliopía como la disminución de la agudeza visual en un ojo sin que existan alteraciones orgánicas o patológicas que la justifiquen. Ambliopía es un término que deriva del griego y quiere decir visión vaga (de ahí el nombre vulgar de “ojo vago”), débil o torpe. Es generalmente unilateral, aunque también puede ser bilateral. Entre sus causas más frecuentes están el estrabismo y las alteraciones refractivas. Otras causas de ambliopía son las que provocan una dificultad para que la luz penetre en el ojo; por ejemplo, una catarata o una ptosis.

La ambliopía afecta del 1 al 3% de la población general y a más del 5% de los preescolares. En los preescolares es asintomática y si no es secundaria a estrabismo sólo se detectará fortuitamente a menos que se realicen programas de despistaje. Si no se trata, la ambliopía persistirá en la edad adulta. Aunque en adultos no es tan prevalente, a veces no se diagnostica apropiadamente por coexistir otras patologías. Desgraciadamente, es una patología que no ha cambiado muchos en los últimos 50 años y

según la American Association of Ophthalmology la prevalencia en adultos es de 2,9% (Prieto-Díaz *et al.*, 1985; Pareja Ríos *et al.*, 2000; Nelson *et al.*, 2000; Stewart *et al.*, 2004; Duane's 2006; American Association of Ophthalmology 2006).

El tratamiento de la ambliopía es posible en la mayoría de los casos si se realiza en la infancia. La forma de realizarlo la debe evaluar un oftalmólogo y dependerá de la edad del niño, el nivel inicial de visión y el tiempo en que la visión ha sido pobre. Aunque en adultos no es tan prevalente, a veces no se diagnostica apropiadamente, por coexistir otras patologías. Para realizar un buen diagnóstico diferencial es muy importante realizar una buena exploración preoperatoria antes de la cirugía de cataratas. (Prieto-Díaz *et al.*, 1985; Pareja Ríos *et al.*, 2000; Nelson *et al.*, 2000; Stewart *et al.*, 2004; Duane 2006; American Association of Ophthalmology, 2006).

Según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo:

	Ambliopía	
	N	%
Ausente	1436	97.6
Presente	35	2.4

Tabla 2.7: Ambliopía según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo.

e) **Miopía magna**

La miopía es una alteración de la refracción en el cual los objetos lejanos se enfocan por delante de la retina y no sobre ella. Esto origina que la visión de los objetos lejanos sea borrosa. El ojo es miope por una alteración anatómica. La miopía puede ser producida por las siguientes causas:

- por tener un globo ocular más largo. Es decir tener un eje anteroposterior más largo de lo normal (>22 mm). Es la forma más frecuente de miopía;
- por tener una curvatura corneal mayor;
- por tener una curvatura mayor del cristalino;
- también se puede dar una combinación de los anteriores.

A la miopía magna degenerativa se le asocian las siguientes complicaciones: destrucción de las capas de la retina, glaucoma, estrabismo, cataratas, alteraciones vítreas, desprendimiento de retina y maculopatía (Aranguéz *et al.*, 1999).

Respecto a la maculopatía miópica, el desarrollo de estafilomas del polo posterior es el mayor factor de riesgo para el daño macular en la miopía degenerativa. En ocasiones pueden aparecer membranas neovasculares, y si una de ellas invade una grieta, puede producir hemorragias maculares, que dejan cicatrices fibrovasculares pigmentadas y originan escotomas. Causan gran disminución de la agudeza visual, metamorfopsias y alteraciones en la sensibilidad azul-amarillo. La maculopatía miópica es mas frecuente en miopías de más de 10 dioptrías y en mujeres de 45 a 60 años (Aranguéz *et al.*, 1999).

Los desprendimientos de retina son generalmente resultado de lesiones vitreoretinianas degenerativas periféricas tipo empalizadas, que producen desprendimientos regmatógenos o tras la formación de desgarros gigantes de retina. Los desprendimientos suelen ser espontáneos, pero pueden ocurrir tras trauma contuso y tras la cirugía de cataratas, sobre todo en pacientes que hayan tenido ruptura de cápsula posterior y vitreorragia durante la intervención (Aranguéz *et al.*, 1999).

La miopía magna tiene una asociación bien conocida con el desarrollo de cataratas nucleares y subcapsulares posteriores, lo cual aumenta la miopía y disminuye drásticamente la agudeza visual, aunque no se ha establecido el mecanismo fisiopatológico. En cuanto a la miopía leve y moderada hay opiniones divergentes (Muñoz Ruiz *et al.*, 2001).

Los miopes además pueden tener mayor riesgo de complicaciones en la cirugía de cataratas como: debilidad zonular, vitreorragias, fluctuaciones de la cámara anterior y colapsos intraquirúrgicos, los cuales pueden originar desprendimientos coroides, desprendimientos de retina e incisiones anormales. Al tener una cámara anterior más amplia, puede quedarse retenido material viscoelástico si no se lava lo suficiente, y originar hipertensiones oculares postoperatorias (Aranguéz *et al.*, 1999; Lorente *et al.*, 2008).

Las probabilidades obtenidas en el estudio de la Agencia Laín Entralgo se muestran en la tabla 2.8.

	Miopía Magna	
	N	%
Ausente	1403	94.9
Presente	76	5.1

Tabla 2.8: Miopía magna sin afectación retiniana según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo.

f) Retinopatía no diabética

En este apartado hemos incluido un grupo muy extenso y heterogéneo de patologías por su repercusión similar en el resultado final de la cirugía de cataratas. Los tipos de retinopatía no diabética más relevantes son los siguientes:

Trastornos congénitos y del desarrollo de la retina, en el que podemos incluir: alteraciones pigmentarias, colobomas, displasias, alteración de la mielinización, hamartomas y anomalías vasculares.

También podemos encontrar trastornos debidos a una reacción retiniana a enfermedades, lesiones o traumatismos, como: edema retiniano, hemorragia, exudación lipídica, exudación inflamatoria y alteraciones vasculares.

Otras patologías son las retinitis inflamatorias e infecciosas, y la patología vascular, tumoral y secundaria a trastornos sistémicos (Gold *et al.*, 2006).

g) Neuropatía

Existen distintos tipos de neuropatías: glaucomatosa, traumática, desmielinizante, neuritis anterior isquémica, neuritis anterior no isquémica-arterítica, neuritis óptica posterior etc. Las describimos a continuación.

Según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo:

	Neuropatías	
	N	%
Ausente	1447	98.6
Presente	20	1.4

Tabla 2.9: Neuropatías según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo.

g.1) Glaucoma

Es una neuropatía óptica progresiva irreversible que suele cursar con la presión intraocular elevada y alteraciones del campo visual. Puede desembocar en ceguera si no se trata adecuadamente.

Los diversos tipos de glaucomas se clasifican como de ángulo abierto o cerrado, según la forma de alteración de drenaje del humor acuoso. Una clasificación adicional describe la enfermedad como primaria o secundaria, dependiendo de la presencia o ausencia de factores asociados que contribuyan a la elevación de la PIO. En algunos casos se toma en consideración la edad del paciente en el momento de la instauración del glaucoma, en cuyo caso se describe como congénito, infantil, juvenil o adulto.

El glaucoma afecta al 1% de la población aproximadamente. El glaucoma primario de ángulo abierto es el más prevalente de todos, afectando aproximadamente a 1 de cada 200 individuos de 40 años de edad. Su prevalencia aumenta con la edad es responsable de cerca del 12% de los casos de ceguera registrados en países desarrollados. (Kanski *et al.*, 1995). Según la base de datos de la agencia Laín Entralgo el 4% de los pacientes padecían glaucoma, incluyendo todos los tipos.

Comentamos a continuación unos glaucomas relacionados con las cataratas: el glaucoma facolítico y el glaucoma facoanafiláctico.

El glaucoma facolítico se trata de un glaucoma secundario con bloqueo trabecular de ángulo abierto que se produce por cataratas hipermaduras. Está causado por obstrucción del trabéculum por proteínas del cristalino que se pierden a través de la cápsula intacta hacia el humor acuoso. El tratamiento consiste en bajar médicamente la PIO y extraer quirúrgicamente la catarata.

La facoanafilaxia es una reacción granulomatosa autoinmunitaria por sensibilización a las proteínas del cristalino, que origina un glaucoma secundario. Se produce por traumatismos penetrantes o intervenciones quirúrgicas (Gold *et al.*, 2006).

g.2) Neuritis óptica isquémica anterior (NOIA) no arterítica

La incidencia anual de neuropatía óptica anterior isquémica es de 2,3 a 10,2 por 100.000 en personas mayores de 50 años, y 0,54 / 100.000 en todas las edades. Afecta a pacientes de 11 a 90 años, pero más típicamente de 55 a 75 años. Aparentemente no hay predilección entre ambos sexos. Parece ser levemente mayor en los hombres. La etiología es desconocida, aunque el 40% de los pacientes presentan como antecedente hipertensión arterial y diabetes en un 20% de los casos. La primera manifestación, habitualmente es la visión central borrosa o pérdida de una parte del campo visual. La agudeza visual puede variar de 10/10 a la no percepción luminosa. Hay diversos estudios al respecto. El IONDT (*Ischemic Optic Neuropathy Decompression Trial Research Group*, 1996) concluyó que el 49% de los pacientes (207/420) tenían una AV de base de 20/64 o mejor y el 34% tenía una AV de 20/200 o peor, aunque entre estos dos grupos había una diferencia etaria importante. La mayor parte de los pacientes presentan una alteración de la visión de colores en el ojo afectado. El patrón campimétrico de afección más frecuente son los defectos altitudinales, fundamentalmente inferiores (55 - 80 %). El deterioro de la visión y del campo visual puede progresar durante varios días. El defecto es profundo y permanente. Según el IONDT, el 58 % de los pacientes estudiados, tienen una AV de 20/200 o peor a los 30 meses. La recuperación o mejoría visual es muy pobre y con una frecuencia muy baja; menos del 10%, según Sergott *et al.* (1983).

g.3) Neuritis óptica isquémica anterior arterítica (NOIA ARTERÍTICA)

La neuritis óptica anterior isquémica de tipo arterítico es causada más frecuentemente por la vasculitis de la arteria temporal (arteritis de células gigantes o arteritis de la temporal o de Horton). Sin embargo, han de tenerse en cuenta otras vasculitis, como el lupus eritematoso sistémico, la enfermedad de Takayasu o la vasculitis asociada a sífilis a la hora de establecer un diagnóstico diferencial. La *arteritis de células gigantes* es una enfermedad inflamatoria generalizada que afecta a las arterias de mediano y gran calibre. Se presenta típicamente en personas de 65 a 70 años, aumentando rápidamente la incidencia con la edad. La afectación ocular se debe a la inflamación de las arterias ciliares posteriores, pudiendo presentar como síntomas una pérdida brusca de la visión (parcial o total), una pérdida transitoria de la visión (*amaurosis fugax*) y/o diplopía (visión doble). A nivel sistémico el paciente presenta astenia, fiebre, pérdida de peso, dolor en cuero cabelludo, polimialgia, otalgia y claudicación mandibular, así como una velocidad de sedimentación glomerular muy elevada (generalmente mayor de 100 mm/hora). Es muy importante establecer el diagnóstico tan pronto como sea posible, ya que si no se establece la terapia con corticoides, el 40% de estos pacientes desarrollará una pérdida permanente de la visión, a menudo de forma bilateral, por atrofia óptica. Si un paciente no es tratado cuando sólo tiene un ojo afectado, el ojo contralateral pierde la visión en el 65% de los casos (McFadzean *et al.*, 1998).

La alteración visual en pacientes con esta neuritis arterítica es mayor que en la no arterítica. Por lo general, acusan una AV de menos de 0,1. Los defectos campimétricos en estos pacientes suelen ser más extensos. Es una urgencia oftalmológica. El tratamiento consiste en administrar corticoides orales en dosis inmunosupresoras con el fin de evitar la ceguera en el otro ojo. Es muy poco frecuente la recuperación visual en el ojo primariamente afectado.

g.4) Neuritis óptica aguda desmielinizante idiopática

No todos los pacientes con neuritis óptica presentan una pérdida de visión aguda; puede ser insidiosa e incluso asintomática. La neuritis óptica aguda desmielinizante idiopática es la forma más común. La incidencia se estima entre 1 y 5 por 100.000. El rango etario es de 20 a 50 años, con una edad media de 30-35. Es de mayor predominio en el sexo femenino: según el ONTT (*The Optic Neuritis Treatment Trial*) del 77%. El 50% de los pacientes con esclerosis múltiple presentan neuritis óptica (Walsh y Hoyt 1997). Clínicamente se manifiesta por: pérdida de visión central; la caída suele ser abrupta, con grado variable de afectación, pudiendo ir desde una simple visión borrosa hasta la no percepción luminosa. Por lo general, es unilateral. También existen otras alteraciones de la función visual como: defectos campimétricos y dolor ocular. En la esclerosis múltiple (retrobulbar), la apariencia oftalmoscópica suele ser normal. Según el ONTT presenta fopsias un 30 % de los casos. También está presente una alteración en el espectro rojo-verde. El defecto pupilar aferente es la presentación más común en la neuritis óptica. En el 20-40 % de los casos, los pacientes con neuritis óptica anterior aguda presentan cierto grado de edema de papila. Tras 6 meses de seguimiento, la agudeza visual promedio fue de 0,6 y, menos de un 10 % de los casos de 0,4 o peor. Según el ONTT, la agudeza visual promedio al año era de 6/10 y, en el 10% de los casos de 4/10 o peor (Walsh y Hoyt 1997; Barraquer *et al.*, 1998; Sean *et al.*, 2000; Satish-Srinivasan *et al.*, 2001; Horowitz *et al.*, 2001). Los defectos residuales postataques se pueden resumir de la siguiente forma: a) alteraciones en la AV (15-30%); b) pérdida de sensibilidad al contraste (63-100%); c) defectos en la visión de colores (33-100%); d) reducción del campo visual (62-100%); e) alteración en la estereopsis (89%); f) déficit de sensibilidad al brillo luminoso (89-100%); g) defectos pupilares (55-92%); h) alteraciones oftalmoscópicas (60-80%); i) cambios en los potenciales evocados visuales (63-100%).

h) Opacidades corneales

Se incluyen en este apartado las distrofias corneales no Fuchs y el resto de las alteraciones en la transparencia corneal, como los leucomas y las degeneraciones corneales. Las degeneraciones corneales consisten en alteraciones anatómicas de origen diverso, pero que tienen en común elementos patogénicos y clínicos. El mecanismo último que las origina es desconocido en la mayoría de los casos. Son enfermedades que evolucionan sin ningún tipo de signo inflamatorio, pudiendo incluso ser asintomáticas; únicamente pueden producir disminución de la agudeza visual si las lesiones se localizan en el eje visual. Éste es uno de los factores claves en la visualización durante la cirugía de la catarata. Cualquier nivel de opacidad dificulta todos los pasos intraoculares de la cirugía, aumentando el riesgo de complicaciones. Las causas son muy diversas. Normalmente se produce por la cicatrización de heridas, quemaduras, úlceras o infecciones severas. Como consecuencia de la cicatrización se produce la formación de un tejido opaco, que es beneficioso para la conservación anatómica del ojo, pero muy perjudicial para la visión, pues se pierde transparencia. La existencia de una cicatriz lineal y/o leucoma corneal afectando al eje visual tiene varias opciones para su solución. En los casos de leucomas muy superficiales, la queratoplastia lamelar o la fotoqueratectomía terapéutica con láser excimer pueden solucionar el cuadro. Si la afectación estromal es más profunda, obliga a profundizar para intentar mejorar la

disminución de AV. La queratoplastia penetrante homóloga central se realiza rutinariamente en situaciones clínicas de este tipo (Fernández del Coteró *et al.*, 2005).

Según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo, las probabilidades son las que se muestran en la tabla 2.10.

	Opacidades corneales	
	N	%
Ausente	1449	98.6
Presente	20	1.4

	Distrofias No Fuchs	
	N	%
Ausente	1458	99.5
Presente	8	0.5

	Otras opacidades	
	N	%
Ausente	1329	90.3
Presente	142	9.7

Tabla 2.10: Opacidad corneal según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo.

i) Distrofia de Fuchs

Es una enfermedad primaria bilateral de la córnea que afecta a las células endoteliales. Se caracteriza por baja densidad endotelial, pleomorfismo celular y engrosamiento de la membrana de Descemet (guttas). Generalmente se transmite por herencia autosómica dominante. Se caracteriza por la aparición de un edema difuso corneal debido a una descompensación que sufre el endotelio. La córnea se va volviendo más opaca de manera progresiva y se produce un edema epitelial (aumenta el grosor córnea por paquimetría), que evoluciona hacia la formación de una queratopatía bullosa y vascularización corneal. Es un trastorno bilateral que predomina en el sexo femenino. Suele iniciarse entre la 4ª y 5ª década de la vida. En ocasiones se acompaña de distrofia de la córnea, glaucoma o atrofia del iris (Kiessling *et al.*, 1993; Green *et al.*, 1994).

La clasificación más habitual es:

- Estadio I: asintomático. Se aprecian guttas centrales y pigmento
- Estadio II: visión de “neblina” matutina y deslumbramientos. La biomicroscopía presenta un aspecto turbio corneal.
- Estadio III: síntomas diarios, edema corneal, micro bullas, que a veces originan dolor.
- Estadio IV: pérdida de visión manifiesta, episodios dolorosos. Se aprecian cicatrices estromales irreversibles.

Aunque la disminución del recuento endotelial no plantee una dificultad en sí misma, el riesgo de edema corneal postoperatorio aumenta en forma muy significativa. Por lo tanto, un pobre recuento endotelial incrementa las exigencias en términos de refinamiento de la técnica quirúrgica. Origina, además, problemas de mala visualización durante la intervención.

La prevalencia de la enfermedad varía mucho entre poblaciones según la metodología usada para la exploración clínica y los criterios diagnósticos usados. La presencia de guttas en mayores de 40 años es relativamente frecuente, entre el 10% y el 70% de la población (Goar *et al.*, 1934; Lorenzetti *et al.*, 1967). La prevalencia de córnea guttata central ha sido estudiada en asiáticos, siendo en chinos del 4.4% en hombres y 8.5% en mujeres y del 1.5% y 5.5% respectivamente en japoneses, considerando ambas poblaciones en mayores de 50 años (Kitakawa *et al.*, 2002). En estudios de prevalencia de características similares en Islandia se ha observado que la distrofia de Fuchs puede afectar al 11% de la población femenina y al 7% de la masculina. (Zoega *et al.*, 2006). En cualquier caso se acepta que afecte más a mujeres en 4/1 (Kitakawa *et al.*, 2002).

Según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo:

	Distrofia de Fuchs	
	N	%
Ausente	948	98.0
Presente	19	2.0

Tabla 2.11: Distrofia de Fuchs según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo.

2.1.5. Factores de riesgo para cirugía de cataratas

Además de las comorbilidades oculares, hay otras características del paciente o del ojo a operar, que pueden aumentar el riesgo de complicaciones intraoperatorias o postoperatorias. Las características de alto riesgo incluyen: historia de cirugía previa en ese ojo (por ejemplo, una vitrectomía previa), ojos muy largos (miopes magnos, aunque lo hemos considerado como comorbilidad) o muy cortos (como ojos hipermetropes, con cámara estrecha), ojos hundidos, pupilas estrechas, sinequias posteriores, ojos con cicatrices corneales o córneas no transparentes (aunque estas opacidades corneales las hemos incluido en comorbilidad), zónulas débiles o ausentes, traumatismo ocular previo, uso de 1alfa-antagonistas sistémicos, etc. Cada uno de estos factores conlleva unos riesgos, tal como muestra la tabla 2.12. Como con las comorbilidades oftálmicas, los pacientes con características de alto riesgo deben ser

oftálmicas, los pacientes con características de alto riesgo deben ser informados sobre el posible impacto específico de su patología en el posible transcurso y resultado de la cirugía de cataratas, así como, las opciones que deben ser consideradas si existen complicaciones. Una parte de esta tesis consta de realizar un algoritmo de decisión que ayude a decidir si operar o no de catarata a un paciente.

Factor de riesgo	Efectos
Ojo hundido (American Association of Ophthalmology, 2006)	Reducción visibilidad en el quirófano Peor abordaje por limbo superior Encharcamiento conjuntival
Hipermetropía alta (cámara estrecha) (Brockhurst <i>et al.</i> , 1990; Gayton <i>et al.</i> , 1993; Inatomi <i>et al.</i> , 1997)	Cámara estrecha y lesión endotelial (edema corneal) Trauma y prolapso iris (alteración incisional) Mal cálculo de la LIO Desprendimiento coroideo
Miosis (Guzek <i>et al.</i> , 1987; Nichamin <i>et al.</i> , 1993; Shepherd <i>et al.</i> , 1993; Fine <i>et al.</i> , 1994; Miller <i>et al.</i> , 1994; Dinsmore <i>et al.</i> , 1996)	Reducción de la visibilidad en el quirófano Vitreorragia (mecha vítrea) Ruptura de la cápsula posterior Alteración incisional (Prolapso del iris)
Vitrectomía previa (McDermott <i>et al.</i> , 1997; Grusha <i>et al.</i> , 1998; Pinter <i>et al.</i> , 1999)	Cicatriz conjuntival Ruptura de la cápsula posterior Fluctuación de la cámara anterior Miosis intraoperatoria y pupila estrecha Esclerosis del cristalino
Queratoplastia previa (Ohguro <i>et al.</i> , 1997)	Reducción de la visibilidad en el quirófano Rechazo del injerto Mal cálculo de la LIO
Cerclaje previo (Ruiz <i>et al.</i> , 1991; Kerrison <i>et al.</i> , 1996; Eshete <i>et al.</i> , 2000)	Cambios en longitud axial (mal cálculo de la LIO) Cicatriz conjuntival
Sinequias posteriores	Miosis intraoperatoria Inflamación prolongada postquirúrgica Depósitos inflamatorios en la LIO Sangrado del iris
Microftalmos anterior relativo (Nihalani <i>et al.</i> , 2005)	Daño iris, córnea y cápsula posterior

Cámara anterior estrecha	Lesión iris Prolapso iris Edema corneal postoperatorio
Uso de alfa 1a-antagonistas (para hipertrofia prostática) (Chang <i>et al.</i> , 2005; Parssien <i>et al.</i> , 2006)	Síndrome de iris flácido (“floppy iris”)
Laxitud zonular o deshiciencia (pseudoexfoliación, subluxación de cristalino, etc.) (Osher <i>et al.</i> , 1983; Gimbel <i>et al.</i> , 1997; Cionni <i>et al.</i> , 1998)	Facodonesis Vitreorragia ecuatorial, mecha vítrea Pérdida de la catarata al vítreo Ruptura cápsula posterior Edema macular cistoide Dificultad para la capsulorrexis y la limpieza de masas Contracción capsular con dislocación de LIO postoperatoria
Fibrosis de la cápsula anterior (Lorente <i>et al.</i> , 2008)	Dificultad para la capsulorrexis Ruptura de cápsula posterior

Tabla 2.12: Características de alto riesgo y consideraciones especiales (American Association of Ophthalmology, 2006).

Entre los factores de riesgo valorados en nuestra red, se encuentran: ciertos tipos de catarata, ojo previamente vitrectomizado, pupila estrecha, cámara anterior estrecha, ojo hundido, fibrosis de cápsula anterior, subluxación de cristalino (zónulas débiles), tener sinequias posteriores y presentar una mala colaboración del paciente.

A continuación las explicamos con más detalle.

a) Tipo de catarata

Algunos tipos de catarata presentan un riesgo especial en el momento de la cirugía. Por ese motivo las hemos clasificado a parte.

La dureza del núcleo es uno de los factores críticos en cirugía, especialmente si se trata de dividir el núcleo antes de la facoemulsificación. La dureza del núcleo se correlaciona con el color de la catarata bajo biomicroscopía y con la cantidad de energía ultrasónica necesaria para emulsificarlo. Las complicaciones y el resultado quirúrgico van a estar muy influidos por esta variable.

Llamamos catarata blanca, independientemente de la etiología, al cristalino totalmente opacificado con córtex blanquecino que impide ver el reflejo de fondo. Es un cristalino que ha empezado a perder su integridad estructural, debido a que las proteínas se desnaturalizan, provocando la hidratación del mismo. Este tipo de cataratas no constituye un grupo homogéneo. En el caso de la catarata blanca, presenta una dificultad añadida a la hora de realizar la capsulorrexis por dificultad de visión, por ser una cápsula más friable y por presentar una intumescencia cristaliniana. Suele ayudar en el paso quirúrgico de la rexis el teñir la cápsula previamente con colorantes, como el azul tripán. Existe el riesgo de, al no realizar una capsulorrexis correcta (5-28%) (Chakra-

barti *et al.*, 2000): tener que reconvertir a otra técnica quirúrgica como la cirugía extracapsular de la catarata, o posibilidad de luxar material cristalino a vítreo, o de tener problemas con la lente intraocular. Además nos encontramos un núcleo de máxima dureza, lo que aumenta el riesgo de rotura de la cápsula posterior (Chakrabarti *et al.*, 2000; Lorente *et al.*, 2008).

Del mismo modo, una catarata brunescente, también llamada catarata “negra”, tiene muchos motivos de complejidad, ya que:

- presenta una laxitud zonular con riesgo de luxación;
- asocia miosis intraoperatoria, con dificultad de maniobrar durante la cirugía y menor visibilidad para realizar la rexis;
- presenta poco córtex para proteger la cápsula y es más fácil romper la cápsula posterior;
- la cápsula posterior es más fina y flácida y suele existir una placa de catarata densa posterior semejante a las cataratas polares posteriores, por lo que puede romperse (Lorente *et al.*, 2008);
- el núcleo es más voluminoso, por lo que es más difícil partirlo y se tarda más en eliminar la catarata, con lo que se da más tiempo de ultrasonido y existe mayor riesgo de edema corneal, de quemadura y de alteración incisional (Sing *et al.* (2001), refieren 9%-13%, aunque solo requieren sutura el 1,3%.) y lesión mecánica del iris a la córnea;
- si existe queratoplastia previa, existe más riesgo de rechazo del injerto.

También por ejemplo, en la catarata polar posterior puede presentarse ruptura de la cápsula posterior en la maniobra de hidrodisección o aspiración de la corteza, y existe mayor riesgo de mecha vítrea (Riba García *et al.*, 2002).

Las prevalencias varían considerablemente entre estudios debido a que para evaluar la prevalencia de catarata, los estudios la definen por: grado de opacificación y/o nivel de AV y/o criterio funcional. El nivel de agudeza visual más utilizado es “menor o igual a 0.7” o bien “menor o igual a 0.5” (Acosta *et al.*, 2006). No existe un criterio estandarizado para definir la presencia de cataratas, lo que dificulta las posibilidades de comparación entre estudios. Todos ellos consideran de manera combinada o aislada la agudeza visual y la opacificación del cristalino como criterios para evaluar la presencia de cataratas. No hemos encontrado trabajos que presenten estimaciones de la prevalencia de la enfermedad en función del grado de discapacidad que ellas generen en el individuo. Este hecho es de relevancia, ya que en la práctica clínica, uno de los criterios predominantes para determinar la necesidad de tratamiento quirúrgico es la limitación funcional causada por las cataratas, muchas veces con independencia del nivel de agudeza visual o de la opacificación del cristalino (O'Day *et al.*, 1993; Desai *et al.*, 1996; Taylor *et al.*, 2000; Bellan *et al.*, 2001).

La definición de prevalencia de catarata caracterizada por el déficit de AV se determina comúnmente por la definición de déficit visual establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la utilizada en los Estados Unidos (EEUU) para conceder licencias de conducir (Resnikoff *et al.*, 2004). Utilizan como base la visión corregida en el mejor ojo. La definición de la OMS de deterioro visual severo consiste

en una agudeza visual decimal entre 0,05 y 0,3, mientras que agudezas visuales menores de 0,05 se consideran ceguera. En el caso de los EEUU se considera deterioro visual severo una agudeza visual entre 0,1 y 0,5 y ceguera cuando es menor de 0,1 (Chylack *et al.*, 1993; Laroche *et al.*, 1998; Kuchle *et al.*, 1998; Vasavada *et al.*, 1999; Barbón García *et al.*, 2002).

Tipo de catarata	Efectos
Catarata polar posterior (Osher <i>et al.</i> , 1990; Vasavada <i>et al.</i> , 1999)	Cápsula posterior alterada
Catarata blanca (catarata madura cortical) (Horiguchi <i>et al.</i> , 1998; Vasavada <i>et al.</i> , 1998; Vasavada <i>et al.</i> , 1999; Vajpayee <i>et al.</i> , 1999)	Capsulorrexia dificultosa (ayuda teñirla) Intumescencia cristalino
Catarata nuclear brunescente densa (Vasavada <i>et al.</i> , 1998; Kimura <i>et al.</i> , 1999)	Laxitud zonular y miosis intraoperatoria Poco córtex para proteger la cápsula Más tiempo de faco (riesgo de edema corneal) Más riesgo de quemadura y lesión mecánica del iris o la córnea Riesgo de ruptura de la cápsula posterior Rechazo del injerto Mal cálculo de la potencia de la LIO

Tabla 2.13: Tipo de catarata y especiales consideraciones
(American Association of Ophthalmology, 2006).

Hemos identificado un total de 16 estudios sobre prevalencia de cataratas: 6 europeos, 6 estadounidenses, 3 australianos y uno asiático. La prevalencia varía enormemente de un estudio a otro. Cuando la prevalencia se mide en términos de agudeza visual los valores aportados por los estudios son claramente inferiores a los reportados cuando el criterio usado para su diagnóstico ha sido morfológico, es decir, presencia de opacidad en el cristalino. Así, la prevalencia oscila del 1% al 20% cuando el criterio es morfológico, en cambio, al utilizar una combinación de agudeza visual y morfología, la prevalencia asciende hasta el 20, el 30 o incluso el 50%.

Los estudios de Rotterdam (Klaver *et al.*, 1998), Baltimore (Rahmani *et al.*, 1996, Tielsch *et al.*, 1990), SEE (Munoz *et al.*, 2000), Casteldaccia (Giuffre *et al.*, 1994, Ponte *et al.*, 1994) y VER (Rodríguez *et al.*, 2002) miden la presencia de déficit visual únicamente a través del nivel de AV y a partir de ahí estiman qué proporción es debida a la catarata. North London (Reidy *et al.*, 1998), Framingham (Kahn *et al.*, 1977), Casteldaccia (Giuffre *et al.*, 1994; Ponte *et al.*, 1994) y Beaver Dam (Klein *et al.*, 1992) evalúan los criterios de AV y de opacificación de manera conjunta, en tanto que este último también evalúa el criterio de opacificación por separado. Los estudios australianos Blue Mountains (Attebo *et al.*, 1996; Mitchell *et al.*, 1997) y VIP (Van-Newkirk *et al.*, 2001; Weih *et al.*, 2000; Mc Carty *et al.*, 1999) valoran la AV y la

opacificación, aisladamente. Para evaluar la prevalencia de catarata determinada por presencia de opacificación (o criterio morfológico) se utilizan sistemas de clasificación que agrupan los tipos de catarata (opacificación) de acuerdo a su tamaño y localización en el cristalino (en el núcleo, corteza o cápsula posterior). El más utilizado es el *Lens Opacification Classification System* (LOCS) (Chylack *et al.*, 1993). Las prevalencias totales varían considerablemente, desde un 5% a un 30%. Los estudios que evalúan solamente la agudeza visual no indican valores crudos de prevalencias. La prevalencia más baja es la descrita en el estudio de Beaver Dam (Klein *et al.*, 1992), 5%, correspondiendo al criterio de Wisconsin: cualquier opacidad y una agudeza visual corregida $< 0,7$ en el mejor ojo. Este valor aumentaba a 14,2% cuando se realizaba sobre el peor ojo. En Casteldaccia (Giuffre *et al.*, 1994, Ponte *et al.*, 1994), con AV y opacificación, encuentran una prevalencia de 19,4% en población mayor de 40 años, mientras que en el North London Eye Study (Reidy *et al.*, 1998), usando el mismo criterio, la prevalencia encontrada fue de un 30%. Sin embargo, estas diferencias podrían explicarse debido a que este estudio considera población mayor de 65 años. Por otra parte, cuando se usa exclusivamente el criterio de opacificación, las prevalencias son del 15,4% en Beaver Dam (Klein *et al.*, 1992), del 18% en el VIP-*Visual Impairment Project* (VanNewkirk *et al.*, 2001; Weih *et al.*, 2000; Mc Carty *et al.*, 1999) y de 19,6% en el estudio de Blue Mountains (Attebo *et al.*, 1996, Mitchell *et al.*, 1997). Este último considera población de mayor edad que los otros dos estudios (mayores de 49 años).

Según el estudio de Riba García *et al.* (2002) que utiliza el sistema LOCS III, (véase la sec. 2.1.1), con un tamaño de muestra de 405 cataratas operadas, se clasificaron 13 (3,2%) como NO6, 39 (9,6%) como NO5, 139 (34,3%) como NO4, 147 (36,2%) como NO3, 53 (13%) como NO2 y 13 (3,2%) como NO1. Según Acosta *et al* (2006) las cataratas intervenidas más frecuente era la subcapsular posterior (60%), seguida de catarata blanca (18%).

Según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo:

Tipo de catarata	Número de intervenciones (%)
Catarata simple	4538 (77,4%)
Catarata blanca	19 (1,3%)
Catarata brunescete	58 (3,9%)
Catarata polar posterior	32 (2,2%)

Tabla 2.14 Porcentaje obtenidas de la base de datos global de la Agencia Laín Entralgo (Hospitales de Andalucía, País Vasco, Cataluña y Madrid).

b) Mala colaboración del paciente

Es una estimación subjetiva según la exploración prequirúrgica, ya que no se encuentran datos en la literatura científica.

Puede incluir pacientes: ansiosos, pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) con dificultad para el decúbito de origen respiratorio, dificultad para el decúbito por alteraciones en cuello o columna, obesidad, Parkinson, etc.

Según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo:

	Mala colaboración del paciente	
	N	%
Ausente	1425	96.3.6
Presente	54	3.7

Tabla 2.15: Mala colaboración según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo.

c) *Cámara anterior estrecha*

Es también un factor reconocido como muy importante. Una cámara muy estrecha dificulta mucho las maniobras intraoculares y aumenta el riesgo de daño endotelial y de ruptura de la cápsula posterior. Si es muy profunda, exige verticalizar mucho los instrumentos y dificulta la capacidad para enfocar el área en la que se está trabajando. Por ello, las complicaciones más frecuentes tras la cirugía de cataratas en ojos con cámara estrecha son: alteración de la incisión, aumento del edema corneal, y ruptura de la cápsula posterior. Consideramos como cámara estrecha una amplitud de la córnea al iris menor o igual a 2 mm. El microftalmos anterior relativo también puede considerarse en el ojo cuyo diámetro horizontal blanco-blanco sea menor de 11 mm, cuya profundidad de cámara anterior se menor o igual a 2,2 mm y cuya longitud axial sea mayor de 20 mm sin otras malformaciones morfológicas. (Lorente *et al.*, 2008).

Según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo:

	Cámara estrecha	
	N	%
Ausente	1443	97.6
Presente	36	2.4

Tabla 2.16: Cámara estrecha según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo.

d) *Sinequias posteriores*

Se define como adherencia de partes próximas del iris con el cristalino. Se producen por inflamaciones del tracto uveal, las cuales pueden afectar a una sola o a las tres

porciones uveales simultáneamente. Es importante efectuar pronto el diagnóstico de una uveítis y dilatar la pupila para prevenir la formación de sinequias posteriores permanentes, que originaran malformaciones pupilares, dificultad para dilatar, glaucoma, alteraciones visuales, etc. El iris acartonado y rígido tiene importancia porque afecta a la dilatación pupilar (pupila estrecha).

Según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo:

	Sinequias posteriores	
	N	%
Ausente	1467	99.2
Presente	12	0.8

Tabla 2.17: Sinequias posteriores según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo.

e) **Fibrosis de la cápsula anterior**

La capsulorrexis circular continua es reconocida como uno de los factores de mayor importancia en el resultado de una cirugía de facoemulsificación. Las cápsulas con cambios de fibrosis o calcificaciones hacen más difícil la rexis y pueden correlacionarse con dificultades al maniobrar con la cápsula posterior (Lorente *et al.*, 2008).

Según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo:

	Fibrosis de la cápsula anterior	
	N	%
Ausente	1475	99.7
Presente	4	0.3

Tabla 2.18: Fibrosis de la cápsula anterior según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo.

f) **Ojo previamente vitrectomizado**

La vitrectomía pars plana (VPP) se realiza de forma rutinaria para el manejo de diferentes patologías quirúrgicas vítreo-retinianas, siendo la progresión y desarrollo de catarata, una complicación presente en casi el 100% de estos ojos en un período de 2 años. El mecanismo por el cual esto ocurre es desconocido, pero existen varias causas posibles: a) el toque mecánico del cristalino, el gas o silicona utilizados para taponamiento. b) la presencia de sangre e inflamación. c) la composición química de las soluciones de infusión. d) el vítreo como factor de barrera o amortiguador que protege al cristalino de la cataratogénesis. Además se han descrito como factores importantes

para la formación de la catarata la edad de los pacientes y el tiempo de duración de la cirugía vitreoretiniana previa. El reto diagnóstico es determinar si la disminución visual se debe a la presencia de la catarata o a la enfermedad vitreoretiniana de base (Edelhauser *et al.*, 1978; Novak *et al.*, 1984; Sneed *et al.*, 1986; Smiddy *et al.*, 1987; Smiddy 2000; Grusha *et al.*, 1998; Braunstein *et al.*, 2003).

Estos ojos tienen un alto riesgo de presentar complicaciones durante la facoemulsificación y posterior a ésta, debido a: disminución del volumen vítreo, alta densidad de la catarata, inflamación quirúrgica previa causada por la vitrectomía, y la naturaleza de la enfermedad subyacente. El cirujano debe reconocer las alteraciones morfológicas y los problemas que pudieran presentarse para así, reducir la frecuencia de complicaciones, realizar una técnica adecuada, y contribuir a una mejor rehabilitación visual (Edelhauser *et al.*, 1978; Novak *et al.*, 1984; Sneed *et al.*, 1986; Smiddy *et al.*, 1987; Grusha *et al.*, 1998; Federman *et al.*, 1998; Pinter *et al.*, 1999; Nieto *et al.*, 1999; Smiddy *et al.*, 2000; Braunstein *et al.*, 2003; Suarez-Tata *et al.*, 2004).

Es bien conocido el hecho de que los ojos sometidos a vitrectomía desarrollan catarata o ésta aumenta. Federman *et al.* (1998) describe en su estudio de 33 ojos post-VPP con silicona, que el 100% desarrolló catarata y la extracción de ésta se realizó de media a los 18,5 meses. Según Pinter *et al.* (1999) la cirugía de cataratas fue a los 19 meses, según McDermott *et al.* (1997) a los 20 meses y según Grusha *et al.* (1998) a los 18,4 meses.

Entre los hallazgos biomicroscópicos encontrados previos a la cirugía de catarata figuran: miosis (28% de los pacientes), sinequias posteriores (24%), debilidad zonular (8%), rubeosis (4%) y atrofia pupilar (4%). La creación de una capsulorrexis posterior, además de prevenir la opacidad de la cápsula, favorece la retirada de la placa capsular, que es común en éstos pacientes (Suárez-Tata *et al.*, 2004).

Entre los hallazgos anatómicos intraoperatorios más comunes, según la literatura revisada figuran: debilidad zonular y placa de adherencia capsular posterior no detectable en el examen biomicroscópico, opacidad subcapsular posterior, catarata nuclear, excesiva movilidad de la cápsula posterior, presión positiva, profundidad inconstante de la cámara anterior, pupila con tendencia a la miosis y desgarros ocultos de la cápsula posterior. Las complicaciones intraoperatorias más comunes fueron: cámara anterior inestable (24% de los casos) y desgarro de la capsulorrexis anterior (12%), fenómeno de anteropulsión o presión positiva (12%), ruptura de la cápsula posterior, zonulodíalisis y fragmentos de cristalino caídos en la cámara vítrea (8%) y sangrado (4%). El fenómeno de antero y retropulsión observado en estos ojos es similar al descrito en ojos con alta miopía y con pseudoexfoliación (Suárez-Tata *et al.*, 2004).

La complicación post-vitrectomía más común fue la placa subcapsular posterior (28% de los casos) y el edema corneal (16%); este último mejora satisfactoriamente con tratamiento esteroideo tópico (Suárez-Tata *et al.*, 2004).

Los resultados visuales dependen del grado y severidad de la patología vitreoretiniana de base. Así podemos apreciar que las series consultadas en la literatura muestran una mejoría visual importante debido a la poca frecuencia de patologías vitreoretinianas limitantes, como retinopatía diabética, agujero macular, desprendimiento retiniano, membrana epirretiniana o coriorretinitis por citomegalovirus. Grusha *et al.* (1998) describen una mejoría visual de 20/40 o en el 65% de los casos. Autores como Grusha *et al.* (1998), y Pinter *et al.* (1999) concluyen que la facoemulsi-

ficación es la técnica más segura en los ojos que han tenido una cirugía de vitrectomía previa. (Suárez-Tata *et al.*, 2004; Braunstein *et al.*, 2003; Edlhauser *et al.*, 1978; Novak *et al.*, 1984; Smiddy 2000; Grusha *et al.*, 1998; Sneed *et al.*, 1986; Smiddy *et al.*, 1987; Federman *et al.*, 1998; Pinter *et al.*, 1999; Nieto *et al.*, 1999).

Según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo:

	Ojo Vitrectomizado	
	N	%
Ausente	1474	99.7
Presente	5	0.3

Tabla 2.20: Ojo vitrectomizado según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo.

g) Pupila estrecha

Ésta es una de las variables más estudiadas y más claramente asociadas a dificultad en la cirugía y complicaciones intraoperatorias. Una pupila pequeña dificulta todas las maniobras quirúrgicas con cualquiera de las técnicas. Cuando la pupila es muy pequeña es necesario hacer maniobras intraoperatorias para ampliarla, ya sea usando ganchos para maniobras de estiramiento o colocando ganchos externos de iris o dilataadores anulares. Desde la era de la cirugía extracapsular, una pupila estrecha es uno de los factores de riesgo que más se asocia a ruptura de cápsula posterior y mecha vítrea (Lorente *et al.*, 2008).

Se ha documentado un mayor riesgo de complicaciones en pacientes con pupila de menos de 5 mm de diámetro, tras dilatación farmacológica para preparar la cirugía de catarata. Existen más roturas capsulares y desinserciones zonulares, ambas con o sin vitreorragia. Se requiere a veces la realización de esfinterotomías o iridectomía en sector o hemisector, sobre todo en ojos con síndrome de pseudoexfoliación. Las complicaciones postoperatorias incluyen: edema corneal (presencia de engrosamiento o pliegues en Descemet) y la reacción inflamatoria. El glaucoma tiene una incidencia más elevada. Si comparamos la aparición de complicaciones intraoperatorias en relación con el diámetro pupilar, se comprueba que éstas aumentan significativamente para una pupila menor o igual a 5 mm, tanto las roturas como las desinserciones capsulares (Parra *et al.*, 1991; Iglesias García *et al.*, 1998).

Según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo:

	Pupila estrecha	
	N	%
Ausente	1443	97.6
Presente	36	2.4

Tabla 2.21: Pupila estrecha según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo.

h) Ojo hundido

La determinación del ojo hundido es una estimación subjetiva según la exploración prequirúrgica, aunque la dificultad producida por la órbita se puede evaluar de la siguiente manera: se coloca una regla que haga contacto con reborde orbitario superior e inferior. Si el globo con párpado cerrado hace contacto con la regla o está ligeramente aprisionado, o queda un espacio apenas visible, se considera un ojo normal. Si el ojo queda muy aprisionado o no permite que la regla toque los rebordes orbitarios, se consideran que es un globo prominente u órbita poco profunda. Si debajo de la regla queda un espacio visible entre el párpado y la regla, se considera un globo enoftálmico. Si el párpado puede abrir cómodamente sin que las pestañas toquen la regla se considera un ojo profundo. Un arco superciliar prominente dificulta el acceso de los instrumentos. Si el cirujano es diestro, la introducción de un instrumento recto de facoemulsificación se torna muy difícil en ojo izquierdo y recíprocamente, para el cirujano zurdo (Lorente *et al.*, 2008).

Según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo:

	Ojo Hundido	
	N	%
Ausente	1455	98.4
Presente	24	1.6

Tabla 2.22: Ojo hundido según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo

i) Subluxación del cristalino

La subluxación del cristalino es debida a la desinserción o diálisis de las fibras zonulares, lo que debilita su sujeción, ocasionando inestabilidad del mismo. Puede dar lugar a síntomas oculares como la disminución de la agudeza visual, fotofobia, deslumbramiento diurno, diplopía monocular o glaucoma secundario. Puede presentarse como una enfermedad ocular aislada, acompañada o no de alteraciones del diafragma uveal anterior, o estar asociada a otros signos sistémicos, como ocurre en el síndrome de Marfan, la homocistinuria, y el síndrome de Weil-Marchesani.

La debilidad zonular lleva a que se formen diálisis durante el procedimiento, lo que incrementa el riesgo de luxación o subluxación del núcleo, pérdida de vítreo, dificultad para implantar o centrar el lente intraocular, y riesgo de subluxación o luxación de la lente. La debilidad zonular se debe investigar con máxima dilatación pupilar buscando cuidadosamente facodonesis, descentración del cristalino o diálisis evidentes. Es importante interrogar en cuanto a antecedente de trauma contundente.

En estos casos, es necesario el abordaje quirúrgico como solución del trastorno funcional que existe. Una complicación frecuente durante su realización es el progreso de la diálisis zonular, en ocasiones acompañado de rotura de la membrana hialoidea anterior con presencia de vitreorragia en el espacio supracapsular. Eso supone derivar

a técnicas más agresivas, lo que representa un gran estrés para el cirujano de segmento anterior.

Como técnica quirúrgica se ha propuesto realizar una facoemulsificación usando un anillo capsular, o incluso sujetando el cristalino con ganchos dilatadores agarrados a la capsulorrexia, para luego, una vez introducida la lente intraocular, suturar el anillo al sulcus (Cionni *et al.*, 1995; Fonseca *et al.*, 2000; Syrdalen *et al.*, 1987; Omulecki *et al.*, 1998).

Según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo:

	Subluxación de cristalino	
	N	%
Ausente	1477	99.9
Presente	2	0.1

Tabla 2.23: Subluxación de cristalino según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo.

2.1.6. Complicaciones de la cirugía de cataratas

No se ha publicado recientemente ningún estudio multicéntrico a gran escala con revisión por pares sobre complicaciones en cirugía de catarata¹. Un estudio retrospectivo pequeño en el Reino Unido compara resultados y tasas de complicaciones de la cirugía extracapsular de catarata con la cirugía de pequeña incisión de la facoemulsificación. Los resultados en agudeza visual no corregida, astigmatismo inducido y complicaciones quirúrgicas hablan significativamente a favor de la facoemulsificación (Minassian *et al.*, 2001).

Las complicaciones que originan una pérdida de visión permanente son raras. Las más importantes, que suponen una amenaza potencial para la visión, incluyen: la endoftalmitis infecciosa, hemorragia supracoroidea intraoperatoria (desprendimiento coroideo), el edema macular cistoide (EMC), el desprendimiento de retina (DR), el edema corneal, y la dislocación de la lente intraocular.

Un resumen de la literatura publicada antes de 1994 encontraba medias ponderadas de 0,13% para la endoftalmitis, 0,3% para la queratopatía bullosa, 1,4% para el edema macular quístico clínicamente detectable, 3,5% para el edema macular angiográficamente detectable, 0,7% para el DR, y 1,1% para la dislocación de la LIO (Powe *et al.*, 1994).

Según el *National Eyecare Network* (NEON) y el *Patient Outcomes Research Team* (PORT) las complicaciones son las que se muestran en la tabla 2.24 (American Association of Ophthalmology, 2006).

¹ Está en marcha en Europa el proyecto *Eurequo*, pero sus resultados aún no están disponibles.

Un estudio que analizó diez hospitales del Reino Unido desde 1997 a 1998 encontró en 18.454 pacientes mayores de 50 años que (Desai *et al.*, 1999): al 77% de esos pacientes se les realizó facoemulsificación. Las tasas de complicaciones durante la cirugía eran para ruptura de cápsula posterior y vitreorragia del 4,4%, de 1,0% para limpieza cortical incompleta, para hemorragia en cámara anterior (hifema) y colapso de cámara anterior (1,0%), y 0,77% para daño en el iris.

Intraoperatorias (%)	NEON (n=2603)	PORT (n=717)
Rotura capsular posterior o zonular	1,6	1,95
Mecha vítrea (vitrectomía anterior o aspiración)	1,1	1,39
Lesión iris o cuerpo ciliar	0,0	0,84
Pérdida de masas a vítreo	<1,0	0,28
Hemorragia supracoroida(DC)	0,0	0,14
Hemorragia retrobulbar	0,0	0,0

Tabla 2.24: Efectos adversos intraoperatorios.

Postoperatorias (%)	NEON	PORT
EMC	No informado	3,21
Alteraciones iris	No informado	2,51
Edema corneal	<1,0	1,95
Alteración incisión	<1,0	0,84
Dislocación de LIO	<1,0	0,28
Endoftalmitis	<1,0	0,14
Desprendimiento retiniano, desgarros o roturas retinianas	<1,0	0,14
EMC clínico	<1,0	No informado
Iritis persistente	1.1	No informado

Tabla 2.25: Efectos adversos postoperatorios.

Los efectos adversos postoperatorios referidos en las tablas del estudio NEON son referidos a la visita de la refracción final y en el PORT a los 4 meses de la intervención (American Association of Ophthalmology, 2006).

Algunas de las complicaciones que pueden hacer perder completamente la visión son: la hemorragia supracoroidea expulsiva, la infección y la luxación de la lente intraocular (Jaffe *et al.*, 1997). Algunos de los riesgos postquirúrgicos más importantes son: presión intraocular aumentada tras la cirugía, edema corneal, inflamaciones de la retina (como el edema macular), dislocación de la lente y el desprendimiento de retina, que incluso puede necesitar ulteriores intervenciones. Existen otra serie de complicaciones como la opacificación de la cápsula posterior, que suelen resolverse con láser YAG (Olson *et al.*, 1998; Hollick *et al.*, 2000).

Complicación	Nº estudios	Incidencia (%)	Nº ojos	Ojos global (%)	Faco global (%)
Endoftalmitis	16	0-1,9	30.656	0,13 (0,06-0,17)	0,74
EMC angiográfico	9	0,7-11,3	4.236	3,5 (2,9-4,0)	2,62
EMC clínico	43	0-7,6	20.671	1,4 (1,2-1,6)	2,3
Desprendimiento de retina	42	0-2,0	33.603	0,7 (0,6-0,8)	0,93
Queratopatía bullosa	27	0-6,0	15.971	0,3 (0,2-0,4)	0,3
Hipopion	10	0-2,0	3.864	0,2 (0,1-0,2)	2,0
Ruptura cápsula posterior-zónula	38	0-9,9	19.052	3,1 (2,9-3,4)	1,8
Trauma iris	8	0-9,1	5.147	1,3 (1,0-1,6)	0,7
Hemorragia cámara anterior	19	0-4,0	7.765	0,5 (0,4-0,7)	0,4
Vitreorragia	26	0-4,0	14.622	0,8 (0,6-1,0)	0,24
Alteración incisión	17	0-3,0	7.499	0,6 (0,4-0,8)	0,2
Hemorragia coroi-dea	3	0-0,2	3.638	0,3 (0,1-0,5)	-
Hemovítreo	5	0-8,0	4.386	0,3 (0,2-0,5)	-
Uveítis	30	0-13,3	11.339	1,8 (1,5-2,1)	3,1
HTIO de ángulo abierto	34	0-19,7	11.376	1,2 (1,0-1,4)	1,0
HTIO de ángulo cerrado	11	0-1,6	4.391	0,2 (0,1-0,3)	1,0

Tabla 2.26: Proporción de ojos que experimentan una complicación tras la cirugía de cataratas con implante de lente intraocular (Powe *et al.*, 1994; American Association of Ophthalmology, 2006)

a) **Rotura capsular**

La frecuencia de la rotura de la cápsula posterior del cristalino varía considerablemente entre distintos estudios. La incidencia de esta complicación en la era Kelman se cifraba en un 16%, y actualmente los valores se sitúan entre 0.7% y 16% (Kelman *et al.*, 1967; Lorente *et al.*, 2008). La rotura de la cápsula posterior, además de originar pérdida de vítreo (mecha vítrea) en una gran parte de los casos, puede originar numerosas complicaciones postoperatorias, como: pupila ascendida, edema macular quístico (11.5%), dificultad de implantar la lente intraocular en saco capsular, desprendimiento de retina-coroides, uveítis y glaucoma secundario (Mönestam *et al.*, 2001; Collins *et al.*, 2003, American Association of Ophthalmology ,2006). Si el desgarro es pequeño, se puede poner una lente de cámara posterior. En los casos de grandes roturas, se puede poner una lente de cámara anterior, que se emplaza por delante del iris (Kallio *et al.*, 2001; Mönestam *et al.*, 2001; American Association of Ophthalmology ,2006).

Según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo:

	Ruptura de cápsula posterior	
	N	%
NO	1374	95.2
SI	70	4.8

Tabla 2.27: Ruptura de cápsula posterior perioperatoria según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo.

b) **Alteraciones en la incisión**

Incluyen todos los problemas relacionados con la incisión peri y post intervencional, como son: la herida filtrante, hernia o prolapso de iris, quemaduras en la incisión y el seidel, que producen un cierre inadecuado de la herida. Salvo en casos de filtraciones pequeñas, el tratamiento consiste en resuturar. Su frecuencia se sitúa entorno al 1%.

Por ejemplo, el prolapso de iris, ocurre más frecuente tras la vitreorrugia o en el síndrome del iris flácido. Produce mala curación de la incisión, astigmatismo excesivo, uveítis anterior crónica y, a veces, crecimiento intraocular de epitelio. También aumenta el riesgo de edema macular cistoide y de endoftalmitis. Se trata con escisión quirúrgica del iris prolapsado y resutura de la incisión. Por ejemplo, el seidel postquirúrgico más frecuente en incisiones poco valvuladas se trata resuturando en quirófano. A veces, si es un seidel pequeño, la cámara anterior está conservada y los puntos no están flojos se puede tratar con una lentilla terapéutica y/o antihipertensivos oculares (Kallio *et al.*, 2001; American Association of Ophthalmology, 2006).

Según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo las complicaciones incisionales perioperatorias son las que se muestran en la tabla 2.28, y las postoperatorias las que aparecen en la 2.29.

	Quemadura en la incisión	
	N	%
NO	1430	99.8
SI	23	0.2

	Hernia Iris	
	N	%
NO	1423	99.0
SI	14	1.0

Tabla 2.28: Incisión anormal perioperatoria, según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo.

	Incisión Anormal	
	N	%
NO	1314	99.5
SI, Resuelta	6	0.5
SI, No resuelta	0	0.0

	Seidel en incisión	
	N	%
NO	1310	99.2
SI, resuelta	8	0.6
Si, No resuelta	2	0.2

	Hernia de Iris	
	N	%
NO	1317	99.8
SI, Resuelta	3	0.2
SI, No resuelta	0	0.0

	Dehiscencia de sutura	
	N	%
NO	1318	99.8
SI, resuelta	1	0.1
Si, No resuelta	1	0.2

	Punto tenso generador de astigmatismo	
	N	%
NO	1307	98.9
SI, resuelta	13	1.0
Si, No resuelta	1	0.1

Tabla 2.29: Incisión anormal postoperatoria según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo.

c) Hipertensión

Hay una tendencia reconocida a elevaciones transitorias de la presión intraocular (PIO) en el postoperatorio inmediato, aunque raramente ocasiona complicaciones que amenacen la visión. Presiones intraoculares elevadas pueden ocasionar dolor postoperatorio y, en algunos ojos susceptibles, puede ocasionar daños en el nervio óptico u oclusiones vasculares. La probabilidad de elevaciones de la PIO aumenta si permanece excesivo viscoelástico dentro del ojo tras la intervención (Moser *et al.*, 2004). Los cirujanos deben eliminar completamente el material viscoelástico y prestar atención a los restos retenidos tras la LIO; eso es más importante que la medicación profiláctica (Hollands *et al.*, 1990; Fry *et al.*, 1992; Gupta *et al.*, 1992, Wedrich *et al.*, 1992; Kim *et al.*, 1994; Solomon *et al.*, 1998; Cekic *et al.*, 1999; Abbsoglu *et al.*, 2000; Lai *et al.*, 2000; Rainer *et al.*, 2000; Whitehouse *et al.*, 2000; Rainer *et al.*, 2001; Lai *et al.*, 2001a; Lai *et al.*, 2001b; Kasetti *et al.*, 2002; Katsimpris *et al.*, 2003; Cetinkaya *et al.*, 2004; Dayanir *et al.*, 2005; Ermis *et al.*, 2005).

La prevalencia de esta complicación varía considerablemente entre distintos estudios, desde el 7% al 53% (Rodríguez-Enríquez *et al.*, 1998; Kalio *et al.*, 2001; American Association of Ophthalmology, 2006).

d) Endoftalmitis

La endoftalmitis infecciosa es una complicación de efectos devastadores. Es una respuesta inflamatoria grave de las estructuras oculares está asociada a dolor, disminución de la visión, células inflamatorias en cámara anterior y/ o posterior así como signos de inflamación e infección intensas (Lorente *et al.*, 2008). Los pacientes refieren dolor intenso, el ojo se encuentra hiperémico y puede existir hipopion e incluso secreción purulenta (American Association of Ophthalmology, 2006; Barry *et al.*, 2007).

Las endoftalmitis postquirúrgicas se dividen en agudas (en el primer mes tras la intervención) y crónicas. Se producen en de 0,5 -1 de cada mil intervenciones de cataratas, aproximadamente, y exigen una urgente instauración de antibioterapia tópica con colirios reforzados, intravítreos y sistémicos. (American Association of Ophthalmology, 2006; Barry *et al.*, 2007). Con las modernas técnicas de facoemulsificación, su incidencia ha disminuido oscilando entre el 0.072% en la serie de Kattan (1991), y el 0.099% de un estudio multicéntrico en una región de Reino Unido entre 1996 y 2004. (Kattan *et al.*, 1991; Mollan *et al.*, 2007).

Debido a las severas consecuencias, la prevención es muy importante. De todos modos, ha sido difícil realizar estudios controlados debido a la baja incidencia de las endoftalmitis, a la diversidad de prácticas clínicas, a definiciones desiguales y a la rápida evolución de las técnicas quirúrgicas. Desde 1994 ha habido un aumento del número de infecciones post cirugía de catarata, mientras que la incidencia de infección de otro tipo de intervenciones del polo anterior ha disminuido. Puede ser debido a una mala realización de la incisión corneal, que predispone a la inestabilidad, fugas de humor acuoso (seidel) y flujo hacia dentro del ojo de los microbios (Colleaux *et al.*, 2000; Eifrigg *et al.*, 2002; Cooper *et al.*, 2003; Nagaki *et al.*, 2003; McDonnell *et al.*, 2003; Taban *et al.*, 2004; Sarayyba *et al.*, 2004; Taban *et al.*, 2005a; Taban *et al.*, 2005b; West *et al.*, 2005; Miller *et al.*, 2005; Nichamin *et al.*, 2006). Por eso, una

buena incisión cerrada valvulada, con o sin suturas, es obligatoria, porque la incidencia de infección aumenta con la fuga de la incisión (Wallin *et al.*, 2005; Seal *et al.*, 2006). Otros factores asociados con un aumento de la tasa de endoftalmitis incluyen: la ruptura de la cápsula posterior, vitreorragia, tiempo de cirugía prolongado, inmunodeficiencia, blefaritis activa y obstrucción de la glándula lagrimal (Schmitz *et al.*, 1999; Koc *et al.*, 2002; Wong *et al.*, 2004). Puede que epidemias ocasionales de infecciones sean inducidas por: productos quirúrgicos contaminados (MMWR-Morb Mortal Wkly Rep 1996; Zaluski *et al.*, 1999; Mino de Kaspar *et al.*, 2000; Leslie *et al.*, 2003) o por el ambiente del quirófano contaminado (Fridkin *et al.*, 1996; Tarkkanen *et al.*, 2004). Se ha establecido que la flora periocular del paciente es una fuente de microbios responsables de la mayoría de las infecciones postoperatorias esporádicas (Speaker *et al.*, 1991). Presumiblemente, el riesgo de endoftalmitis puede disminuirse reduciendo el número de microorganismos de la superficie ocular (reduciendo la oportunidad de los gérmenes a introducirse en el ojo durante la intervención) o eliminando esos organismos que pueden introducirse en el ojo intra o post operatoriamente.

En lo que respecta a la LIO, la probabilidad de infección parece que no aumenta por el material de la óptica de la LIO, aunque los hápticos de polipropileno pueden aumentar la adherencia de los microbios (Raskin *et al.*, 1993; Nagaki *et al.*, 2003). Se ha demostrado que los antibióticos pueden reducir la tendencia de los microorganismos a adherirse en la superficie de la LIO (Kodjikian *et al.*, 2005; Ozkan *et al.*, 2005). También se sabe que hay mayor riesgo de contaminación de la LIO a la cámara anterior cuando la lente entra en contacto con la superficie ocular previa a su implantación. Por otro lado, cuando se pliega la lente en un cartucho y se inserta directamente en el ojo, evitando la superficie ocular, se reduce la probabilidad de contaminación (Mayer *et al.*, 2003).

Según esas consideraciones, se han usado distintas estrategias profilácticas, que incluyen el uso de antibióticos tópicos preoperatorios, aplicar povidona yodada 5% en el fondo de saco conjuntival, preparar la piel periocular con povidona yodada al 10% (Speaker *et al.*, 1991b; Ciulla *et al.*, 2002), cubrir los márgenes palpebrales y las pestañas de forma estéril, añadir antibióticos a la solución de irrigación, inyectar antibióticos subconjuntivales, aplicar antibiótico tópico al finalizar la cirugía (García-Saenz *et al.*, 2001; Kampougeris *et al.*, 2005; Hariprasad *et al.*, 2006), inyectar antibióticos intracamerulares al cerrar la incisión (Seal *et al.*, 2006). Un ensayo multicéntrico europeo estudió el efecto de la cefuroxima intracamerular al final de la intervención. Se interrumpió antes de concluir, por encontrar resultados beneficiosos para reducir la incidencia de endoftalmitis. Con datos de 13.698 pacientes con informes completos de seguimiento, los investigadores de la *European Society of Cataract and Refractive Surgery* encontraron que la razón de razones de probabilidad para desarrollar endoftalmitis era 4,59 (CI 95%: 1,74-12,08; $p=0.002$) en el grupo que no recibió la cefuroxima intracamerular (Barry *et al.*, 2006).

Un estudio sueco previo informó de la eficacia de la cefuroxima intracamerular para reducir la incidencia de endoftalmitis posquirúrgicas (Montan *et al.*, 2002). Dos estudios retrospectivos en España han informado de que la cefazolina intracamerular (una cefalosporina de primera generación) reduce la endoftalmitis tras la cirugía de la catarata. Se están realizando estudios con quinolonas de 4ª generación tópicas (Garat *et al.*, 2005; Romero *et al.*, 2006).

	endofthalmitis	
	n	%
NO	1315	99.6
Sí, resuelta	3	0.2
Sí, no resuelta	2	0.2

Tabla 2.30: Endofthalmitis postoperatoria según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo.

e) **Desprendimiento de retina**

Es la separación de las capas de neuroretina del epitelio pigmentario y coroides. La frecuencia de desprendimiento de retina (DR) en la población general es difícil de determinar, pero la incidencia se sitúa alrededor de 1 por cada 10.000 personas al año. Hay grupos de riesgos que deben tomarse en cuenta, puesto que en ellos se agrupan la mayoría de los casos: alta miopía, degeneración en empalizada retiniana, afaquia y pseudofaquia, trauma ocular. El desprendimiento de retina puede ocurrir a cualquier edad, pero lo más frecuente es que se presente entre los 40 y 80 años, siendo más frecuente en hombres que mujeres (60% vs 40%). El antecedente de desprendimiento retiniano es también importante para el ojo contralateral, puesto que la incidencia de afectación posterior de dicho ojo es de aproximadamente el 15%. Existe una predisposición hereditaria, principalmente por la presencia de factores, como la alta miopía y la degeneración empalizada, que tienen una tendencia hereditaria. Por ello, aunque la mayoría de los casos son esporádicos, el antecedente familiar es importante como factor de riesgo.

El riesgo de desprendimiento de retina tras la intervención de catarata aumenta 1-2%, sobre todo si existen antecedentes de DR en el ojo contralateral, en algún familiar, si es miope magno, o si presenta algún tipo de degeneración retiniana. Un estudio retrospectivo en Nueva Zelanda de 1.793 pacientes operados consecutivamente mediante facoemulsificación informan una tasa de 1,8% de ruptura de cápsula posterior con mecha vítrea y de 1,2% de DR (Russell *et al.*, 2006; Erie *et al.*, 2006).

Los factores de riesgo pueden dividirse en:

- pre-operatorios: largo axial >26mm o miope de más de 6 dioptrías, antecedentes familiares de DR, ojo congénere con DR (18%), degeneraciones periféricas (Ej.: degeneración en empalizada o lattice, presente en el 10% de la población, que produce el 30% de los DR regmatógenos) (Yoshida *et al.*, 1992)
- intra-operatorios: ruptura capsular con pérdida de vítreo. En un estudio realizado sobre 1400 cirugías de catarata con facoemulsificación se observó un 7% de DR con pérdida de vítreo versus 1,2 % de DR sin esa pérdida (Pagot *et al.*, 1992).
- post-operatorios: capsulotomía con YAG y trauma.

El DR, pseudofáquico es el que se produce luego de una cirugía de catarata con colocación de la lente de cámara posterior, cámara anterior o fijada al iris. Su incidencia varía entre 0,4 y 3,6% (Smith *et al.*, 1987). En comparación, la incidencia del DR fáquico es de 0,001%, es decir, 1/10.000 habitantes por año. La capsulotomía con láser YAG eleva la incidencia al 4% (Glacet *et al.*, 1993). Estos desprendimientos se producen habitualmente por roturas retinales pequeñas muy periféricas en la inserción posterior de la base del vítreo (desgarros yuxtapasales). Son más extensos que los DR fáquicos y afectan frecuentemente a la mácula. En general, se localizan en los cuadrantes temporales superior e inferior y, dado el antecedente quirúrgico, pueden presentar una difícil visualización de fondo de ojo, debido a la presencia de una pupila pequeña por sinequias, tipo de lente, edema corneal, descentración de la lente, presencia de restos corticales o cápsula posterior opaca. Estos DR tienen mayor riesgo de proliferación vítreo-retinal que los fáquicos (Ho *et al.*, 1984). Es más frecuente en hombres blancos y se presenta generalmente en pacientes con un promedio de edad entre 55 y 70 años. El primer trabajo que evaluó el riesgo de DR por facoemulsificación (Javitt *et al.*, 1991) se realizó en el año 1984 sobre 338.141 pacientes mayores de 65 años: el 30% fueron operados con técnica ICCE, el 60 % con ECCE y el 9% con facoemulsificación. En el seguimiento a 4 años, la incidencia de DR en pacientes operados con ICCE fue de 1,55%, en los operados con ECCE fue de 0.9%, en los pacientes operados con faco 1,17%, y en el grupo de pacientes con faco y vitrectomía anterior debida a ruptura capsular fue de 5,5%.

Según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo:

	Desprendimiento de retina	
	N	%
NO	1318	99.9
SI, resuelta	1	0.1
SI, No resuelta	0	0

Tabla 2.31: Desprendimiento de retina postoperatorio según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo.

f) **Desprendimiento coroideo**

La palabra “hemorragia supracoroidea masiva” supone la ruptura de las ramas de las arterias ciliares posteriores largas o cortas tras un periodo de hipotonía que aparece tras un traumatismo penetrante o cirugía intraocular. Consideramos que la hemorragia supracoroidea es masiva cuando más del 50% de la cavidad vítrea está ocupada por la hemorragia. Las etiologías más frecuentes son: traumatismo ocular (35%), cirugía de catarata (30%), cirugía de glaucoma (17%), queratoplastia penetrante (6%), vitrectomía pars plana (3%), implantes secundarios de lente intraocular (3%) y otras patologías. Estudios epidemiológicos han demostrado que la hemorragia supracoroidea masiva

aparece en un 0,19% de todas las cirugías intraoculares. Considerando cada procedimiento quirúrgico específico, aparece hemorragia supracoroidea masiva en el 0,16% de los procedimientos relacionados con el cristalino, en el 0,15% de las cirugías de glaucoma, en el 0,41% de las cirugías vitreoretinianas y en el 0,56% de las queratoplastias.

Hay factores que aumentan el riesgo de hemorragia supracoroidea masiva, siendo el más importante la miopía patológica (eje axial mayor de 25mm); en estos ojos la rigidez escleral está muy disminuida y la fragilidad vascular es mayor. De todos los pacientes que sufren una hemorragia supracoroidea masiva, el 52% son casos con miopía magna. Otros factores de riesgo son la hipertensión arterial (39%), arteriosclerosis sistémica, la taquicardia (más de 90 pulsaciones por minuto) y la presión intraocular elevada. Los factores de riesgo peroperatorios son: hipertensión arterial, hipotensión intraocular prolongada, manipulación escleral, uso extenso de crioterapia y fotocoagulación retiniana.

Los signos indicativos son: la pérdida de vítreo, el prolapso de iris, el uso de hipotalamia/atalamia y el aumento de la presión ocular. El desprendimiento coroideo hemorrágico se reabsorbe en dos a tres semanas y produce un desprendimiento "en beso" asociado a un desprendimiento de retina. Su pronóstico visual es malo y aumenta la presión ocular. Con estudios ecográficos se puede indicar la magnitud del desprendimiento, la presencia de coágulos licuados o sólidos y el desprendimiento de retina asociado, así como la evacuación quirúrgica. El desprendimiento coroideo hemorrágico requiere intervención inmediata para frenar el sangrado intraoperatorio. Esto se logra mediante la oclusión urgente de la herida con nylon 9-0, con el dedo y quizás, con esclerotomías laterales. El tratamiento tardío de esta entidad busca evacuar la sangre del espacio coroideo y debe hacerse en la tercera semana mediante esclerotomías en pars plana o por detrás de los músculos rectos. La mayoría de los pacientes evolucionan desfavorablemente si se dejan sin tratar, dando lugar a desprendimiento de retina, proliferación vitreoretiniana, glaucoma neovascular y ptisis bulbo (Reynolds *et al.*, 1993; García Arumi *et al.*, 2002).

Según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo:

	Desprendimiento coroideo	
	N	%
NO	1320	100
SI, resuelta	0	0
SI, No resuelta	0	0

Tabla 2.32: Desprendimiento coroideo postoperatorio según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo.

g) **Edema corneal**

La descompensación endotelial corneal origina un edema corneal crónico. El tratamiento último consiste en la realización de una queratoplastia penetrante. Su frecuencia varía del 0 al 9% (Kallio *et al.*, 2001; Collins *et al.*, 2003; American Association of Ophthalmology, 2006). El estadio final de una descompensación endotelial puede ser la queratopatía bullosa, que es una degeneración corneal causada por una descompensación endotelial o edema corneal.

La cirugía de la catarata es una de las causas más comunes de edema corneal hoy en día. Este puede ser multifactorial: influyen tanto el estado endotelial previo como factores iatrogénicos, así como la duración de la cirugía y la técnica quirúrgica empleada. Una córnea guttata o una distrofia endotelial preexistente, como la de Fuchs, aumenta el riesgo de descompensación postquirúrgica, pero en muchos casos no existen estos antecedentes. La histopatología se caracteriza por la disminución o incluso la ausencia de células endoteliales. El epitelio suele estar adelgazado y puede aparecer edema epitelial con la formación de vacuolas intraepiteliales. Las distintas alternativas terapéuticas son: agentes antiinflamatorios, disminución de la presión intraocular, evaporación, agentes hipertónicos, lentes de contacto blandas, cauterización de la membrana de Bowman, recubrimiento conjuntival, transplante de membrana amniótica, queratectomía fototerapéutica, micropunción estromal anterior, transplante corneal y transplante de endotelio (Francés-Muñoz *et al.*, 2005).

Los primeros años de la cirugía con ultrasonidos se asociaron pérdidas endoteliales que oscilaban entre 16 % y 67%, según el trauma quirúrgico. Posteriormente, se publicaron cifras menores entre el 8% y 4,7% (Lorente *et al.*, 2008). Powe *et al.* (1994) recogió en un meta análisis una incidencia global de queratopatía bullosa-edema corneal pseudofáquico del 0.3%.

Según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo:

	Trauma endotelial	
	N	%
NO	1428	99.7
SI	4	0.3

Tabla 2.33 Trauma endotelial corneal perioperatorio según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo.

	Edema corneal	
	N	%
NO	1151	85.4
SI, resuelta	187	13.9
SI, No resuelta	10	0.7

Tabla 2.34: Edema corneal postoperatorio según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo.

h) Edema macular quístico

El edema macular quístico (EMC) clínicamente, ocurre raramente tras una cirugía rutinaria no complicada a través de pequeña incisión y suele responder bien a medicación tópica. Sin embargo, existen casos recalcitrantes asociados a pérdida permanente de la agudeza visual central. Los factores de riesgo que hacen que aumente la tendencia al EMC incluyen: la uveítis preoperatoria, la ruptura de cápsula posterior con vitreorragia, fragmentos de cristalino retenidos tras la intervención, retinopatía diabética, membrana epirretiniana, cirugía vitreoretiniana previa, nanofthalmos, retinitis pigmentosa, y el edema macular en el ojo adelfo operado previamente. El EMC se suele asociar con inflamación ocular postquirúrgica. Por eso se usan agentes antiinflamatorios tópicamente tras la intervención, para intentar reducir la respuesta inflamatoria a la cirugía de cataratas y para tratar el edema macular que ya esté produciéndose. Hay evidencia científica de que los anti-inflamatorios no esteroideos solos o asociados con corticoesteroides son más eficaces que los corticoides solos para prevenir y tratar el EMC (Miyake *et al.*, 2000; Herbort *et al.*, 2000; Zinder *et al.*, 2000; Heier *et al.*, 2000; Guzey *et al.*, 2000; Reddy *et al.*, 2000; Missotten *et al.*, 2001; Solomon *et al.*, 2001 B; Laurell *et al.*, 2002; Rho *et al.*, 2003; Singal *et al.*, 2004; American Association of Ophthalmology 2006).

Esta complicación compromete la recuperación funcional, incluso tras una cirugía de cataratas que ha transcurrido con normalidad. Se describió en 1953. La prevalencia ha ido disminuyendo con la incorporación de las nuevas técnicas quirúrgicas desde 1971, que se encontraba una incidencia angiográfica de 50-70%, hasta actualmente que se estima alrededor de 0.5% (Irvine *et al.*, 1971; Ryan *et al.*, 1994). La incidencia real en nuestros días resulta difícil de evaluar ya que solo se diagnostica, generalmente, aquellos casos que cursan con déficit visual (Lorente *et al.*, 2008).

h.1) Edema macular cistoide en diabéticos

La complicación más grave que puede aparecer tras la cirugía de la catarata en diabéticos, es el glaucoma neovascular, que puede aparecer en aquellos pacientes con retinopatía diabética previa, sobre todo en caso de rotura de la cápsula posterior. En segundo lugar el resultado visual se puede ver afectado por la aparición o empeoramiento de un edema macular (Ederer *et al.*, 1981; Klein *et al.*, 1985; Dowler *et al.*, 1995; Pollack *et al.*, 1991; Dowler *et al.*, 1999). Por desgracia en la actualidad, no se ha podido identificar ningún factor de riesgo antes de la cirugía de la catarata, que

permita evitar la aparición de edema macular en el postoperatorio. En caso de que exista edema macular previamente, éste puede empeorar tras la cirugía de la catarata, teniendo lugar alrededor de la sexta semana tras la intervención quirúrgica (Dowler *et al.*, 1999). Para evitar su empeoramiento se puede tratar el edema existente, antes de la cirugía de la catarata, pero habitualmente esto es dificultoso (en este caso se debería proceder al tratamiento láser en el curso de la 2ª o 3ª semana post intervención). Por otra parte, tras la cirugía de catarata puede aparecer un edema macular quístico; esta forma de edema es más frecuente en los pacientes diabéticos que en los no diabéticos. Así, Menchini *et al.* (1993) en un estudio sobre dos grupos de pacientes, uno sin DM, y el otro con DM pero sin retinopatía diabética a los 30 días de la cirugía de catarata (cirugía mediante técnica extractacapsular); observa en la angiografía fluoresceínica difusión de contraste, en un porcentaje similar en ambos grupos de pacientes (69% en los pacientes con DM y 63% en los pacientes sin DM). Pero a los 90 días el porcentaje era más elevado en los pacientes con DM (65%) frente a un 33% en los no diabéticos; y al cabo de un año de la cirugía persistía la pérdida de contraste en un 24% de los pacientes con DM frente a un 0% en los no diabéticos. Si bien dicho estudio se realizó mediante extracción extracapsular de catarata, hemos de recordar que no hay diferencias significativas entre la aparición de edema macular quístico angiográfico, en los pacientes operados de catarata mediante facoemulsificación o extracción extracapsular (Cataract Management Guideline Panel, 1993). La prevalencia de edema macular oscila entre un 7,5% y un 15,2% (Romero *et al.*, 2005)

Según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo:

	Edema macular cistoide	
	N	%
NO	1312	99.4
SI, resuelta	7	0.5
SI, No resuelta	1	0.1

Tabla 2.35: Edema macular cistoide postoperatorio según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo.

i) Mecha vítrea

Es la luxación de material vítreo a cámara anterior, debida a ruptura de la cápsula posterior o diálisis zonular. Puede aumentar el riesgo de: edema macular cistoide, alteraciones en la incisión, desprendimiento de retina, problemas con la lente y endoftalmitis (Lorente *et al.*, 2008).

Un estudio nacional en 10 hospitales del Reino Unido (desde 1997 a 1998) 18.454 pacientes mayores de 50 años encontró los siguientes resultados en (Desai *et al.*, 1999). A 77% de esos pacientes se les realizó facoemulsificación. Las tasas de com-

plicaciones durante la cirugía eran de 4.4% para ruptura de cápsula posterior y vitreorragia, 1.0%.

El European Cataract Outcome Study informa una tasa media de complicaciones intraoperatorias de 3,1% en 1999, con una tasa de 1.8% para la ruptura de cápsula posterior y 1,3% para vitreorragia (Results of the European Cataract Outcomes Study, 2000).

Un estudio nacional realizado en 10 hospitales del Reino Unido desde 1997 a 1998 en 18.454 pacientes mayores de 50 años encontró los siguientes resultados (Desai *et al.*, 1999): al 77% de esos pacientes se les realizó facoemulsificación y las tasas de complicaciones durante la cirugía fueron del 4,4% para ruptura de cápsula posterior y del 1,0% para vitreorragia.

El European Cataract Outcome Study informa una tasa media de complicaciones intraoperatorias de 3,1% en 1999, con una tasa de 1.8% para la ruptura de cápsula posterior y 1.3% para vitreorragia (American Association of Ophthalmology 2006).

Según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo:

	Vitreorragia	
	N	%
NO	1405	97.8
SI	32	2.2

Tabla 2.36: Vitreorragia perioperatoria según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo.

Según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo:

	Edema corneal	
	N	%
NO	1315	99.7
SI	4	0.3
SI, No resuelta	0	0.0

Tabla 2.37: Mecha vítrea postoperatoria según la base de datos de la Agencia Laín Entralgo.

j) Opacificación de la cápsula posterior

Produce una pérdida visual progresiva. Es la complicación más frecuente, tiene fácil solución. El tratamiento consiste en la apertura de la cápsula posterior con láser YAG (Olson *et al.*, 1998; Hollick *et al.*, 2000).

2.2. Estudio RAND de la red IRYSS

En esta sección comentaremos el método RAND y su aplicación por la red IRYSS a un estudio sobre uso apropiado de la cirugía de cataratas.

2.2.1. El método RAND

Su objetivo es crear criterios explícitos de uso apropiado de procedimientos médicos o quirúrgicos, con un nivel de detalle lo más cercano posible a la práctica clínica, es decir, establecer estándares que ayuden a saber en qué circunstancias específicas es apropiado, inapropiado o dudoso aplicar un procedimiento médico según riesgo-beneficio. El concepto de adecuación o uso apropiado que utiliza se basa en el equilibrio entre el riesgo y beneficio de las intervenciones. Un procedimiento se considera apropiado cuando el efecto beneficioso que se espera sobre el estado de salud (por ejemplo, alivio de la sintomatología, mejora de la calidad de vida, mayor capacidad funcional, mayor esperanza de vida) supera a las consecuencias negativas esperadas (por ejemplo, morbilidad, y mortalidad), con un margen suficientemente amplio como para que el procedimiento valga la pena, independientemente de su coste.

Deben de cumplirse los siguientes requisitos para poder emplear este método: carecer de evidencia científica suficiente (áreas de incertidumbre sobre su uso apropiado); gran variabilidad de criterios empleados hasta ahora en su uso; alta prevalencia; generación de grandes listas de espera; infra y sobreutilización demostrada o sospechada; relevancia desde el punto de vista de los resultados clínicos o de salud pública y costes elevados.

Para obtener los criterios de uso apropiado, este método propone combinar la evidencia científica proveniente de estudios clínicos con la opinión de expertos de una forma sistemática, cuantificable y reproducible. La necesidad de incorporar la opinión de expertos se justifica porque la información que aportan los estudios clínicos generalmente suele ser insuficiente como para poder ser aplicada directamente en muchas situaciones de la práctica clínica diaria. En ocasiones, esto se debe a que hay pocos estudios o los que hay presentan un riesgo elevado de sesgos. Pero incluso cuando se dispone de ensayos clínicos aleatorizados, considerados como el tipo de diseño que aporta mayor nivel de evidencia científica, éstos suelen tener criterios estrictos de selección de pacientes que limitan la validez externa de sus resultados. El desarrollo de estándares de uso apropiado puede utilizarse como un instrumento retrospectivo (grado de uso apropiado) o prospectivo (utilizada para reducir el número de procedimientos realizados por razones inapropiadas).

Para cada indicación clínica, el experto expresa su opinión de forma cuantitativa, sobre la adecuación de un procedimiento. Con este método se permite combinar las opiniones de una serie de expertos (de 7 a 15) que se constituyen en un panel para discutir la utilización de un procedimiento médico. Para ello, el método incluye unas etapas que se cumplen sistemáticamente y una serie de criterios explícitos que se aplican en el desarrollo del panel, que son los siguientes:

- El primer paso consiste en la realización de una búsqueda exhaustiva y síntesis de la evidencia científica sobre la eficacia y seguridad del procedimiento a estudio. Paralelamente, a partir de la información obtenida de la revisión bibliográfica y de la

lamente, a partir de la información obtenida de la revisión bibliográfica y de la experiencia de profesionales con experiencia en la utilización del procedimiento, se identifican aquellos factores que influyen en la eficacia y/o la seguridad del tratamiento, cada uno de los cuales es definido de forma explícita y unívoca.

- El segundo paso consiste en la elaboración de una lista de indicaciones o escenarios clínicos que represente el espectro de situaciones clínicas en las que se plantearía realizar la intervención. Para empezar a elaborar las indicaciones, varios médicos especialistas en el procedimiento de estudio desarrollan una lista de todas las posibles indicaciones en las que pueda plantearse la aplicación o no del procedimiento. La lista sirve para clasificar a los pacientes, por tanto, la lista de indicaciones tiene que ser: a) exhaustiva, es decir, suficientemente comprehensiva para que permita clasificar a todos los pacientes; y b) mutuamente excluyentes, de manera que ningún paciente pueda ser clasificado en más de una indicación. Las indicaciones se van configurando en función de los factores previamente identificados, que suelen corresponder a los síntomas del paciente, los resultados de las pruebas diagnósticas y otras variables relevantes de su historia clínica previa. Estos requisitos de exhaustividad hacen que la lista conste de numerosas indicaciones, habitualmente más de mil, pero como ventaja confieren a la lista una alta especificidad, puesto que permiten clasificar a un gran número de pacientes diferentes (Brook *et al.*, 1986; Leape *et al.*, 1991; Hilborne *et al.*, 1991; Fitch *et al.*, 2001; Oteo Ochoa *et al.*, 2006). En ocasiones, para cada una de las indicaciones o escenarios de la lista se describe el nivel de evidencia científica disponible en cuanto a beneficios y riesgos de aplicar o no el procedimiento.
- El tercer paso es la selección de un panel de expertos y la aplicación del método Delphi modificado para obtener su valoración acerca de la adecuación de la indicación del procedimiento en cada uno de los escenarios. El método Delphi modificado comparte con el método Delphi clásico algunas características básicas, como el anonimato de las puntuaciones y la iteración y retroalimentación de las respuestas, pero se diferencia de aquél en que éste cuenta con una ronda en la que los expertos se reúnen y tienen la posibilidad de interactuar y comentar los resultados. Se realizan dos rondas de puntuación de la lista de escenarios: la primera tiene lugar por correo, sin interacción entre los panelistas y la segunda se lleva a cabo en una reunión presencial, que sirve para depurar posibles diferencias en la interpretación de los escenarios clínicos incluidos en la lista. En las dos rondas, los expertos puntúan en una escala del 1 (totalmente inapropiada) al 9 (totalmente apropiada) la adecuación del procedimiento en cada uno de los escenarios clínicos. Se mantiene en todo momento la confidencialidad de las puntuaciones y, a diferencia de los métodos de consenso tradicionales, no se fuerza alcanzar un consenso (Lázaro *et al.*, 1999).
- En la última fase se realiza el análisis de las respuestas de los expertos y se sintetiza los resultados. Para cada escenario clínico valorado se calcula la mediana de las puntuaciones dadas por los expertos y el grado de acuerdo habido entre ellos. A partir de ambos parámetros se clasifica cada indicación o escenario en apropiado, dudoso o inapropiado, según los criterios siguientes: **Apropiado** si la mediana está entre 7-9 y no hay desacuerdo entre los expertos; **Dudoso** si la mediana está entre 4-6 ó hay desacuerdo, e **Inapropiado** si la mediana está entre 1-3 y no hay desacuerdo entre los expertos. Se considera que hay **Desacuerdo** entre los expertos cuando un tercio

o más de ellos han puntuado un mismo escenario entre 1 y 3 y un tercio o más entre 7 y 9. De esta manera se tienen los estándares definitivos. Estos estándares se pueden utilizar prospectivamente, como guías de uso, o retrospectivamente. (Brook *et al.*, 1986; Lázaro *et al.*, 1998).



Figura 2.38: Método de uso apropiado de RAND/UCLA (Lázaro *et al.*, 1996).

El método RAND de uso apropiado se ha aplicado a la cirugía de cataratas al menos en dos ocasiones (Lee *et al.*, 1993; Quintana *et al.*, 2006). La más reciente, específica de la cirugía de cataratas por facoemulsificación, ha sido el punto de partida de esta tesis.

2.2.2. La red IRYSS

La Red IRYSS (Red Cooperativa para la Investigación en Resultados de Salud y Servicios Sanitarios) surgió como resultado de una convocatoria de redes de centros y grupos de investigación cooperativa que fue publicada en el Boletín Oficial del Estado en abril de 2002 (ORDEN SCO/709/2002, de 22 de marzo), por la que se convoca la concesión de ayudas para el desarrollo de Redes Temáticas de Investigación Cooperativa, con el proyecto científico: *Investigación en Servicios Sanitarios para la Toma de Decisiones en el Sistema Nacional de Salud. Aplicación Práctica a las Listas de Espera*, coordinada por la *Agència d'Avaluació de Tecnologia i Recerca Mèdiques (AATRM)* de Cataluña. Se constituyó como una red integrada por 18 centros o nodos repartidos en 7 comunidades autónomas diferentes. La misión de la Red IRYSS es coordinar y favorecer la investigación en servicios sanitarios, aplicándola a problemas relevantes del Sistema Nacional de la Salud como son los que generan lista de espera. Su objetivo es potenciar las estructuras existentes y facilitar la colaboración entre éstas, así como potenciar también la colaboración entre las vertientes de investigación básica, clínica, y epidemiológica y de servicios sanitarios, siguiendo las líneas que inspiran el *VI Programa Marco de Investigación de la Unión Europea*. La convocatoria surge también del pacto entre el Ministerio de Sanidad y Consumo y Farmaindus-

tria para que parte del incremento de beneficios resultantes del gasto farmacéutico revierta en la investigación en ciencias de la salud; y por un cambio en la filosofía que inspira las intervenciones en investigación biomédica a nivel del Estado. La Red IRYSS pretende reorganizar las funciones propias de una estrategia de investigación sanitaria que permita definir las necesidades e identificar las prioridades de investigación en resultados de salud y servicios sanitarios, así como facilitar las tareas de planificación, coordinación, implementación, seguimiento y evaluación, aprovechando para ello la experiencia de los diferentes grupos que forman parte de esta red.

Entre los objetivos de la red IRYSS red se encuentran:

- Desarrollar y validar sistemas de ajuste por el riesgo en patologías en lista de espera.
- Determinar el efecto de las variables de estructura o proceso en los resultados ajustados por el riesgo en patologías de lista de espera.
- Determinar el efecto del volumen asistencial en los resultados ajustados por el riesgo en patologías de lista de espera.

2.2.3. Estudio sobre cirugía de cataratas

Basándose en el método RAND, se ha realizado en España por primera vez un estudio multicéntrico, titulado “IRYSS/2.2-Catarata: Evaluación de la adecuación en la indicación, priorización de lista de espera y resultados obtenidos en la catarata”. El fin principal era elaborar y aplicar criterios explícitos de adecuación de intervención de cataratas por facoemulsificación. Se trata de un estudio multicéntrico, prospectivo, multidisciplinar y coordinado en el que formaron parte cinco grupos de investigación pertenecientes a distintas Comunidades Autónomas. Fue financiado por el Fondo de Investigaciones Sanitarias (FIS). Los resultados se han publicado en los artículos de la revista *BMC Health Services Research* (Quintana *et al.*, 2006a, 2006b).

Las fases se describen a continuación.

a) *Revisión de la bibliografía*

Se realizó una revisión exhaustiva de la bibliografía existente sobre la eficacia, la efectividad, los riesgos y los costes de la utilización de la facoemulsificación en el tratamiento quirúrgico de la catarata senil, sobre la indicación de la intervención, posibles mejoras metodológicas del método RAND, metodología empleada para la evaluación de la adecuación, puesta al día de los procesos en los que se ha trabajado con la metodología RAND de uso apropiado (desde el año 1999 a 2003), revisión de herramientas creadas a nivel mundial incluyendo métodos que se hayan usado para la revisión de la adecuación/uso apropiado y su aplicación y, elaboración de un mapa de investigación con los trabajos realizados sobre uso apropiado publicados en revistas nacionales e internacionales desde el año 1985. Se partió de una revisión previa, realizada en el contexto del estudio de uso apropiado llevado a cabo en 1990 por el grupo RAND (Lee *et al.*, 1993). Se realizó una búsqueda automatizada en la base de datos MEDLINE, donde se localizaron 452 citas bibliográficas, de las cuales 68 cumplían

los criterios de inclusión y exclusión. Ésta se complementó con la búsqueda manual a partir de las referencias de los artículos encontrados.

Los criterios de selección de los estudios fueron:

1. Criterios de inclusión:

- Publicaciones en inglés o castellano.
- Catarata relacionada con el envejecimiento.
- Facoemulsificación como único procedimiento quirúrgico. Se incluyen los estudios que comparan esta técnica quirúrgica con la extracción extracapsular manual.
- Estudios sobre la eficacia o efectividad de la facoemulsificación en catarata simple (sin otra patología ocular que previsiblemente modificara el pronóstico de la intervención) y en presencia de comorbilidad ocular. Las comorbilidades consideradas fueron: (1) patologías asociadas que influyen en el pronóstico visual (retinopatías, maculopatías, vasculopatías, neuropatías, ambliopía); (2) retinopatía diabética (no retinopatía, retinopatía diabética no proliferativa (RDNP) y proliferativa (RDP) sin características de alto riesgo y RDP con características de alto riesgo) y (3) distrofia corneal endotelial de Fuchs.
- Estudios sobre la eficacia o efectividad de la facoemulsificación en presencia de determinadas complejidades técnicas que pueden dificultar la intervención y aumentar el riesgo de complicaciones intraoperatorias con la posibilidad de afectación del pronóstico visual. Las situaciones de complejidad técnica tenidas en cuenta fueron: vitrectomía previa, trabeculectomía previa, síndrome de pseudoexfoliación, pupila estrecha, miopía magna (más de 6 dioptrías), catarata hipermadura, catarata polar posterior y uveítis.
- Estudios sobre la seguridad de la facoemulsificación, que presenten datos de complicaciones intra y postoperatorias capaces de producir un daño visual postoperatorio significativo o que requieren intervenciones adicionales.

2. Criterios de exclusión:

- Cataratas congénitas, traumáticas o tóxicas.
- Extracción intracapsular o extracapsular de la catarata como únicos procedimientos quirúrgicos.
- Procedimientos que combinan la extracción de la catarata con el tratamiento quirúrgico de otra patología ocular (glaucoma, opacidad corneal, desprendimiento de retina...).
- Estudios de laboratorio en animales.
- Estudios *post-mortem*.
- Estudios que describen nuevos instrumentos o técnicas, o comparan diferentes técnicas o materiales utilizados en el procedimiento.

La mayor parte de los estudios que incluidos en la revisión fueron estudios observacionales, series de casos analizadas bien prospectiva o retrospectivamente.

b) Creación de escenarios (variables)

Teniendo en cuenta las variantes posibles que pueden afectar al ojo se crearon todos los escenarios posibles que pudieran darse en una intervención de catarata con facoemulsificación. A partir de la revisión bibliográfica se identificaron y seleccionaron las variables más relevantes para la toma de decisiones sobre la indicación de la intervención. Para realizar dicha selección se tuvo en cuenta la influencia de las distintas variables o factores en los beneficios y los riesgos de la cirugía. A partir de la combinación de todas las variables seleccionadas se obtuvo un listado detallado de escenarios clínicos mutuamente excluyentes, que representan distintas situaciones clínicas concretas en las que podría plantearse la cirugía de cataratas. El listado final estuvo constituido por 1.071 escenarios clínicos, agrupados en 4 capítulos: catarata simple (sin otra patología ocular que pudiera condicionar el pronóstico visual tras la intervención), catarata asociada a retinopatía diabética, catarata asociada a otra patología ocular y catarata en presencia de distrofia corneal.

La preparación de los escenarios fue realizada por un equipo en el que intervenían epidemiólogos, oftalmólogos y metodólogos de calidad.

Se crearon las siguientes variables:

- Tipo de catarata (4 categorías): simple, con retinopatía diabética, otras patologías que afecten al pronóstico; distrofia.
- Agudeza visual en el ojo a operar (3 categorías): $\geq 0,5$; $0,2-0,4$ y $\leq 0,1$.
- Agudeza visual en el ojo contralateral (3 categorías): $0,5$; $0,2-0,4$ y $\leq 0,1$.
- Lateralidad de la catarata (2 categorías): unilateral y bilateral.
- Complejidad técnica (3 categorías): baja; moderada y alta.
- Función visual (4 categorías): sin afectación, deslumbramiento, dificultades para las actividades de ocio y dificultades para las actividades de la vida diaria.
- Agudeza visual esperada tras la intervención (3 categorías): las mismas que para la agudeza visual en el ojo a operar.
- En los escenarios de los capítulos de catarata asociada a retinopatía diabética o a otra patología ocular, se considera una variable más: la agudeza visual esperada tras la intervención, con las mismas tres categorías que para la agudeza visual en el ojo a operar. En los escenarios del capítulo de distrofia corneal se añadió una variable que indica el número de células endoteliales con dos categorías: celularidad adecuada y celularidad escasa.

c) Definiciones de las variables

c.1) A.V. contralateral

Agudeza visual corregida en el ojo contralateral, medida por el oftalmólogo con los optotipos de Snellen. Se agrupó en tres categorías: $\geq 0,5$; $0,2-0,4$ y $\leq 0,1$.

c.2) A.V. previa en el ojo a operar

Agudeza visual corregida en el ojo a operar, antes de la cirugía, medida por el oftalmólogo con los optotipos de Snellen. Se agrupó en tres categorías: $\geq 0,5$; 0,2–0,4 y $\leq 0,1$.

c.3) A.V. esperada tras la intervención

Estimación subjetiva del oftalmólogo acerca de la agudeza visual que previsiblemente va a alcanzar el paciente según el examen oftalmológico prequirúrgico. Está agrupada en tres categorías: $\geq 0,5$; 0,2–0,4 y $\leq 0,1$.

c.4) Patología asociada a la catarata

En función de la presencia de otras patologías oculares, se divide en 4 categorías:

Catarata simple: sin otra patología en el ojo a operar que pueda afectar al pronóstico visual. Estarían incluidas en esta categoría la presencia de glaucoma controlado con medicación o cirugía sin deterioro de la visión central, la miopía sin retinopatía y la oclusión de vasos que no afecte a la visión central.

Catarata asociada a retinopatía diabética: presencia en el ojo a operar de retinopatía diabética no proliferativa o retinopatía diabética proliferativa sin características de alto riesgo y sin edema macular (según la clasificación del *Early Treatment Diabetic Retinopathy Study*) (ETDRS, 1991).

Catarata asociada a otra patología (incluye la presencia de patologías que pueden interferir en el pronóstico visual) como: retinopatías no diabéticas (desprendimiento de retina tratado quirúrgicamente, retinitis de cualquier causa), maculopatías (degeneración macular por tóxicos, fármacos, factores hereditarios, miopía magna, DMAE), vasculopatías (oclusión rama venosa retina, trombosis venosa), neuropatías (neuritis óptica y neuropatía glaucomatosa), ambliopía, opacidades corneales (leucoma sin indicación de queratoplastia) o distrofia (excepto distrofia de Fuchs).

Catarata asociada a distrofia corneal: presencia en el ojo a operar de distrofia corneal de Fuchs.

c.5) Número de células endoteliales

Se ha tomado como límite o umbral de baja celularidad la cifra de <1000 células/mm² y se ha agrupado en 2 categorías: n° de células adecuado y celularidad escasa.

c.6) Lateralidad de la catarata

Puede ser unilateral o bilateral, en función de si el paciente tiene también catarata en el ojo contralateral o no, en el momento en que se indica la intervención. Si el paciente ha sido intervenido previamente de una catarata contralateral se considerará que la catarata actual es unilateral.

c.7) Complejidad técnica

En función de la presencia de distintos factores del paciente que pueden influir en la complejidad de la técnica quirúrgica, se agrupa en:

Sin complejidad / complejidad baja: ausencia de factores que condicionen mayor complejidad técnica o presencia de uno de los siguientes: cámara anterior estrecha (amplitud de la córnea-iris menor o igual a 2 mm), ojo hundido, miopía magna sin afectación retiniana, sinequias posteriores o pupila pequeña.

Complejidad moderada: presencia de pseudoexfoliación con midriasis >3 mm y sin subluxación del cristalino, catarata densa, mala dilatación pupilar (midriasis < 3mm, según las guías de dilatación), mala colaboración del paciente, ojo vitrectomizado, o presencia de 2 ó más factores determinantes de complejidad baja.

Complejidad alta: presencia de subluxación de cristalino, fibrosis de la cápsula anterior del cristalino, catarata brunesciente, catarata polar posterior, o presencia de 2 o más factores determinantes de complejidad técnica moderada.

c.8) Función visual

Repercusión que tiene la catarata en la calidad de vida del paciente. Se divide en 4 categorías:

Sin afectación: el paciente refiere no tener limitada su capacidad funcional debido a la catarata.

Deslumbramiento: disminución de la percepción visual en función de la intensidad de la luz.

Dificultades en las actividades de ocio: dificultad visual en actividades relacionadas con el ocio, que no limita la autonomía del paciente (ver la televisión, leer, coser, jugar).

Dificultades en las actividades de la vida diaria: dificultad en actividades de la vida diaria, que limita la autonomía del paciente, pueden ser: actividades básicas de la vida diaria como comer o lavarse, o actividades instrumentales de la vida diaria como hacer la compra o tareas del hogar) o que afecta a su trabajo (incluye los deslumbramientos al conducir si lo necesita para trabajar).

d) Formación del panel de expertos

Se reunieron 12 oftalmólogos expertos elegidos con criterios de representatividad nacional, experiencia clínica (en cuanto a número de operaciones de cataratas realizadas) y reconocimiento en la comunidad científica como expertos en materia. El objetivo final era clasificar cada escenario en 3 categorías: inapropiado/apropiado/dudoso. La puntuación otorgada por cada experto era anónima y se realizó a través de dos rondas de puntuación usando el método Delphi modificado (véase la sección 1.2.). En la primera ronda se reunió en una sesión conjunta a todos los panelistas y se les pidió que puntuaran cada uno de los escenarios del 1 al 9 en función del grado de adecuación de la indicación quirúrgica. Como documentación se les proporcionó la revisión bibliográfica y un documento con la definición explícita de las variables utilizadas. Se analizaron los resultados de la primera ronda. Posteriormente en una segunda ronda, se les envió por correo el listado de los escenarios para una nueva evaluación.

e) Análisis de resultados y creación del algoritmo.
Establecimiento de criterios explícitos de adecuación de la intervención

Se estimó para cada panelista la tasa media de uso apropiado para cada indicación y la media de cambio entre las dos rondas. Se calculó una “puntuación de consenso” para cada escenario. Aplicando el método CART (*Classification and Regression Trees*) se construyeron también modelos de regresión logística para analizar el peso de variables y covariables que pudieran estar influenciando en el modelo. Se construyó un árbol de decisión, que permite estimar rápidamente si la cirugía de cataratas es apropiada o no en cada escenario (algoritmo de decisión).

f) Conclusiones

Los estudios realizados acerca del uso apropiado de las intervenciones de cataratas muestran tasas muy bajas de uso inapropiado en un rango que oscila del 1.7% al 2.5% (Tobacman *et al.*, 1996; Tobacman *et al.*, 2003; Obstbaum *et al.*, 2006).

Cuando se usa sólo el criterio de agudeza visual menor que 0.5, se obtienen tasas de uso apropiado más elevadas. Las ventajas de usar la agudeza visual como único criterio, es que permite al profesional una toma de decisión rápida basada en un criterio objetivo. Entre los inconvenientes figuran el que es un método rígido y que no considera los requisitos y necesidades de la función visual, manteniendo un porcentaje de pacientes con un nivel de discapacidad visual que les incapacita para el desarrollo de sus actividades cotidianas con normalidad, es decir, son pacientes que debieran ser intervenidos a pesar de tener una agudeza visual igual o superior a 0.5.

La ventaja de usar los criterios RAND es que se tienen en cuenta la disfunción visual del paciente, factor esté directamente relacionado con la calidad de vida. Entre los inconvenientes que plantea destacamos que no resulta ágil para el profesional el tener en cuenta tantas variables a la hora de decidir (salvo que se disponga de un programa de ordenador que lo implemente) y el hecho de que este método clasifica a un número de pacientes como dudosos, dejando a criterio del oftalmólogo la decisión de intervenir o no, pudiendo producirse más variabilidad en la práctica.

La necesidad de ir introduciendo criterios tanto clínicos como relacionados con la calidad de vida del paciente, es un hecho muy referenciado en la literatura. Si bien hasta no hace mucho se consideraba que la agudeza visual era una medida suficiente para conocer el impacto y la discapacidad visual del paciente, hoy día parece estar claro que además hay que tener en cuenta también aspectos subjetivos, como son las expectativas y la calidad relacionadas con la visión (Alonso *et al.*, 1997; Alonso *et al.*, 2000; Brémond-Gignac *et al.*, 2002; Donovan *et al.*, 2003; Valderas *et al.*, 2005; Cabezas *et al.*, 2005). De hecho, la utilización en la práctica diaria de la agudeza visual como criterio principal de la indicación de la cirugía de cataratas esta modulada por los oftalmólogos con otros criterios fruto de su experiencia. Es el caso de pacientes que, por ejemplo, por su profesión (joyeros, conductores, costureras, etc.) necesitan tener una agudeza visual elevada. En estos casos, como en otros, el criterio de agudeza visual no debería ser el único para indicar o no una intervención quirúrgica de catarata.

En un contexto como el que se da en la cirugía de cataratas, con su mantenido incremento interanual en el número de procedimientos practicados, existen problemas de lista de espera y la población demanda resultados; dichos resultados no están solo relacionados con la mejora de la visión, según los estándares convencionales, sino también en relación con su percepción de la calidad de vida. La introducción en la práctica de criterios explícitos, como los desarrollados a través de la metodología RAND, que reconoce criterios tanto clínicos como relacionados con la calidad de vida del paciente, es una medida necesaria que ayudaría a reducir la variabilidad en la práctica entre profesionales y a garantizar una práctica asistencial de calidad teniendo en cuenta, además de criterios clínicos, las expectativas y necesidades percibidas del paciente.

2.3. Redes bayesianas

Las redes bayesianas surgieron dentro del campo de la inteligencia artificial, con los trabajos del Prof. Judea Pearl y su grupo (Kim y Pearl, 1983; Pearl, 1986, 1988), en el Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de California-Los Ángeles. Desde entonces, el desarrollo de esta rama de la informática ha sido impresionante, hasta el punto de que pocos años después había grupos de investigación especializados en este tema en muchas universidades y empresas de todo el mundo. El campo en que más aplicaciones se han construido ha sido la medicina, pues este método probabilista encaja como anillo al dedo con las necesidades de tratamiento de la incertidumbre que aparecen en problemas de diagnóstico médico (Díez, 1998).

España es uno de los países que cuenta con un mayor número de universidades dedicadas a investigar en este campo. La primera red bayesiana que se construyó en nuestro país estaba destinada al diagnóstico de enfermedades cardíacas, principalmente valvulopatías, mediante ecocardiografía (Díez, 1994; Díez *et al.*, 1997). Dentro del mismo grupo de la UNED se han construido otras redes bayesianas para diagnóstico de cáncer de rinofaringe (Galán *et al.*, 2001), cáncer de próstata y otras enfermedades urológicas (Lacave y Díez, 2003), enfermedades hepáticas¹ (Oniško *et al.*, 1999; Lacave *et al.*, 2006) y —la más reciente— para cirugía de cataratas, que es el objeto de esta tesis.

Por ello vamos a ofrecer a continuación un resumen de los principales aspectos de las redes bayesianas, en especial de aquéllos que guardan mayor relación con la investigación desarrollada en esta tesis. Esta sección está basada en (Díez, 2000) y (Díez, 2007).

2.3.1. Fundamentos de probabilidad

a) *Variables y sus valores*

Una variable es un objeto matemático que representa cierta propiedad del mundo real. El dominio de una variable es el conjunto de valores que puede tomar. Es habi-

¹ En colaboración con la Academia Polaca de Ciencias y la Universidad de Pittsburgh, EE.UU.

tual representar las variables mediante letras mayúsculas (al menos la primera letra) y los valores mediante minúsculas.

Una *variable discreta* es aquella cuyo dominio está formado por un conjunto finito de valores. Por ejemplo, en la red bayesiana Catarnet, que describiremos con detalle en el capítulo 3, la variable Tipo_catarata puede tomar cinco valores; su dominio es {leve, moderada, blanca, brunescente, polar posterior}. Una variable cuyo dominio es {sí, no}, {presente, ausente} o {positivo, negativo} se denomina *booleana*.² Muchas de las variables de la red Catarnet (29 de 65, es decir, el 45%) son de este tipo. Si una variable X es booleana, sus valores se suelen representar por $+x$ y $\neg x$, respectivamente.

Una *variable continua* es aquella cuyos valores son números reales. Por ejemplo, la agudeza visual medida con los optotipos de Snellen toma valores en el intervalo $[0, 1]$. Sin embargo, el tratamiento de variables continuas en redes bayesianas es bastante complicado, por la dificultad de construir la red y porque los algoritmos para el cálculo de probabilidades a posteriori son mucho menos eficientes. Por ello es habitual *discretizar* las variables continuas mediante la partición del dominio en un conjunto de intervalos. Por ejemplo, en el estudio RAND de la Red IRYSS descrito en la sección anterior la agudeza visual está discretizada en tres intervalos: “ $AV \leq 0,1$ ”, “ $0,2-0,4$ ” y “ $AV \geq 0,5$ ” (se supuso que la agudeza visual se medía con una sola cifra decimal). En cambio, en la red Catarnet la agudeza visual estaba discretizada en cuatro intervalos: $[0, 0.15]$, $(0.15, 0.4]$, $(0.4, 0.7]$ y $(0.7, 1]$, como veremos en la sección 3.3. Cuando una variable continua ha sido discretizada de este modo, se puede tratar como si fuera discreta.

b) Probabilidad conjunta, marginal y condicionada

La *probabilidad* de una variable discreta X es una función que asigna a cada uno de sus valores x un número entre 0 y 1 (ambos inclusive), de modo que la suma de ellos ha de ser la unidad:

$$0 \leq P(x) \leq 1$$

$$\sum_x P(x, y) = 1$$

En caso de tener dos variables X e Y , la *probabilidad conjunta* $P(x, y)$ se define de modo semejante:

$$0 \leq P(x, y) \leq 1$$

$$\sum_x \sum_y P(x, y) = 1$$

A partir de una probabilidad conjunta de varias variables podemos obtener la *probabilidad marginal* para un subconjunto del anterior sumando sobre el resto de las

² El término procede de George Boole, matemático y filósofo inglés, que desarrolló la lógica conocida como “booleana”.

variables. Por ejemplo, dada $P(x, y)$, la probabilidad marginal $P(x)$ se obtiene sumando sobre la variable que deseamos “eliminar”, que en este caso es Y :

$$P(x) = \sum_y P(x, y)$$

A partir de una probabilidad conjunta se puede definir también la *probabilidad condicional*. Para dos variables, la probabilidad condicional de X dado Y (a veces se dice “la probabilidad de X condicionada en Y ”) se define así:

$$P(x|y) \equiv \frac{P(x, y)}{P(y)}$$

Naturalmente, $P(x|y)$ sólo está definida cuando $P(y) > 0$.

De forma análoga se define la probabilidad condicional de Y dado X :

$$P(y|x) \equiv \frac{P(x, y)}{P(x)}$$

De estas dos ecuaciones se deduce que

$$P(x|y) = \frac{P(y|x) \cdot P(x)}{P(y)}$$

Por otro lado, el teorema de la probabilidad total permite calcular la probabilidad de Y a partir de $P(x)$ y $P(y|x)$:

$$P(y) = \sum_x P(x, y) = \sum_x P(y|x) \cdot P(x)$$

c) **El teorema de Bayes, fundamento del diagnóstico médico**

Uniéndolos dos resultados anteriores obtenemos el teorema de Bayes para dos variables:

$$P(x|y) = \frac{P(y|x) \cdot P(x)}{\sum_{x'} P(y|x') \cdot P(x')}$$

el cual nos permite calcular $P(x|y)$ a partir de $P(x)$ y $P(y|x)$.

En medicina este teorema es fundamental porque es la base del diagnóstico médico. Por ejemplo, X puede representar la presencia ($+x$) o ausencia ($\neg x$) de una enfermedad. $P(x)$ es la *probabilidad a priori* de X , es decir, la probabilidad de que el paciente tenga o no tenga la enfermedad cuando no tenemos ningún específico sobre él. Por tanto, $P(+x)$ coincide con la *prevalencia* de la enfermedad en la población considerada.

La probabilidad $P(y|x)$ indica la probabilidad de que un síntoma Y esté presente o ausente, o la probabilidad de que un test dé positivo o negativo, en función de que el

paciente tenga la enfermedad o no. En concreto, $P(+y|+x)$, que indica la probabilidad de que el síntoma esté presente o el test dé positivo cuando la enfermedad está presente, se denomina *sensibilidad*; del mismo modo, $P(-y|-x)$, que es la probabilidad de que el síntoma esté ausente o de que el test dé negativo cuando la enfermedad está ausente, se denomina *especificidad*.

La probabilidad $P(x|y)$ es la *probabilidad a posteriori* de X , porque es la probabilidad de padecer la enfermedad dado cierto hallazgo. Por ejemplo, $P(+x|+y)$ es la probabilidad de tener la enfermedad cuando el síntoma está presente o cuando el test ha dado positivo, y se denomina *valor predictivo positivo*; análogamente, $P(-x|-y)$ se denomina *valor predictivo negativo*.

El interés del teorema de Bayes es que permite calcular los valores predictivos, y por tanto, la probabilidad a posteriori de la enfermedad dado cierto hallazgo, a partir de la prevalencia, la sensibilidad y la especificidad.

d) **Método bayesiano clásico**

El teorema de Bayes se puede generalizar para un número cualquiera de diagnósticos y de hallazgos, pero en la práctica este método resulta imposible de aplicar, porque el número de parámetros (probabilidades condicionadas) del modelo crece exponencialmente con el número de diagnósticos y el número de hallazgos. Por ejemplo, para diagnosticar 3 enfermedades del tipo presente/ausente a partir de 10 hallazgos booleanos (es decir, del tipo presente/ausente o positivo/negativo), necesitamos 8.191 parámetros; para 5 diagnósticos y 20 hallazgos se necesitan 33,554.431 parámetros, y para 10 enfermedades y 50 hallazgos harían falta 1,3152.921,504.606,846.975 parámetros (Díez, 2000). Como se puede ver, un pequeño aumento en el tamaño del problema hace que el número de parámetros se dispare hasta límites totalmente inalcanzables.

Para poder abordar este problema, se creó a mediados del siglo XX el método bayesiano clásico, también conocido como método bayesiano ingenuo (*naïve Bayes*), que se basa en dos hipótesis: los diagnósticos son exclusivos (es decir, el paciente no puede tener dos enfermedades o anomalías a la vez) y los hallazgos son condicionalmente independientes dados los diagnósticos, es decir, para cada diagnóstico la probabilidad un hallazgo es independiente de que se hayan encontrado otros hallazgos. Matemáticamente se expresa así,

$$P(h_1, \dots, h_m | d) = P(h_1 | d) \cdot \dots \cdot P(h_m | d)$$

donde d representa cada uno de los posibles hallazgos y h_i representa el valor que ha tomado el hallazgo H_i .

Con este método se construyeron en la década de los 60 varios sistemas para el diagnóstico médico mediante ordenador; las referencias originales pueden encontrarse en (Szolovits y Pauker, 1978; Díez, 1998).

Sin embargo, este método tiene serias limitaciones, pues en muchos casos no se cumplen las dos hipótesis en que se basa. Por un lado, muchas patologías suelen ir asociadas, por lo que es habitual que cada paciente presente varias de ellas. Por ejemplo, la diabetes suele provocar trastornos de la función visual, como hemos visto en la

sección 2.1.4.b) En esos casos no se cumple la hipótesis de que los diagnósticos son exclusivos. Tampoco suele cumplirse la hipótesis de que los hallazgos son condicionalmente independientes dado el diagnóstico principal, pues suele haber correlaciones debidas a variables intermedias (por ejemplo, mecanismos patofisiológicos) que no pueden modelarse con el método probabilista clásico.

Estas limitaciones fueron superadas con la aparición, en los años 1980, de las redes bayesianas de las que vamos a hablar a continuación, que presentan varias ventajas y permiten resolver problemas mucho más complejos. Llama la atención, sin embargo, que incluso hoy en día cuando se habla de diagnóstico probabilista, los libros de medicina suelen explicar sólo el método clásico —aunque sin referirse a él por este nombre ni por el de naïve Bayes— y muchas veces sin mencionar las hipótesis en que se basa el modelo. Peor aún, suelen presentar una versión simplificada de este método, en que se supone, además, que sólo se va a diagnosticar la presencia o ausencia de una enfermedad y que todos los hallazgos son booleanos; véase, por ejemplo, el libro más famoso sobre *Medicina Basada en la Evidencia* (Strauss *et al.*, 2005).

e) Grafos

Un *grafo* viene dado por un conjunto de nodos y un conjunto de enlaces entre los nodos. Cada *enlace* se define formalmente como un par de nodos. Los enlaces pueden ser dirigidos o no dirigidos. Un enlace no dirigido se representa gráficamente mediante una línea que une ambos nodos. Un enlace dirigido se representa mediante una flecha. Cuando todos los enlaces de un grafo son no dirigidos, se dice que el grafo es no dirigido; cuando todos los son dirigidos, se dice que el grafo es dirigido (véase la figura 2.48).

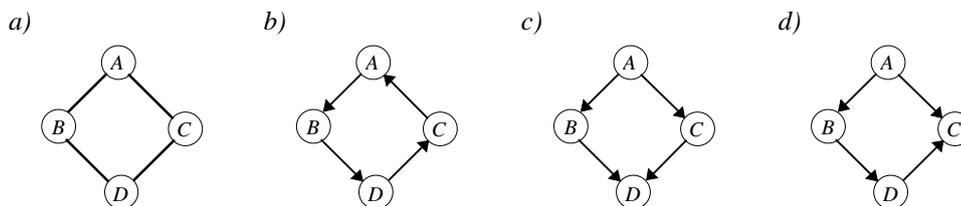


Figura 2.48: Grafos: a) no dirigido, b), c) y d), dirigidos. El grafo b) contiene un ciclo. Los grafos c) y d) contienen un bucle cada uno.

En el caso de las redes bayesianas, se consideran sólo grafos dirigidos, con la condición adicional de que entre cada par de nodos haya como máximo un enlace.

Cuando hay un enlace dirigido entre dos nodos, se dice que el primero de ellos es *padre* del segundo y que el segundo es *hijo* del primero. Una *familia* está formada por un hijo y sus padres. Así, en el grafo de la figura 2.48.c, los nodos B y C son hijos de A y padres de D; las familias de este grafo —tantas como nodos— son {A}, {B, A}, {C, A} y {D, B, C}.

Se define un *camino* como una sucesión de nodos tales que entre dos de ellos consecutivos existe un enlace. En esta exposición supondremos que se trata de caminos simples, es decir, de caminos que no pasan dos veces por el mismo nodo. Si el último

nodo del camino coincide con el primero, diremos que se trata de un *camino cerrado*; si no, es un *camino abierto*. En cada uno de los grafos de la figura 2.48 hay un camino cerrado $\{A, B, D, C, A\}$, y además, entre dos nodos cualesquiera existen dos caminos (abiertos).

Supongamos que en un grafo *dirigido* tenemos un camino cerrado; si podemos recorrer el camino siguiendo la dirección de los enlaces y volvemos al punto de partida, tenemos un *ciclo* (por ejemplo, el grafo de la figura 2.48.b está formado por un ciclo); si no, tenemos un *bucle* (grafos 2.48.c y 2.48.d). La distinción entre bucle y ciclo es muy importante, porque las redes bayesianas pueden contener bucles, pero no pueden contener ciclos; es decir, se basan en *grafos dirigidos acíclicos*.

f) **Definición de red bayesiana**

Una *red bayesiana* consta de los siguientes elementos:

- un *conjunto de variables*, $\{X_i\}$, cada una de las cuales puede tomar varios *valores*;
- un *grafo dirigido acíclico*, tal que cada nodo representa una de las variables anteriores y a cada variable le corresponde un nodo;
- una *distribución de probabilidad condicionada para cada variable y para cada configuración de sus padres en el grafo*: $P(x_i | pa(x_i))$, donde $pa(x_i)$ representa una configuración de los padres de X_i en el grafo; para los nodos que no tienen padres, la probabilidad condicionada es simplemente la probabilidad a priori.

La probabilidad conjunta de las variables de la red se define a partir de las probabilidades condicionadas:

$$P(x_1, \dots, x_n) = P(x_1 | pa(x_1)) \cdot \dots \cdot P(x_n | pa(x_n))$$

Esta propiedad se denomina *factorización de la probabilidad*, porque permite expresar la probabilidad conjunta como producto de probabilidades condicionadas, y es la propiedad esencial de las redes bayesianas.

En el Capítulo 3. veremos qué variables contiene la red bayesiana Catarnet, qué valores toma cada una de ellas, cómo es el grafo y cuáles son sus tablas de probabilidades condicionadas.

2.3.2. Modelos canónicos

Como hemos visto, al construir una red bayesiana debemos indicar una probabilidad condicional para cada nodo dados sus padres. Esto plantea un problema: cuando un nodo tiene muchos padres, requiere un número demasiado grande de parámetros; por ejemplo, algunas de las tablas de la red bayesiana Catarnet habrían necesitado más de mil parámetros, como veremos en el apartado d), lo cual habría supuesto un obstáculo insalvable para nuestro objetivo. Afortunadamente, existen *modelos canónicos* que permiten construir grandes tablas de probabilidad a partir de un pequeño número de parámetros. Se denominan *canónicos* porque pueden considerarse como los bloques

básicos que se utilizan para construir modelos más grandes —por ejemplo, redes bayesianas con docenas de nodos—.

En esta sección vamos a presentar los tres modelos canónicos que hemos utilizado en la construcción de la red bayesiana Catarnet, que son los modelos OR, MAX y MIN. Los tres se basan en la hipótesis de *independencia de interacción causal*, la cual significa básicamente que cada una de las causas produce el efecto independientemente de las demás, y el efecto resultante es la combinación de los efectos individuales producidos por cada una de las causas. Una descripción más completa de los modelos canónicos puede encontrarse en (Díez y Druzdzel, 2006).

a) **Modelo OR**

El nombre de este modelo procede de la electrónica y, en último término, de la lógica matemática, en la cual existen operadores OR (conjunción) y AND (disyunción). El operador OR en lógica significa que la cláusula compuesta es verdadera cuando al menos una de las cláusulas que la componen es verdadera; en cambio, si todas ellas son falsas, entonces también la compuesta es falsa. En el caso de la electrónica, un modelo OR implica que basta que una de las entradas esté activa (“on”) para que la salida esté activa; pero si todas las entradas están inactivas (“off”), entonces la salida también lo está. Del mismo modo, el modelo OR utilizado en la construcción de redes bayesianas indica que cuando al menos una de las causas ha producido el efecto, entonces el efecto está presente.

Existen tres versiones principales del modelo OR: determinista, probabilista y residual.

a.1) **Modelo OR determinista**

Supongamos que tenemos dos causas de Y , que son X_1 y X_2 , de modo que la presencia de cualquiera de ellas produce el efecto, y no hay otras causas de Y . Entonces Y estará presente sólo si X_1 está presente o X_2 está presente, como indica la tabla 2.50. De aquí se deduce que la probabilidad condicionada es la que se muestra en la tabla 2.51.

X_1	X_2	Y
$+x_1$	$+x_2$	$+y$
$+x_1$	$\neg x_2$	$+y$
$\neg x_1$	$+x_2$	$+y$
$\neg x_1$	$\neg x_2$	$\neg y$

Tabla 2.50: Modelo OR determinista: valor que toma Y como función de X_1 y X_2 .

Este modelo se puede generalizar de forma inmediata para el caso en que Y tiene más de dos causas posibles: basta que cualquiera de ellas esté presente para que el efecto esté también presente; dicho de otro modo, Y sólo está ausente si todas sus causas están ausentes.

$P(+y x_1, x_2)$	$+x_1$	$\neg x_1$
$+x_2$	1	1
$\neg x_2$	1	0

Tabla 2.51: Tabla de probabilidad condicional para el modelo OR determinista con dos padres.

a.2) Modelo OR probabilista

En medicina ocurre muchas veces que una causa X_i no produce siempre cierto efecto Y asociado a ella, sino sólo en algunas ocasiones. En este caso, vamos a denotar por c_i la probabilidad de que X_i produzca Y (excluyendo la posibilidad de que Y sea producido por otras causas). Si Y tiene sólo dos padres,

$$c_1 = P(+y | +x_1, \neg x_2)$$

$$c_2 = P(+y | \neg x_1, +x_2)$$

Podemos decir que $(1-c_i)$ es la probabilidad de que X_i “falle”, es decir, la probabilidad de que estando presente no llegue a producir Y .

Cuando X_1 y X_2 están presentes a la vez, Y puede estar producido por X_1 (con probabilidad c_1) y aun en el caso de que X_1 falle (lo cual puede ocurrir con probabilidad $1-c_1$), Y puede ser producido por X_2 (con probabilidad c_2); por tanto,

$$P(+y | +x_1, +x_2) = c_1 + (1-c_1) \cdot c_2$$

De aquí se deduce que

$$P(\neg y | +x_1, +x_2) = 1 - P(+y | +x_1, +x_2) = (1-c_1) \cdot (1-c_2)$$

La interpretación de esta ecuación es que, cuando X_1 y X_2 están presentes a la vez, Y sólo está ausente si ambos “fallan”, es decir, si ninguna de las dos causas produce Y .

La tabla de probabilidad es, en este caso,

$P(+y x_1, x_2)$	$+x_1$	$\neg x_1$
$+x_2$	$c_1 + (1-c_1) \cdot c_2$	c_2
$\neg x_2$	c_1	0

Tabla 2.55: Tabla de probabilidad condicional para el modelo OR probabilista con dos padres.

También este modelo se puede generalizar para familias que tienen más de dos causas posibles. Las ecuaciones para el cálculo de la probabilidad en este modelo pueden encontrarse en (Pearl, 1986) o en (Díez y Druzdzel, 2006).

a.3) Modelo OR residual

En los dos casos anteriores hemos supuesto que todas las causas posibles del síntoma o enfermedad Y aparecían en el modelo; esto hacía que la probabilidad de que el efecto estuviese presente cuando todas las causas estaban ausentes fuese cero. Sin embargo, en la práctica muchas veces no se conocen todas las causas de una enfermedad o un síntoma, y aunque se conocieran quizá no fuera conveniente representarlas todas explícitamente en el modelo, por algún motivo (por ejemplo, para no distraer al usuario con variables que representan enfermedades muy poco frecuentes o porque no conocemos la probabilidad c_i asociada a cada una de ellas). Por tanto, nos interesa tener un modelo tal que incluso cuando todas las causas explícitas están ausentes, aún hay una cierta probabilidad de que el efecto esté presente: es lo que se conoce como *probabilidad residual*, que nosotros vamos a representar mediante c^* .

En realidad, un modelo con probabilidad residual puede construirse añadiendo una variable que represente las causas implícitas. (Naturalmente, si en una red hay varias familias que interactúan mediante modelos OR, podemos tener una variable de este tipo para cada familia.) Esta variable auxiliar puede utilizarse para calcular la tabla de probabilidad, como si fuese una variable de valor conocido, pero una vez que tenemos la tabla de probabilidad condicional (véase la tabla 2.56 podemos prescindir de ella.

$P(+y x_1, x_2)$	$+x_1$	$\neg x_1$
$+x_2$	$1 - (1-c_1) \cdot (1-c_1) \cdot (1-c^*)$	$1 - (1-c_2) \cdot (1-c^*)$
$\neg x_2$	$1 - (1-c_1) \cdot (1-c^*)$	c^*

Tabla 2.56: Tabla de probabilidad condicional para el modelo OR residual con dos padres.

Concluimos este apartado indicando que el modelo OR determinista es un caso particular de el modelo OR probabilista en el cual $c_i = 1$ para cada uno de los padres, X_i . Y a su vez, el modelo OR probabilista es un caso particular de el modelo OR residual en la cual $c^* = 0$, es decir, las únicas causas de Y son las que aparecen en el modelo, y por ello la probabilidad de que las causas no explícitas produzcan el efecto es nula.

b) Modelo MAX

El modelo MAX es una generalización del modelo OR para el caso en que algunas de las variables de la familia toma más de dos valores. En efecto, en el modelo OR la variable Y toma dos valores: $\{+y, \neg y\}$, que pueden representar los dominios {presente, ausente}, {sí, no} o {positivo, negativo}. Si una o varias de las causas producen el efecto ($+y$) y las demás no ($\neg y$), entonces el efecto está presente, es decir, $+y$ prevalece sobre $\neg y$.

Del mismo modo, en el modelo MAX, tenemos en cuenta que Y puede tomar n valores, $\{y_1, \dots, y_m\}$, y definimos el siguiente orden: $y_1 < \dots < y_m$. En el caso de una variable booleana, el orden que definimos es $\neg y < +y$. Del mismo modo que en el modelo OR el valor mayor prevalece sobre el menor, en el modelo MAX suponemos

que cada una de las causas X_i puede elevar el valor de Y hasta cierto grado, y el valor final de Y es el máximo de los valores y producidos por cada una de las causas.

Al igual que en modelo OR, existen tres versiones principales del modelo MAX: determinista, probabilista y residual, y dentro de estas dos últimas existen varios subtipos. Los detalles de cada uno de estos modelos y las expresiones que permiten calcular las tablas de probabilidades condicionadas están descritos en (Díez y Druzdzel, 1996).

En el Capítulo 3. veremos varios ejemplos de modelos MAX, pues éste es el tipo de modelo que aparece con mayor frecuencia en la red Catarnet.

c) Modelo MIN

El modelo MIN es muy semejante al modelo MAX, pero en vez de suponer que las causas de Y elevan el valor de esta variables, como ocurría en el modelo MAX, suponemos que las causas de Y *reducen* el valor de esta variable, y que el valor final de Y es el mínimo de los valores provocados por cada una de las causas.

El modelo MIN lo hemos utilizado sobre todo para modelizar la interacción entre las causas de agudeza visual (AV), como explicaremos en la sección 3.3.1. Por ejemplo, la variable `av_sin_catar`, que representa la agudeza visual que tendría el paciente si no tuviera catarata, tiene siete padres: `ambliopía`, `distrofia_fuchs`, `maculopatías`, `neuropatías`, `opacidades_corneales`, `retinopatía_diabét` y `retinopatía_nd`, cada uno de los cuales representa una causa que puede reducir la AV. Al aplicar un modelo MIN a esta familia de variables estamos suponiendo que las siete causas no interactúan entre sí para provocar una reducción de la AV, si bien la AV resultante es el mínimo de las provocadas por cada una de las causas independientemente.

También en este caso existen tres versiones principales del modelo: determinista, probabilista y residual. En esta última, las probabilidades residuales indican que hay otras causas, no explícitas en el modelo, que pueden provocar una reducción de la variable hija (en nuestro ejemplo, la agudeza visual) incluso cuando ninguna de sus causas explícitas la ha reducido.

d) Modelos canónicos en la red Catarnet

En la construcción de la red bayesiana Catarnet, la aplicación de los modelos canónicos ha desempeñado un papel esencial: de los 65 nodos de la red, 34 (el 52%) utilizan algún modelo canónico: hay 5 modelos OR, 22 modelos MAX y 7 MIN.

Estos modelos han simplificado considerablemente nuestra tarea, pues sin ellos habría sido imposible construir la red. Por ejemplo, la variable `ruptura_caps_post` tiene 8 padres, uno de ellos (`tipo_catarata`) con 5 valores y los demás binarios. Por ello, necesitaría 1.280 parámetros. La restricción de que los dos valores correspondientes a cada configuración de los padres deben sumar la unidad hace que el número de parámetros independientes se reduzca a 640, pero aun así sigue siendo un número prohibitivo. En cambio, la aplicación de un modelo MAX causal (que es un tipo particular de modelo MAX residual) hace que el número de parámetros necesarios se

reduzca a sólo 11. Lo mismo ocurre para la variable `alter_incisión`, que también tiene 8 padres, uno con 5 valores y los demás binarios.

El caso de la variable `av_sin_catar` es aún más llamativo. Esta variable, que tiene 4 valores y 7 padres, algunos de ellos con 3 o 4 valores, habría necesitado 1.536 parámetros, de los cuales 1.152, son independientes. Obviamente, habría sido imposible construir una tabla con tantos parámetros. En cambio, la aplicación de un modelo MIN causal (una variante del modelo MIN residual) reduce el número de parámetros a sólo 33. Ésta es la variable de Catarnet que más parámetros numéricos ha necesitado, y aun así, no resultó difícil construirla.

Además, como se indica en (Díez y Druzdzel, 2006), la aplicación de modelos canónicos no sólo reduce el número de parámetros, sino que hace que cada uno de ellos sea mucho más fácil de estimar. En este último ejemplo, cada uno de los 1.152 parámetros del modelo general implicaría a los 7 padres de la variable `av_sin_catar`, por lo que la mayor parte de estos parámetros serían imposibles de estimar. En cambio, cada uno de los 33 parámetros del modelo MIN se refiere a uno solo de los padres de esta variable —salvo los tres últimos, que indican la probabilidad residual, es decir, la probabilidad de que las causas no explícitas en el modelo reduzcan la agudeza visual— por lo que la estimación de cada uno de ellos es bastante sencilla.

Por otro lado, debemos señalar que una de las aportaciones de esta tesis ha sido descubrir el primer caso en que el modelo MIN podía ser aplicado en un problema real. De hecho, la primera versión del informe técnico de Díez y Druzdzel (2006), que constituye el estudio más completo realizado hasta la fecha sobre modelos canónicos, afirmaba: “En nuestra experiencia en la construcción de sistemas expertos, nunca hemos encontrado un ejemplo de un modelo MIN con una [variable hija] Y multivaluada, pero eso no significa que este modelo no pueda ser útil para otros ingenieros del conocimiento [es decir, diseñadores de sistemas expertos] en el futuro.” Efectivamente, en esta tesis el modelo MIN ha resultado muy útil; y no sólo eso, sino que además ha servido para detectar un caso particular de modelo MIN, que será catalogado como *modelo MIN causal* en la próxima versión de dicho informe técnico.

2.3.3. Programas de ordenador para redes bayesianas

Hoy en día existen muchos programas de ordenador para redes bayesianas. Algunos de ellos son comerciales, como Hugin y Netica,³ mientras que otros son gratuitos, y dentro de éstos, algunos son de *código abierto*,⁴ como los que aparecen listados en (Arias y Díez, 2008).⁵ En esta tesis hemos utilizado dos programas de código abierto, Elvira y OpenMarkov, desarrollados —al menos parcialmente— por el Dpto. de Inteligencia Artificial de la UNED.

³ Véanse las páginas www.hugin.com y www.norsys.com, respectivamente.

⁴ En inglés, *open-source*, que es casi sinónimo de *free software*, aunque algunos de los defensores de este tipo de programas suelen enzarzarse en discusiones interminables sobre cuál es la terminología más adecuada.

⁵ Véase también la lista de programas de código abierto compilada por Kevin Murphy, disponible en <http://www.cs.ubc.ca/~murphyk/Software/bnsoft.html>.

a) **El programa Elvira**

En la década de 1990 se formaron en varias universidades españolas grupos de investigadores interesados en las redes bayesianas. Cada uno de ellos había desarrollado su propio programa o programas, lo cual resultaba muy ineficiente. En 1996 decidieron solicitar a la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología la financiación de un Proyecto Coordinado de I+D, que estos investigadores luego denominaron *Elvira I*. En él participaron 25 profesores de 8 universidades españolas, agrupados en cuatro subproyectos: Granada, Almería, País Vasco y UNED. Este proyecto se desarrolló entre los años 1997 y 2000.

El principal objetivo del proyecto era la construcción de un entorno que sirviera, por un lado, para la investigación de nuevos métodos y algoritmos de razonamiento probabilista y, por otro, para la implementación de sistemas expertos bayesianos. El programa resultante se llamó Elvira, tomando el antiguo nombre de la ciudad de Granada, a cuya Universidad están vinculados en mayor o menor medida varios de los investigadores del proyecto.

En marzo de 2001, un grupo formado más o menos por los mismos investigadores solicitó un nuevo Proyecto Coordinado, titulado *Elvira II: Aplicaciones de los Modelos Gráficos Probabilísticos*, que fue concedido por el Ministerio de Ciencia y Tecnología a finales de ese mismo año. Sus objetivos principales son dos: mejorar las características del programa Elvira y desarrollar aplicaciones en diversos campos, como la medicina, la genética, la agricultura y el comercio inteligente.

Elvira está escrito y compilado en Java, lo cual permite que pueda funcionar en diferentes plataformas y sistemas operativos (Windows, linux, MacOS, etc.).

El programa cuenta con un formato propio para la codificación de los modelos, un lector-intérprete para los modelos codificados, una interfaz gráfica para la construcción de redes, con opciones específicas para modelos canónicos (modelos OR, AND, MAX, etc.), algoritmos exactos y aproximados (estocásticos) de razonamiento tanto para variables discretas como continuas, métodos de explicación del razonamiento, algoritmos de toma de decisiones, aprendizaje de modelos a partir de bases de datos, fusión de redes, etc. Es, por tanto, una de las herramientas más completas para redes bayesianas que existen en la actualidad. Por ello y por ser de código abierto, este programa ha tenido un éxito notable, pues ha servido como herramienta de docencia e investigación en al menos 10 países.⁶

Sin embargo, también tiene varias limitaciones. Para los usuarios, el problema principal de Elvira es la falta de robustez (pues aún presenta algunos fallos, principalmente en la interfaz gráfica), la falta de eficiencia, como explicaremos más adelante, y, en menor medida, la falta de documentación en línea, aunque el programa es bastante sencillo de utilizar. Para los programadores, la dificultad principal estriba en la falta de documentación (los comentarios del código del programa son muy útiles, pero insuficientes) y en que el código, por no haberse desarrollado con los principios de la ingeniería del software, resulta difícil de mantener.

⁶ En la página <http://www.ia.uned.es/~elvira> puede obtenerse más información sobre el proyecto Elvira y sobre el programa: manual de instalación, código fuente en Java, manual de usuario, documentos técnicos para programadores, etc.

b) *El programa OpenMarkov (Carmen)*

El proyecto OpenMarkov, inicialmente llamado Carmen (Arias y Díez, 2008; Arias Calleja, 2009),⁷ está muy inspirado en Elvira, lo cual explica las numerosas semejanzas existentes entre ambos. En OpenMarkov se han aprovechado muchas de las ideas desarrolladas durante el proyecto Elvira y las lecciones aprendidas, tanto de los aciertos como de los errores. Sin embargo, el código se desarrolló desde cero, con un diseño cuidadoso, siguiendo los principios de la ingeniería del software.

Al contrario de Elvira, en el cual ha participado un gran número de programadores dispersos en varias ciudades de España, en el proyecto OpenMarkov la mayor parte del código fue diseñado y escrito por un solo programador, el Prof. Manuel Arias, del Dpto. de Inteligencia Artificial de la UNED, que realizó su tesis doctoral bajo la dirección del Prof. Francisco Javier Díez Vegas, del mismo departamento. Posteriormente, Miguel Ángel Palacios, investigador de ese Departamento, ha realizado cambios importantes, sobre todo en la interfaz gráfica de usuario. También han colaborado otros programadores, principalmente alumnos de fin de carrera de Escuela de Informática de la UNED, todos ellos supervisados por el Prof. Arias.

Este diseño cuidadoso hace que OpenMarkov sea mucho más eficiente que Elvira, como detallaremos en seguida, y mucho más fácil de mantener (es decir, de depurar y de ampliar), pero aún tiene muchas menos facilidades que Elvira. En particular, durante la realización de la presente tesis doctoral su interfaz gráfica aún estaba en desarrollo, por lo que no pudimos utilizarla para construir nuestra red bayesiana.

c) *Utilización de Elvira y OpenMarkov en esta tesis doctoral*

Por las razones que acabamos de exponer, no pudimos utilizar el programa OpenMarkov y aún no puede ser utilizado para construir redes bayesianas. De hecho, cuando empezamos nuestro trabajo de investigación, en el año 2007, ni siquiera disponía de muchas de las facilidades que ofrece en la actualidad. Por ello decidimos utilizar el programa Elvira, que posee una de las interfaces más avanzadas para la construcción de redes bayesianas, especialmente en medicina. En particular, ningún otro programa, gratuito o comercial, tiene opciones tan avanzadas para la aplicación de los modelos canónicos (que hemos descrito en la sección 2.3.1), los cuales han facilitado notablemente la construcción de nuestra red bayesiana, Catarnet.

Sin embargo, el cálculo de las probabilidades a posterior de esta red con Elvira resulta pesado, pues puede llevar más de 90 segundos para ciertos conjuntos de hallazgos. Por eso, a la hora de evaluar la red con un conjunto de pacientes reales (cf. sec. 4.1.) hemos utilizado no sólo Elvira, sino también la herramienta OpenMarkov, que es capaz de leer la red Catarnet guardada con el formato de Elvira y de realizar dicho cálculo en un tiempo insignificante. En la evaluación de los 1.071 escenarios del estudio RAND de la Red IRYSS (sec. 4.2.) también utilizamos OpenMarkov, que es capaz de evaluarlos todos en muy pocos minutos, mientras que Elvira habría necesitado del orden de 20 horas. Naturalmente, el sistema SAD-Catar, que se va a implantar en varios hospitales, como explicaremos más adelante, realiza la inferencia con

⁷ Véase <http://www.cisiad.uned.es/carmen> y <http://www.openmarkov.org>.

OpenMarkov en vez de Elvira, pues el médico que lo vaya a utilizar para evaluar a un paciente no puede estar uno o dos minutos esperando la respuesta del ordenador.

2.4. Integencia artificial aplicada a la oftalmología

En esta sección vamos a revisar brevemente algunos de los sistemas desarrollados en inteligencia artificial para el diagnóstico y la toma de decisiones en oftalmología.

El primero de ellos fue el sistema CASNET, de Weiss y Kulikowski (1977), que utilizaba una red causal probabilista, pero con unas propiedades y unos algoritmos de inferencia muy distintos de los de las redes bayesianas. En la década siguiente se desarrollaron sistemas dos basados en reglas: MEDICO, para el tratamiento de las enfermedades coriorretinianas (Walser y McCormick, 1976), y OCULAR HERPES MODEL, para el tratamiento del herpes ocular (Kastner *et al.*, 1984).

En España, García Ibor (1994) creó un sistema de aprendizaje automático para la queratotomía radial. GLAUCOM EASY, de Antón (1995), es un sistema experto para el diagnóstico del glaucoma. Gegúndez Fernández (1996) construyó UVEMASTER para el diagnóstico de la uveítis. Rodríguez Sánchez (1999) diseñó y validó un sistema experto para el diagnóstico diferencial de las queratopatías superficiales puntiformes. Franco Suárez-Barcelona (2001) construyó una red neuronal para el diagnóstico del glaucoma a partir del análisis de las fibras retinianas mediante polarimetría láser asociado a la perimetría automática. Hurtado (2001) desarrolló de un sistema experto híbrido simbólico-conexionista de ayuda al diagnóstico del glaucoma primario de ángulo abierto en estadios incipientes, basado en el conocimiento del experto. García-Feijóo (2002) diseñó un sistema automático de discriminación del campo visual glaucomatoso basado en un clasificado neuro-difuso. La Universidad de Huelva, en colaboración con la Junta de Andalucía, elaboró un sistema experto para la detección precoz de la retinopatía diabética mediante análisis de imágenes digitales de retina (Andujar Márquez, 2009).

Dentro del Dpto. de Inteligencia Artificial de la UNED, en el cual se presenta esta tesis doctoral, se han construido anteriormente tres sistemas para oftalmología. El Prof. Mariano Rincón, bajo la dirección de los Profs. José Mira y Margarita Bachiller, elaboró una tesis doctoral sobre la interpretación de imágenes médicas de fondo de ojo (Rincón 2003, 2005). Por su parte, José Julio Des Diz (2007) construyó un sistema de ayuda al diagnóstico de la uveítis en los servicios de urgencias; la tesis doctoral estuvo dirigida por los Profs. María Jesús Taboada y José Mira. Posteriormente, se construyó un sistema para la identificación del nervio óptico mediante algoritmos genéticos (Carmona, 2008).

Capítulo 3. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AYUDA A LA DECISIÓN

En este capítulo hablaremos sobre como se realizó la construcción de la red bayesiana para cirugía de cataratas, que llamamos Catarnet, y explicaremos las variables incluidas y cómo hemos construido las tablas de probabilidad. Por último, mostraremos las tablas que nos permiten convertir las probabilidades a posteriori de la red en una recomendación sobre cirugía de cataratas expresada en la misma escala 1–9 que utilizaron los expertos del panel de la red IRYSS.

3.1. Proceso de construcción de la red

En la construcción de Catarnet han participado la Dra. Nuria Alonso Santander, oftalmóloga, la Dra. Nerea Fernández de Larrea, de la Unidad de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de la Agencia Laín Entralgo, y el Prof. Francisco Javier Díez, del Centro de Investigación sobre Sistemas Inteligentes de Ayuda a la Decisión (CISIAD), de la UNED. Se han mantenido diversas reuniones presenciales y videoconferencias desde el año 2007 hasta el 2010.

Durante este tiempo, se realizó una búsqueda bibliográfica cuyos resultados se han recogido en la sección 2.1 de este trabajo. En paralelo, fuimos construyendo diferentes versiones de la red bayesiana. Primero seleccionamos un conjunto de variables, partiendo de aquéllas utilizadas en el estudio RAND de la red IRYSS, tal como ya hemos comentado, aunque en algunos casos introducimos variaciones, tal como vamos a explicar en este capítulo. Luego trazamos enlaces causales entre ellas y, por último, construimos las tablas de probabilidad condicional, basándonos en la literatura científica, en la experiencia clínica de la autora de esta tesis y en las probabilidades de la base de datos construida por la Agencia Laín Entralgo a partir de un estudio epidemiológico realizado con una muestra de 1.458 pacientes.

Cuando se introducen los hallazgos relativos a un paciente (agudeza visual, función visual, comorbilidades, complejidad técnica, etc.) y se aplica un algoritmo de inferencia obtenemos la probabilidad a posteriori de las demás variables de la red, algunas de las cuales se refieren a los resultados esperados de la cirugía de cataratas.

A principios de 2009 pusimos a prueba la red con algunos pacientes cuyas historias clínicas habíamos recogido en el Hospital Comarcal de Melilla y con algunos pacientes de la base de datos de la Agencia Laín Entralgo, ya mencionada, lo cual nos llevó a ajustar algunas de las probabilidades de la red.

A mediados de 2009 introducimos unas tablas que permiten convertir las probabilidades a posteriori en una recomendación en una escala de 1 a 9, como se explica en la sección 3.8. , lo cual nos permite comparar los resultados de nuestra red con los del panel de expertos del estudio de la red IRYSS. Los resultados de la comparación se mostrarán en el próximo capítulo.

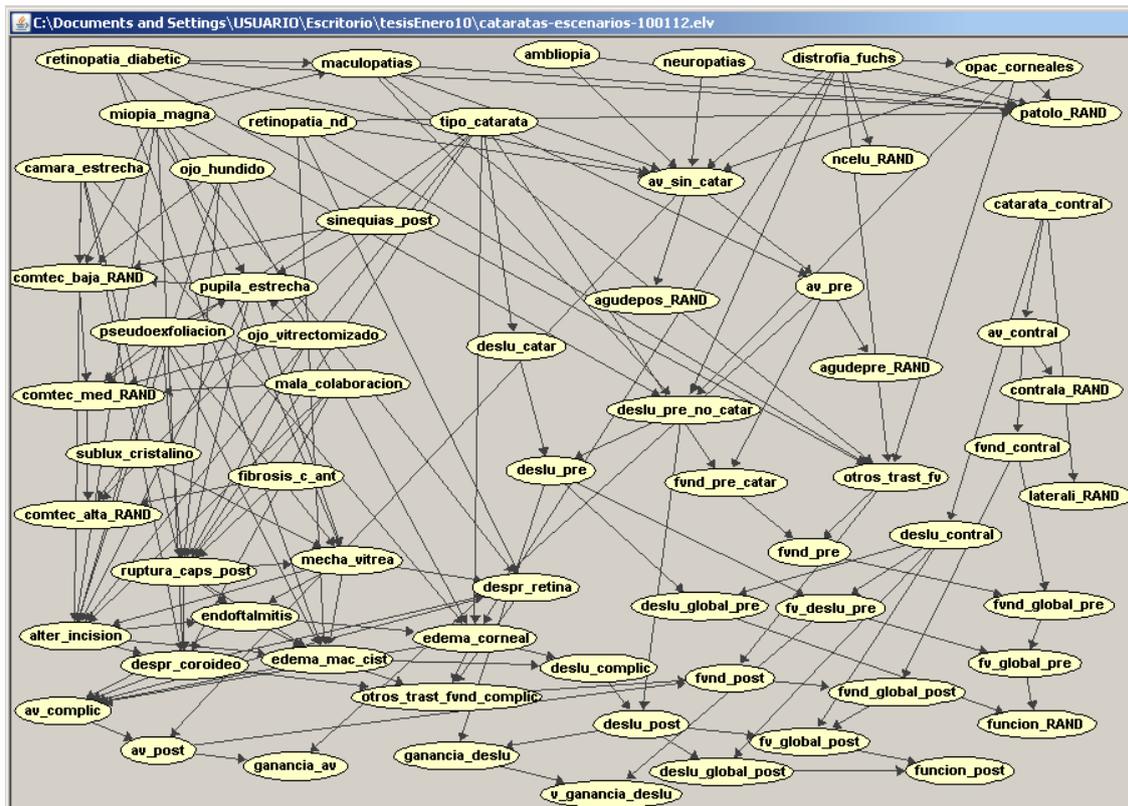


Figura 3.1: Red bayesiana, tal como lo muestra el programa Elvira.

3.2. Variables relativas al tipo de catarata

Hemos incluido en la red dos variables: `tipo_catarata` (tipo de catarata en el ojo a operar) y `catarata_contral` (catarata contralateral).

a) *Tipo de catarata en el ojo a operar (`tipo_catarata`)*

A la variable `tipo_catarata`, relativa al ojo a operar, le hemos asociado 5 valores: polar posterior, brunescente, blanca, moderada y leve. No incluimos aquí el valor ausente, porque esta variable siempre se refiere al ojo a operar, por tanto, presenta algún grado de catarata. Estos valores son una mezcla de los tipos de clasificación de la catarata, como vimos en la sección 2.1, ya que cada tipo de catarata lleva asociados unos riesgos determinados.

Dado que esta variable no tiene padres en la red, su tabla de probabilidad condicionada coincide con la probabilidad a priori. Teniendo en cuenta los estudios que hemos mencionado en el capítulo 2, y la experiencia profesional de la autora, a la variable `tipo_catarata` le hemos asignado las probabilidades que se muestran en la figura 3.2.

The screenshot shows a software window titled 'Nodo: tipo_catarata'. It has tabs for 'Nodo', 'Valores', 'Padres', and 'Relación'. The 'Relación' tab is active, showing a 'Tipo de relació...' dropdown set to 'General'. Below this are several radio button options: 'Probabilista' (selected), 'Todos los parámetros', 'Parámetros independient...', 'Valo...', 'Probabilida...', 'TPC', and 'Parámetros c...'. At the bottom, a table lists probabilities for different cataract types:

polar post...	0.02
brunescence	0.03
blanca	0.03
moderada	0.8
leve	0.12

Figura 3.2: Tabla de probabilidad para el tipo de catarata en el ojo a operar, tal como la muestra el programa Elvira.

Sus hijos son: av_pre, comtec_med_RAND, fvnd_pre_Catar, deslu_catar, ruptura_caps_post y alter_incision.

b) *Catarata contralateral (catarata_contral)*

A la variable *catarata_contral*, relativa al ojo distinto del que se va a operar, le hemos asignado 6 valores, que son los cinco de la variable *tipo_catarata* (polar posterior, brunescence, blanca, moderada y leve) más el valor “ausente”, porque es posible que en ese ojo no haya catarata.

Las prevalencias asignadas a esta variable se muestran en la tabla 3.3. Son estimaciones subjetivas basadas en las mismas fuentes que para la variable *tipo_catarata*, aunque con prevalencia disminuida debido a que primero operamos el ojo con mayor grado de catarata, por lo que la catarata del ojo contralateral se supone que es de menor grado.

polar post...	0.01
brunescence	0.0040
blanca	0.0040
moderada	0.3
leve	0.182
ausente	0.5

Tabla 3.3 Probabilidad a priori para *catarata_contral*.

Sus hijos son: av_contral, laterali-RAND, y deslu_contral.

3.3. Variables relativas a la función visual

En nuestra red hemos incluido tres conjuntos de variables relativas a la función visual:

5. la agudeza visual,
6. el deslumbramiento y

7. la reducción de la función visual, las limitaciones que produce.

Esta clasificación difiere de la utilizada en el estudio de la Red IRYSS, en el cual el deslumbramiento estaba incluido en la función visual, que estaba modelizada con cuatro categorías:

- Sin afectación: el paciente refiere no tener limitada su capacidad funcional debido a la catarata.
- Deslumbramientos: disminución de la percepción visual en función de la intensidad de la luz.
- Dificultades para el ocio: dificultad visual en actividades relacionadas con el ocio, que no limita la autonomía del paciente (ver la televisión, leer, coser, jugar).
- Dificultades para la vida diaria: dificultad en actividades de la vida diaria, que limita la autonomía del paciente, ya sea en actividades básicas de la vida diaria, como comer o lavarse, en las actividades instrumentales de la vida diaria como, hacer la compra o las tareas del hogar, o en las que afectan a su trabajo (incluyen los deslumbramientos al conducir si lo necesita para trabajar).

En cambio en nuestra red el deslumbramiento está representado por varias variables, distintas de la función visual propiamente dicha. El motivo de esta separación es el siguiente: la falta de agudeza visual en un ojo se compensa con la buena visión del otro. Por tanto, la limitación global asociada a la agudeza visual es el mínimo de la limitación asociada a cada ojo y por ello resulta natural representar este hecho mediante el **modelo MIN**. (Véase la sección 2.3.2.c) . En cambio, el deslumbramiento en un ojo no se compensa con la falta de deslumbramiento en el otro: basta que lo haya en uno de los dos para que haya deslumbramiento global; por tanto en este caso, conviene utilizar un **modelo OR**, que es un caso particular del **modelo MAX**. En las primeras versiones de nuestra red, los deslumbramientos (prequirúrgicos y postquirúrgicos, de cada uno de los dos ojos) estaban incluidos en las variables que representaban la función visual, como se había hecho en el estudio de la red IRYSS. El problema que ello ocasionaba es que a la hora de combinar las funciones visuales asociadas a ambos ojos para obtener la función visual global, no podíamos utilizar ni un modelo MAX ni un modelo MIN, con lo cual la combinación resultaba sumamente complicada. Por ello decidimos representar por separado los deslumbramientos, y combinarlos con la función visual en una fase muy posterior, como se verá en la sección 3.3.3.

Las variables usadas en la red para obtener una recomendación (en la escala 1-9) a partir de las probabilidades son: ganancia de agudeza visual postoperatoria (*ganancia_av*), eliminación o aparición de deslumbramientos postoperatorios (*v_ganancia_deslu*), ganancia deslumbramientos ipsilaterales postoperatorios incluyendo los previos no resueltos por la cirugía y los ganados por las complicaciones (*ganancia_deslu*) y la función postoperatoria (*función_post*).

3.3.1. Agudeza visual

Tal como hemos explicado en la sección 2.1., la agudeza visual es medida por el oftalmólogo con los optotipos de Snellen.

Dado que la agudeza visual es, por su propia definición, una variable continua y en redes bayesianas conviene trabajar con variables discretas, por las razones expuestas en la sección 2.3, conviene discretizarla. En un primer momento consideramos la posibilidad de utilizar la misma categorización que en el estudio de la red IRYSS, que medía la agudeza visual con tres categorías: ≥ 0.5 , $0.2-0.4$, ≤ 0.1 . Sin embargo, en nuestra red nos pareció oportuno ser más precisos, y por ello utilizamos una partición en cuatro intervalos: $[0, 0.15]$, $(0.15, 0.4]$, $(0.4, 0.7]$ y $(0.7, 1]$. Una ventaja de esta partición es la exhaustividad, pues considera todos los valores posibles de la agudeza visual, mientras que en la categorización anterior no estaba claro, por ejemplo, cuál sería la categoría correspondiente a una agudeza visual de 0.45. Otra ventaja de nuestra partición es que la categoría ≥ 0.5 , que a nuestro juicio era demasiado amplia, ha quedado dividida en dos intervalos, que representan mejor las implicaciones que esta variable tiene sobre la función visual.

En nuestra red, la agudeza visual está representada por cinco variables, que describimos a continuación. Todas ellas tienen un dominio formado por cuatro intervalos, como acabamos de explicar en el párrafo anterior.

Dos de ellas, *av_pre* (AV previa a la cirugía en el ojo a operar) y *av_contral* (AV contralateral) pueden conocerse con precisión antes de la cirugía de cataratas, realizando la medida correspondiente. La variable *av_post* (AV tras la cirugía, en el ojo a operar) puede medirse, igualmente, después de la intervención, aunque también es posible asignarle un valor mediante la estimación del oftalmólogo. Hay otras dos variables que nunca pueden conocerse con precisión, pero son importantes para representar adecuadamente en la red bayesiana las relaciones de causalidad: *av_sin_catar*, que indica la AV que tendría el ojo a operar si no hubiera catarata, y *av_complic*, que representa la reducción de la AV provocada por las complicaciones de la cirugía de cataratas. El nodo *av_post* tiene dos padres, que son *av_sin_catar* y *av_complic*, pues la AV tras la intervención depende sobre todo de la AV que resultaría al quitar la catarata, pero hay que “descontar” la reducción de AV provocada por las complicaciones.

a) Agudeza visual sin catarata (*av_sin_catar*)

La variable *av_sin_catar* representa la disminución de agudeza visual por causas distintas de la catarata. El valor de esta variable no se puede conocer con certeza, porque no es posible eliminar la catarata para medir la agudeza visual.

En nuestra red este nodo tiene siete padres, correspondientes a siete de esas causas: *ambliopía*, *distrofia_fuchs*, *maculopatías*, *neuropatías*, *opacidades_corneales*, *retinopatía_diabét* y *retinopatía_nd* (cf. Figura3.1). La interacción de esta variable con sus padres también está representada en la red mediante un modelo MIN, tal como se muestra en la tabla 3.4 porque la AV resultante es el mínimo de las que provocan cada uno de estos factores. En ella se indica la probabilidad de que cada uno de los padres pueda provocar una reducción de la AV; por ejemplo, la ambliopía en el 65% de los casos produce una reducción hasta el intervalo $(0.4, 0.7]$, en el 15% produce una reducción hasta el intervalo $(0.15, 0.4]$ y en el 5% de los casos hasta $[0, 0.15]$; en el resto de los casos, es decir, en el 15%, no produce disminución de la AV por debajo de 0.7.

	ambliopia	ambliopia	distrofia_f...	distrofia_f...	distrofia_f...	distrofia_f...	maculopat...	maculopat...	neuropatias
av_sin_catar	si	no	severa	moderada	leve	ausente	si	no	si
(0.7,1]	0.15	1.0	1.0E-4	0.0010	0.9	1.0	0.01	1.0	0.05
(0.4,0.7]	0.65	0.0	0.015	0.25	0.03	0.0	0.04	0.0	0.1
(0.15,0.4]	0.15	0.0	0.28	0.65	0.035	0.0	0.8	0.0	0.5
[0,0.15]	0.05	0.0	0.7049	0.099	0.035	0.0	0.15	0.0	0.35

	neuropatias	opac_com...	opac_com...	retinopati...	retinopati...	retinopati...	retinopati...	retinopati...	Residual
av_sin_catar	no	si	no	proliferativa	no prolifer...	ausente	si	no	-
(0.7,1]	1.0	0.3	1.0	0.01	0.1	1.0	0.1	1.0	0.97
(0.4,0.7]	0.0	0.6	0.0	0.15	0.7	0.0	0.3	0.0	0.02
(0.15,0.4]	0.0	0.05	0.0	0.74	0.15	0.0	0.5	0.0	0.0099
[0,0.15]	0.0	0.05	0.0	0.1	0.05	0.0	0.1	0.0	1.0E-4

Tabla 3.4: Probabilidad condicionada de la variable *av_sin_catar* (la AV que tendría el paciente si no fuera por la catarata).

Sus hijos son: *av_pre*, *av_post* y *agudepos RAND*

b) *Agudeza visual pre-quirúrgica (av_pre)*

La variable *av_pre* representa la agudeza visual del ojo a operar. Su valor puede medirse con los optotipos de Snellen, como ya hemos explicado.

En nuestro modelo la AV pre-quirúrgica está afectada por la presencia de catarata y por otras causas. Por eso el nodo *av_pre* tiene dos padres: *tipo_catarata* y *av_sin_catar*. Su probabilidad condicionada viene dada por un modelo MIN, como se muestra en la tabla 3.5. Las probabilidades correspondientes al enlace *av_sin_catar* → *av_pre* son todas 0 o 1, porque la relación entre estas dos variables es determinista. Las probabilidades para el enlace *tipo_catarata* → *av_pre* se han obtenido de por estimación subjetiva.

Sus hijos son: *ganancia_av*, *agudepre RAND* y *fvnd_pre_catar*.

c) *Agudeza visual reducida por las complicaciones (av_complic)*

Representa la reducción de la AV debida a las complicaciones a largo plazo (más de un mes) de la cirugía de cataratas. No incluye la reducción de visión por otros motivos, como, por ejemplo, comorbilidades.

Sus padres son: *despr_coroideo*, *despr_retina*, *edema_corneal*, *edema_mac_cist* y *endofthalmitis*.

	av_sin_catar (0.7, 1]	av_sin_catar (0.4, 0.7]	av_sin_catar (0.15, 0.4]	av_sin_catar [0, 0.15]
av_pre (0.7, 1]	1.0	0.0	0.0	0.0
av_pre (0.4, 0.7]	0.0	1.0	0.0	0.0
av_pre (0.15, 0.4]	0.0	0.0	1.0	0.0
av_pre [0, 0.15]	0.0	0.0	0.0	1.0

	tipo_catar... polar post...	tipo_catar... brunescen...	tipo_catar... blanca	tipo_catar... moderada	tipo_catar... leve	Residual
av_pre (0.7, 1]	0.1	0.01	0.01	0.2	0.999	1.0
av_pre (0.4, 0.7]	0.25	0.15	0.01	0.6	0.0010	0.0
av_pre (0.15, 0.4]	0.4	0.3	0.3	0.19	0.0	0.0
av_pre [0, 0.15]	0.25	0.54	0.68	0.01	0.0	0.0

Tabla 3.5: Probabilidad condicionada de la variable av_pre, cuyos padres son el tipo de catarata y av sin catar.

Las probabilidades para este nodo han sido asignadas mediante estimaciones subjetivas. En la tabla 3.6 se observa que la complicación que más afecta a la AV es la endoftalmitis, pues, según nuestra estimación, produce una reducción de la AV hasta el intervalo [0,0, 15] en el 99% de los casos; la que menor impacto tiene es el desprendimiento coroideo.

	despr_coroi... si	despr_coroi... no	despr_retina si	despr_retina no	edema_corn... si	edema_corn... no
av_complic (0.7, 1]	0.2	1.0	0.01	1.0	0.05	1.0
av_complic (0.4, 0.7]	0.4	0.0	0.15	0.0	0.35	0.0
av_complic (0.15, 0.4]	0.3	0.0	0.65	0.0	0.4	0.0
av_complic [0, 0.15]	0.1	0.0	0.19	0.0	0.2	0.0

	edema_corn... no	edema_mac... si	edema_mac... no	endofalmitis si	endofalmitis no	Residual
av_complic (0.7, 1]	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.99999
av_complic (0.4, 0.7]	0.0	0.05	0.0	0.0	0.0	1.0E-5
av_complic (0.15, 0.4]	0.0	0.7	0.0	0.01	0.0	0.0
av_complic [0, 0.15]	0.0	0.25	0.0	0.99	0.0	0.0

Tabla 3.6: Probabilidad condicionada para la reducción de la AV debido a las complicaciones quirúrgicas no resueltas en el primer mes.

Su hijo es *av_post*.

d) Agudeza visual post-quirúrgica (*av_post*)

Es la mejor agudeza visual corregida, al mes de la intervención. Su valor puede medirse objetivamente por el oftalmólogo mediante los optotipos de Snellen. Sin embargo, en la comparación con las recomendaciones del panel de expertos, la AV esperada tras la intervención, que es una de las variables que definen cada escenario, se ha identificado con la variable *av_post* de la red bayesiana, a pesar de que no hay una coincidencia exacta entre ellas, pues es posibles que el valor obtenido tras la cirugía no coincida con la estimación previa del oftalmólogo.

La AV post-quirúrgica (*av_post*), en principio, debería coincidir con *av_sin_catar*, pues en la operación siempre se elimina la catarata. Sin embargo, puede haber complicaciones de la cirugía que provoquen una disminución de la AV, la cual está representada por la variable *av_complic*, como ya hemos dicho. Por ello, el nodo *av_post* tiene dos padres en la red bayesiana, que son *av_sin_catar* y *av_complic*. La relación entre estas tres variables viene dada por un modelo MIN determinista, según puede verse en la tabla 3.8:

Tipo de relaci...		Min		Probabilista		Determini...			
<input checked="" type="radio"/> Todos los parámetros		<input type="radio"/> Valo...		<input type="radio"/> TPC		<input type="radio"/> Netos			
<input type="radio"/> Parámetros independient...		<input checked="" type="radio"/> Probabilida...		<input checked="" type="radio"/> Parámetros canóni...		<input type="radio"/> Compues...			
	<i>av_sin_catar</i>	<i>av_sin_catar</i>	<i>av_sin_catar</i>	<i>av_sin_catar</i>	<i>av_complic</i>	<i>av_complic</i>	<i>av_complic</i>	<i>av_complic</i>	Residual
<i>av_post</i>	(0.7,1]	(0.4,0.7]	(0.15,0.4]	[0,0.15]	(0.7,1]	(0.4,0.7]	(0.15,0.4]	[0,0.15]	-
(0.7, 1]	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
(0.4, 0.7]	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
(0.15, 0.4]	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
[0, 0.15]	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0

Tabla 3.7: Probabilidad condicionada para la variable *av_post*.

Tipo de relaci...		Min		Probabilista		Determini...			
<input checked="" type="radio"/> Todos los parámetros		<input checked="" type="radio"/> Valo...		<input type="radio"/> TPC		<input checked="" type="radio"/> Determini...			
<input type="radio"/> Parámetros independient...		<input type="radio"/> Probabilida...		<input checked="" type="radio"/> Parámetros canóni...		<input type="radio"/> Compues...			
	<i>av_sin_catar</i>	<i>av_sin_catar</i>	<i>av_sin_catar</i>	<i>av_sin_catar</i>	<i>av_complic</i>	<i>av_complic</i>	<i>av_complic</i>	<i>av_complic</i>	Residual
<i>av_post</i>	(0.7,1]	(0.4,0.7]	(0.15,0.4]	[0,0.15]	(0.7,1]	(0.4,0.7]	(0.15,0.4]	[0,0.15]	-
(0.7, 1]	(0.7, 1]	(0.4, 0.7]	(0.15, 0.4]	[0, 0.15]	(0.7, 1]	(0.4, 0.7]	(0.15, 0.4]	[0, 0.15]	(0.7, 1]

Tabla 3.8: La misma tabla de probabilidad condicionada para la variable *av_post*, que por ser determinista puede ser expresada en función del valor que toma esta variable dados sus padres.

Su único hijo es *ganancia_av*.

e) Agudeza visual contralateral (*av_contral*)

Se define como la agudeza visual del ojo que no va a ser operado.

Su único padre es la variable *catarata_contral*.

Para esta variable, las probabilidades son las mismas que en el enlace tipo_catarata → av_pre, como puede verse al comparar la tabla 3.9 con la 3.5.

	catarata_co...	catarata_co...	catarata_co...	catarata_co...	catarata_co...	catarata_co...	Residual
av_contral	polar posterior	brunesciente	blanca	moderada	leve	ausente	-
(0.7, 1]	0.1	0.01	0.01	0.2	0.999	1.0	0.8
(0.4, 0.7]	0.25	0.15	0.01	0.6	0.0010	0.0	0.1
(0.15, 0.4]	0.4	0.3	0.3	0.19	0.0	0.0	0.07
[0, 0.15]	0.25	0.54	0.68	0.01	0.0	0.0	0.03

Tabla 3.9 Probabilidad condicionada para la variable av_contral.

Sus hijos son: contrala RAND y fvnd_contral.

f) **Ganancia de agudeza visual postoperatoria (ganancia_av)**

Esta variable toma los siguientes valores: g3, g2, g1, g0, g-1, g-2, g-3.

g0 indica que no ha habido ganancia de agudeza visual; g1, que ha habido ganancia de un intervalo (por ejemplo, de [0, 0,15] a [0,15, 0,4]); y g2 y g3 que la ganancia ha sido de 2 o 3 intervalos, respectivamente. Los valores g-1, g-2 y g-3 indican pérdida de agudeza visual de uno, dos y tres intervalos, respectivamente.

Sus padres son: av-pre y av_post.

La tabla 3.10 representa el grado de mejoría en la agudeza visual. Esta variable tiene 7 valores posibles (-3 hasta +3), obtenidos a partir de las variables av_pre y av_post mediante una relación general determinista.

av_pre → av_post ↓	0,7-1	0,4-0,7	0,15-0,4	0-0,15
0,7-1	g0	g1	g2	g3
0,4-0,7	g-1	g0	g1	g2
0,15-0,4	g-2	g-1	0	g1
0-0,15	g-3	g-2	g-1	g0

Tabla 3.10: tabla para la variable ganancia_av.

Las probabilidades estimadas se muestran en la tabla 3.11. Como puede verse, se trata de una relación determinista, pues la ganancia o pérdida viene dada de forma fija por los valores de av_pre y av_post.

Tipo de relación		General			<input type="radio"/> Probabilista <input checked="" type="radio"/> Determinista			
<input checked="" type="radio"/> Todos los parámetros <input type="radio"/> Parámetros independientes		<input checked="" type="radio"/> Valores <input type="radio"/> Probabilidades			<input type="radio"/> TPC <input checked="" type="radio"/> Parámetros canónicos		<input checked="" type="radio"/> Netos <input type="radio"/> Compuestos	
av_pre	(0.7, 1]	(0.7, 1]	(0.7, 1]	(0.7, 1]	(0.4, 0.7]	(0.4, 0.7]	(0.4, 0.7]	(0.4, 0.7]
av_post	(0.7, 1]	(0.4, 0.7]	(0.15, 0.4]	[0, 0.15]	(0.7, 1]	(0.4, 0.7]	(0.15, 0.4]	[0, 0.15]
ganancia_av	g0	g-1	g-2	g-3	g1	g0	g-1	g-2

av_pre	(0.15, 0.4]	(0.15, 0.4]	(0.15, 0.4]	(0.15, 0.4]	[0, 0.15]	[0, 0.15]	[0, 0.15]	[0, 0.15]
av_post	(0.7, 1]	(0.4, 0.7]	(0.15, 0.4]	[0, 0.15]	(0.7, 1]	(0.4, 0.7]	(0.15, 0.4]	[0, 0.15]
ganancia_av	g2	g1	g0	g-1	g3	g2	g1	g0

Tabla 3.11: Probabilidad para la variable ganancia_av.

3.3.2. Deslumbramiento

Las probabilidades las hemos estimado de forma subjetiva, debido a la propia naturaleza de la variable y a la falta de estudios científicos que la incluyan.

En la red Catarnet, el deslumbramiento está modelizado por 10 variables, que son las siguientes:

a) *Deslumbramientos debidos a la catarata (deslu_catar)*

Esta variable representa los deslumbramientos producidos por la catarata. Su padre es la variable tipo_catarata.

Las probabilidades asignadas se muestran en la tabla 3.12. Como puede verse, la catarata que más deslumbramientos produce es la polar posterior (99'9% de los casos).

Nodo: deslu_catar						
Tipo de relación		General			<input checked="" type="radio"/> Probabilista <input type="radio"/> Determinista	
<input checked="" type="radio"/> Todos los parámetros <input type="radio"/> Parámetros independientes		<input checked="" type="radio"/> Valores <input type="radio"/> Probabilidades			<input type="radio"/> TPC <input checked="" type="radio"/> Parámetros canónicos	
tipo_catarata		polar posterior	brunescete	blanca	moderada	leve
si	0.999	0.9	0.85	0.4	0.05	
no	0.0010	0.1	0.15	0.6	0.95	

Tabla 3.12: Probabilidad condicionada para la variable deslu_catar.

Su hijo es deslu_pre.

b) **Deslumbramiento por otras causas (deslu_pre_no_catar)**

Son los deslumbramientos no provocados por la catarata, por tanto son los mismos antes y después de la cirugía.

Sus padres son: distrofia_Fuchs, maculopatías, miopía magna y opac_corneales.

El que más deslumbramiento provoca es la distrofia de Fuchs, que cuando está presente en un grado severo los origina en el 99'9% de los casos. También puede haber deslumbramiento provocado por causas no recogidas explícitamente en este modelo, con una probabilidad residual de 0'05%.

	distrofia_fuchs	distrofia_fuchs	distrofia_fuchs	distrofia_fuchs	maculopatias	maculopatias
deslu_pre_n...	severa	moderada	leve	ausente	si	no
si	0.999	0.998	0.9	0.0	0.7	0.0
no	0.0010	0.0020	0.1	1.0	0.3	1.0

	maculopatias	miopia_magna	miopia_magna	opac_corne...	opac_corne...	Residual
deslu_pre_n...	no	si	no	si	no	-
si	0.0	0.5	0.0	0.7	0.0	5.0E-4
no	1.0	0.5	1.0	0.3	1.0	0.9995

Tabla 3.13: Probabilidad condicionada para la variable deslu_pre_no_catar.

Su hijo es deslu_post.

c) **Deslumbramiento prequirúrgico en el ojo a operar (deslu_pre)**

Son los deslumbramientos preoperatorios, es decir, los producidos por la catarata y por otras circunstancias distintas a la catarata. Por ello, sus padres son: deslu_catar y deslu_pre_no_catar. Su relación viene dada por un modelo OR determinista, como puede verse en la tabla 3.14

Sus hijos son: fv_deslu_pre, deslu_global_pre y ganancia_deslu.

d) **Deslumbramiento global prequirúrgico (deslu_global_pre)**

Son los deslumbramientos globales, que incluyen los deslumbramientos del ojo contralateral y los deslumbramientos preoperatorios del ojo a operar.

Esta variable puede tomar los siguientes valores: ausente, no sabe, ambos, ojo contralateral y ojo operar, porque muchas veces el paciente no es capaz de precisar si le ocurren con uno u otro ojo.

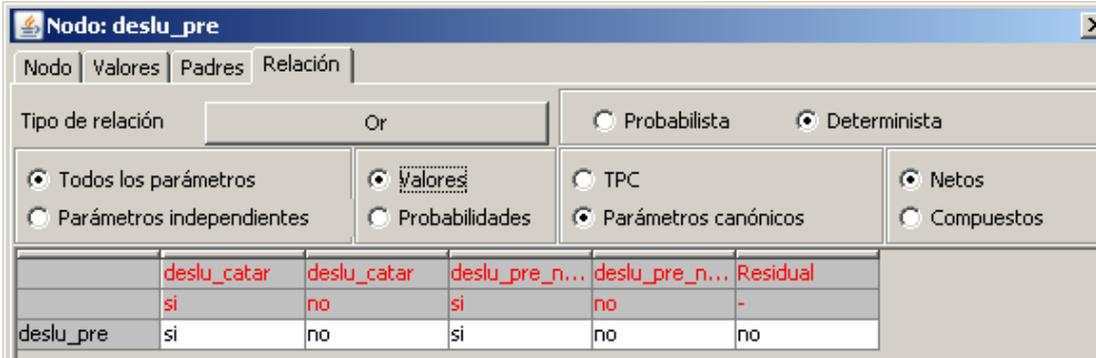


Tabla 3.14: Probabilidad condicionada para la variable deslu_pre.

Sus padres son: deslu_pre y deslu_contral. Las probabilidades, asignadas de forma subjetiva, se muestran en la tabla 3.15.

Tipo de relación		General			Probabilista
<input checked="" type="radio"/> Todos los parámetros	<input checked="" type="radio"/> Valores	<input type="radio"/> TPC	<input checked="" type="radio"/> Parámetros ca		
<input type="radio"/> Parámetros independientes	<input type="radio"/> Probabilidades	<input checked="" type="radio"/> Parámetros ca			
deslu_pre	si	si	no	no	
deslu_contral	si	no	si	no	
ojo operar	0.05	0.8	0.0010	0.0	
ojo contral	0.05	0.0010	0.8	0.0	
ambos	0.7	0.05	0.05	0.0	
no sabe	0.2	0.149	0.149	0.0	
ausente	0.0	0.0	0.0	1.0	

Tabla 3.15: Probabilidad condicionada para la variable deslu_global_pre.

Su hijo es funcion_RAND.

e) Deslumbramiento global postquirúrgico (deslu_global_post)

Esta variable es equivalente a deslu_global_pre, pero referida a los deslumbramientos postquirúrgicos. Por ello la hemos subdividido en los mismos valores: ausente, no sabe, ambos, ojo contralateral, ojo operado.

Sus padres son: deslu_post y deslu_contral. Las probabilidades para esta variable son las mismas que para deslu_global_pre (tabla 3.15).

Su hijo es funcion_post.

f) **Deslumbramiento por complicaciones (*deslu_complic*)**

Son los deslumbramientos producidos por las complicaciones tras operar la catarata. Esta variable puede tomar los valores: sí y no.

Sus padres son: edema_corneal y edema_mac_cist. Las probabilidades, estimadas de manera subjetiva, se obtienen mediante un modelo OR (tabla 3.16).

	edema_corn...	edema_corn...	edema_mac...	edema_mac...	Residual
deslu_complic	si	no	si	no	-
si	0.999	0.0	0.7	0.0	1.0E-4
no	0.0010	1.0	0.3	1.0	0.9999

Tabla 3.16: Probabilidad condicionada para la variable *deslu_complic*.

Su hijo es *deslu_post*.

g) **Deslumbramiento en el ojo contralateral (*deslu_contral*)**

Son los deslumbramientos del ojo que no se va a operar.

Esta variable puede tomar los valores: sí y no. Su único padre es *catarata_contral*.

Las probabilidades son las mismas que para el enlace *tipo_catarata* → *deslu_pre* (compárese la tabla 3.17 con la 3.14), salvo que la catarata contralateral puede estar ausente; en este caso, la probabilidad de deslumbramiento (debido a otras causas) es 0'1%.

	polar posterior	brunescence	blanca	moderada	leve	ausente
catarata_co...						
si	0.999	0.9	0.85	0.4	0.05	0.0010
no	0.0010	0.1	0.15	0.6	0.95	0.999

Tabla 3.17: Probabilidad condicionada para la variable *deslu_contral*.

Sus hijos son: `deslu_global_pre`, `deslu_global_post`, y `fv_global_post`.

h) Deslumbramiento postoperatorio (`deslu_post`)

Son los deslumbramientos postoperatorios del ojo operado, incluyen los deslumbramientos no debidos a la catarata (`deslu_pre_no_catar`) y los ocurridos por complicaciones (`deslu_complic`).

Puede tomar los siguientes valores: sí y no. Su tabla de probabilidad viene dada por un modelo OR determinista

Sus hijos son: `ganancia_deslu`, `deslu_global_post`, y `fv_global_post`.

i) Ganancia en deslumbramientos ipsilaterales postoperatorios incluyendo los previos no resueltos por la cirugía y los ganados por las complicaciones (`ganancia_deslu`).

Indica si la intervención ha añadido o eliminado deslumbramientos en el ojo a operar. S la ganancia en deslumbramientos ipsilaterales postoperatorios incluyendo los previos no resueltos por la cirugía y los ganados por las complicaciones. Sus valores son: añadido, igual y eliminado. Sus padres son: `deslu_pre` y `deslu_post` y su probabilidad condicional se muestra en la tabla 3.18.

Nodo: ganancia_deslu				
Nodo	Valores	Padres	Relación	
Tipo de relación: General (selected), Probabilista, Determinista (selected)				
<input checked="" type="radio"/> Todos los parámetros <input type="radio"/> Parámetros independientes <input checked="" type="radio"/> Valores <input type="radio"/> Probabilidades <input type="radio"/> TPC <input checked="" type="radio"/> Parámetros canónicos				
<code>deslu_pre</code>	si	si	no	no
<code>deslu_post</code>	si	no	si	no
<code>ganancia_d...</code>	igual	eliminado	añadido	igual

Tabla 3.18: Probabilidad para la variable `ganancia_deslu`.

De forma análoga al cálculo de la puntuación por mejoría en agudeza visual, en primer lugar se crea la variable `ganancia_deslu`, que representa la mejoría en cuanto a la presencia o ausencia de deslumbramiento. Esta variable tiene 3 valores posibles (-1, 0 y +1), obtenidos a partir de las variables `deslu_pre` y `deslu_post` mediante una relación general determinista (tabla 3.19).

deslu_pre → deslu_post ↓	no	sí
no	0 (sin cambio)	+1 (deslu eliminado)
sí	-1 (deslu añadido)	0 (sin cambio)

Tabla 3.19: Tabla para la variable ganancia_deslu.

j) Valoración de la ganancia en deslumbramiento (v_ganancia_deslu)

Esta variable se utiliza para calcular la puntuación asociada a la eliminación del deslumbramiento como consecuencia de la cirugía de cataratas (la puntuación será negativa cuando en la intervención surgen complicaciones que provocan un deslumbramiento que antes no existía), como veremos en la sección 3.3.2. Esta puntuación depende también de la función visual previa asociada al deslumbramiento en el ojo a operar. Por eso los padres de esta variable son: ganancia_deslu (cuyos valores son: añadido, igual y eliminado) y fv_deslu_pre (cuyos valores son: limit-diaria, limit-ocio y sin-limit).

La variable v_ganancia_deslu puede tomar 7 valores: -sin-lim-añadido, lim-ocio-añadido, lim-diaria-añadido, igual, sin-lim-eliminado, lim-ocio-eliminado, y lim-diaria-eliminado— que resultan de combinar los valores sus dos padres, y corresponden a los 7 valores numéricos que aparecen en la tabla 3.20

Tipo de relación		General		<input type="radio"/> Probabilista <input checked="" type="radio"/> Determinista					
<input checked="" type="radio"/> Todos los parámetros		<input checked="" type="radio"/> Valores		<input type="radio"/> TPC					
<input type="radio"/> Parámetros independientes		<input type="radio"/> Probabilidades		<input type="radio"/> Parámetros canónicos					
<input type="radio"/> Netos		<input type="radio"/> Compuestos							
ganancia_d...	eliminado	eliminado	eliminado	igual	igual	igual	añadido	añadido	añadido
fv_deslu_pre	limit-diaria	limit-ocio	sin-limit	limit-diaria	limit-ocio	sin-limit	limit-diaria	limit-ocio	sin-limit
v_ganancia...	lim-diaria-eli...	lim-ocio-eli...	sin-lim-elim...	igual	igual	igual	lim-diaria-añ...	lim-ocio-aña...	sin-lim-añadido

Tabla 3.20: Probabilidad para la variable v_ganancia_deslu.

3.3.3. Función visual (limitaciones que produce)

A las variables que representan las limitaciones debidas a la reducción de la función visual les hemos asignado tres valores: sin limitaciones (sin-limit), limitaciones para el ocio (limit-ocio) y limitaciones para la vida diaria (limit-diaria). A diferencia del estudio del panel de expertos en el tratamiento de estas variables no hemos tenido en cuenta los efectos que el deslumbramiento provoca sobre la función visual, sino que los hemos evaluado por separado, por las razones explicadas en la introducción de la sección 3.3. Salvo para las variables: fv_deslu_pre, fv_global_pre, fv_global_post, y funcion_post en las que sí hemos tenido en cuenta los des-

lumbramientos; para las variables: *fvnd_pre_catar*, *otros_trast_fv*, *fvnd_pre*, *fvnd_contral*, *fvnd_global_pre*, *otros_trast_fvnd_complic*, *fvnd_post*, *fvnd_global_post*, no hemos tenido en cuenta los deslumbramientos.

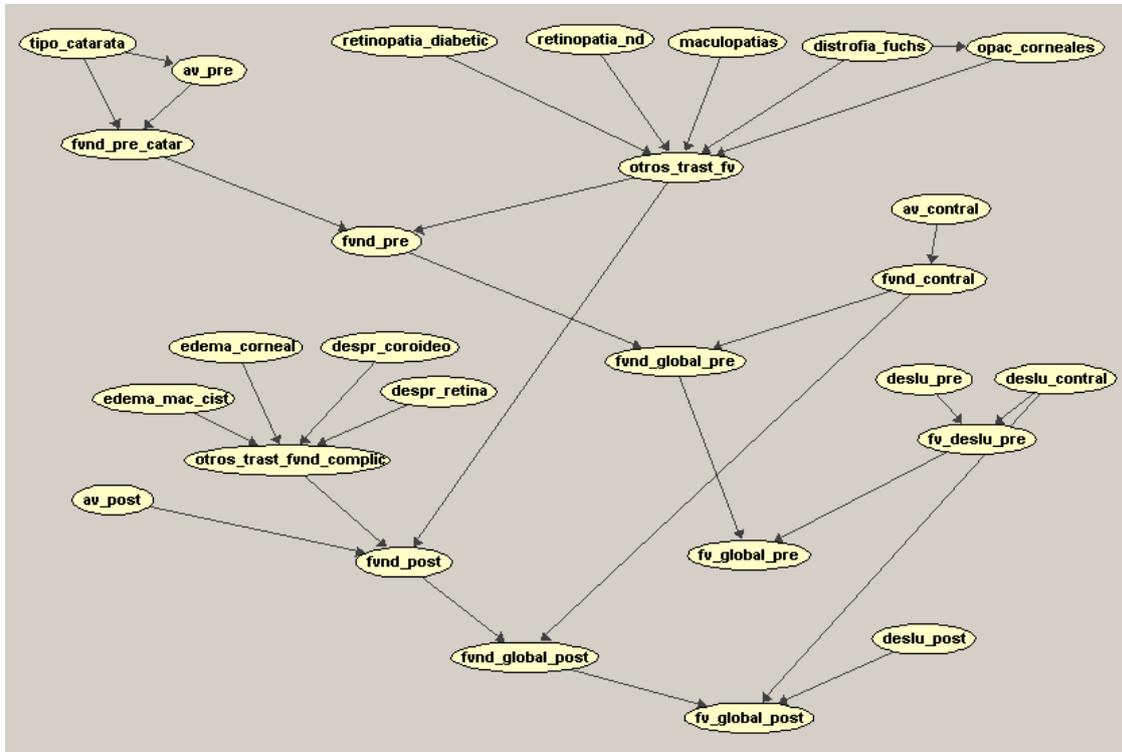


Figura 3.21: Subred correspondiente a la función visual, tal como lo muestra el programa Elvira.

a) Función visual no debida a deslumbramientos previa a la intervención de catarata (*fvnd_pre_catar*)

Es la función visual, sin incluir los deslumbramientos, previa a la intervención de cataratas. Sus padres son: *av_pre* y *tipo_catarata*.

Las probabilidades, que fueron asignadas de manera subjetiva, se muestran en la tabla 3.22. En este caso se utilizó un modelo MAX porque, como hemos dicho, las variables relativas a la función visual en realidad representan las limitaciones, y cuando hay dos causas, el efecto resultante es el máximo de las limitaciones producidas por cada una de ellas.

Su hijo es: *fvnd_pre*.

b) Otros trastornos de la función visual (*otros_trast_fv*)

Esta variable representa los trastornos de función visual distintos de los provocados por la reducción de la agudeza visual y por la catarata, como son la estereopsis, la reducción del campo visual, las alteraciones en la percepción del color, la sensibilidad al contraste, etc.

Los padres de este nodo corresponden a las causas de estos trastornos: retinopatía_diabetic, retinopatía_nd, maculopatías, distrofia_fuchs y opac_corneales.

	av_pre	av_pre	av_pre	av_pre
fvnd_pre_c...	(0.7, 1]	(0.4, 0.7]	(0.15, 0.4]	[0, 0.15]
limit-diaria	0.0050	0.1	0.3	0.95
limit-ocio	0.05	0.2	0.4	0.05
sin-limit	0.945	0.7	0.3	0.0

	tipo_catarata	tipo_catarata	tipo_catarata	tipo_catarata	tipo_catarata	Residual
fvnd_pre_c...	polar posterior	brunescence	blanca	moderada	leve	-
limit-diaria	0.0010	0.15	0.15	0.0	0.0	0.0
limit-ocio	0.0020	0.4	0.4	0.05	0.0	0.0
sin-limit	0.997	0.45	0.45	0.95	1.0	1.0

Tabla 3.22: Probabilidad condicionada para la variable fvnd_pre_catar.

Las probabilidades se asignaron de manera subjetiva y se muestran en la tabla 3.23 como en el caso anterior, hemos utilizado un modelo MAX porque los efectos en la reducción de la función visual son acumulativos.

Sus hijos son: fvnd_pre, y fvnd_post.

c) ***Función visual preoperatoria sin contar los deslumbramientos (fvnd_pre)***

La reducción de la función visual preoperatoria debida a otros factores distintos del deslumbramiento está representada por la variable fvnd_pre. Sus padres son: otros_trast_fv y fvnd_pre_catar. Las probabilidades se asignaron de manera subjetiva y se muestran en la tabla 3.24. También para esta variable hemos utilizado un modelo MAX pero en este caso de tipo determinista.

The screenshot shows a software interface for defining a node 'Nodo: otros_trast_fv'. It includes tabs for 'Nodo', 'Valores', 'Padres', and 'Relación'. The 'Relación' tab is active, showing a 'Max Causal' relationship type. Radio buttons indicate 'Probabilista' is selected. Below are three tables representing conditional probabilities for different states of the node.

	distrofia_fuchs	distrofia_fuchs	distrofia_fuchs	distrofia_fuchs	maculopatias
otros_trast_fv	severa	moderada	leve	ausente	si
limit-diaria	0.0010	5.0E-4	0.0	0.0	0.05
limit-ocio	0.75	0.55	0.01	0.0	0.15
sin-limit	0.249	0.4495	0.99	1.0	0.8

	maculopatias	opac_corne...	opac_corne...	retinopatia_...	retinopatia_...
otros_trast_fv	no	si	no	proliferativa	no proliferat..
limit-diaria	0.0	0.05	0.0	0.25	0.1
limit-ocio	0.0	0.1	0.0	0.65	0.26
sin-limit	1.0	0.85	1.0	0.1	0.64

	etinopatia_...	retinopatia_...	retinopatia_nd	retinopatia_nd	Residual
otros_trast_fv	no proliferat...	ausente	si	no	-
limit-diaria	0.1	0.0	0.0	0.0	1.0E-4
limit-ocio	0.26	0.0	0.15	0.0	0.0010
sin-limit	0.64	1.0	0.85	1.0	0.9989

Tabla 3.23: Probabilidad condicionada para la variable otros_trast-fv.

The screenshot shows a software interface for defining a node 'Nodo: fvnd_pre'. It includes tabs for 'Nodo', 'Valores', 'Padres', and 'Relación'. The 'Relación' tab is active, showing a 'Max Causal' relationship type. Radio buttons indicate 'Determinista' is selected. Below are three tables representing conditional probabilities for different states of the node.

	otros_trast_fv	otros_trast_fv	otros_trast_fv	fvnd_pre_c...	fvnd_pre_c...	fvnd_pre_c...	Residual
fvnd_pre	limit-diaria	limit-ocio	sin-limit	limit-diaria	limit-ocio	sin-limit	-
limit-diaria	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
limit-ocio	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
sin-limit	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0

Tabla 3.24: Probabilidad condicionada para la variable fvnd_pre.

Su hijo es: fvnd-global_pre

d) Función visual del ojo contralateral sin contar los deslumbramientos (fvnd_contral)

La variable fvnd_contral representa la reducción de la función visual en el ojo contralateral, sin tener en cuenta los deslumbramientos. Su único padre es av_contral. Su probabilidad condicional es la misma que para el enlace av_pre →

fvnd_pre_catar, como puede verse al comparar la tabla 3.5 con la tabla 3.22. No hemos utilizado un modelo canónico porque este nodo tiene un solo padre.

The screenshot shows the 'Nodo: fvnd_contral' dialog box with the 'Relación' tab selected. The 'Tipo de relación' is 'Max Generalizada' and 'Probabilista' is selected. The 'Valores' radio button is also selected. The table below shows the conditional probabilities for the node.

	av_contral	av_contral	av_contral	av_contral	Residual
fvnd_contral	(0.7, 1]	(0.4, 0.7]	(0.15, 0.4]	[0, 0.15]	-
limit-diaria	0.0050	0.1	0.3	0.95	0.01
limit-ocio	0.05	0.2	0.4	0.05	0.01
sin-limit	0.945	0.7	0.3	0.0	0.98

Tabla 3.25: Probabilidad condicionada para la variable fvnd_contral.

Sus hijos son: fvnd_global_pre, y fvnd_global_post.

e) Función visual global preoperatoria sin contar con los deslumbramientos (fvnd_global_pre)

Esta variable representa la reducción de la función visual de ambos ojos en conjunto, antes de la intervención, sin tener en cuenta los deslumbramientos. Sus padres son: fvnd_contral y fvnd_pre. La interacción de esta variable con sus padres está representada en la red mediante un modelo MIN determinista, porque si un ojo ve correctamente, ello es suficiente para que el paciente no tenga limitaciones. Por tanto, la limitación global es el mínimo de las dos limitaciones.

The screenshot shows the 'Nodo: fvnd_global_pre' dialog box with the 'Relación' tab selected. The 'Tipo de relación' is 'Min' and 'Determinista' is selected. The 'Valores' radio button is also selected. The table below shows the conditional probabilities for the node.

	fvnd_contral	fvnd_contral	fvnd_contral	fvnd_pre	fvnd_pre	fvnd_pre	Residual
	limit-diaria	limit-ocio	sin-limit	limit-diaria	limit-ocio	sin-limit	-
fvnd_global...	limit-diaria	limit-ocio	sin-limit	limit-diaria	limit-ocio	sin-limit	limit-diaria

Tabla 3.26: Probabilidad condicionada para la variable fvnd_global_pre.

Su hijo es fv_global_pre.

f) Función visual preoperatoria contando con los deslumbramientos (*fv_deslu_pre*)

La variable *fv_deslu_pre* representa la reducción de la función visual preoperatoria en el ojo contralateral, incluyendo la reducción debida a los deslumbramientos. Sus padres son: *deslu_pre* y *deslu_contral*. Para construir su tabla de probabilidad, hemos utilizado un modelo MAX causal, porque basta que haya deslumbramiento en uno de los ojos para que se produzca el deslumbramiento. Las probabilidades estimadas son las mismas para cada uno de los ojos, como puede verse en la tabla 3.27.

	deslu_pre	deslu_pre	deslu_contral	deslu_contral	Residual
fv_deslu_pre	si	no	si	no	-
limit-diaría	0.05	0.0	0.05	0.0	0.0
limit-ocio	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0
sin-limit	0.45	1.0	0.45	1.0	1.0

Tabla 3.27: Probabilidad condicionada para la variable *fv_deslu_pre*.

Sus hijos son: *fv_global_pre* y *v_ganancia_deslu*.

g) Función visual global preoperatoria (*fv_global_pre*)

En esta variable representa la reducción de la función visual debida a todos los factores, tanto de un ojo como de otro, incluyendo los deslumbramientos. Sus padres son: *fv_deslu_pre* y *fvnd_global_pre*. Hemos aplicado un modelo MAX determinista porque las limitaciones provocadas por el deslumbramiento o por otras causas son acumulativas.

	fv_deslu_pre	fv_deslu_pre	fv_deslu_pre	fvnd_global...	fvnd_global...	fvnd_global...	Residual
	limit-diaría	limit-ocio	sin-limit	limit-diaría	limit-ocio	sin-limit	-
fv_global_pre	limit-diaría	limit-ocio	sin-limit	limit-diaría	limit-ocio	sin-limit	sin-limit

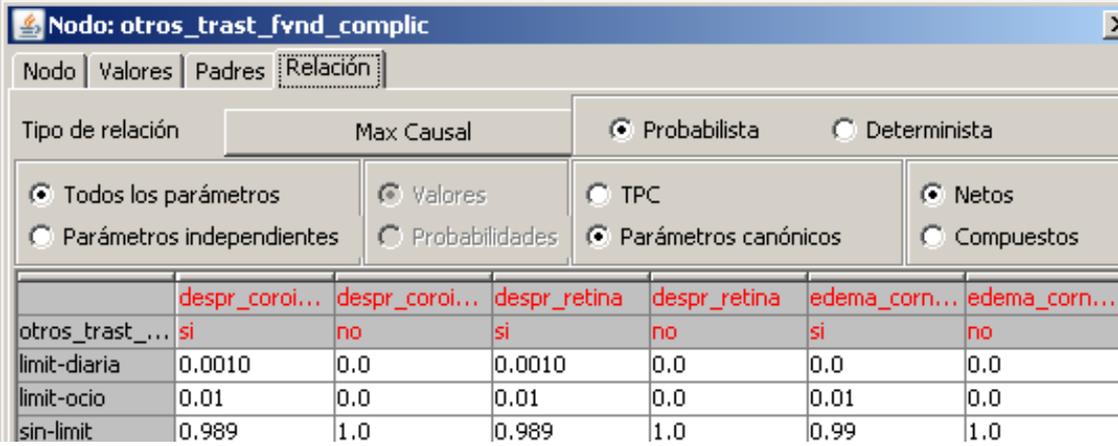
Tabla 3.28: Probabilidad condicionada para la variable *fv_global_pre*.

Su único hijo es `funcion RAND`.

h) Otros trastornos debidos a las posibles complicaciones quirúrgicas (`otros_trast_fvnd_complic`)

Esta variable representa la reducción de la función visual debida a otros trastornos (diferentes de la pérdida de agudeza visual y de los deslumbramientos) debidos a las complicaciones a largo plazo de la cirugía, es decir, las no resueltas en el primer mes. Se incluyen, por ejemplo, las alteraciones en la percepción de los colores, en la este-reopsis, o en el campo visual, etc.

Sus padres son: `despr_coroideo`, `despr_retina`, `edema_corneal` y `edema_mac_cist`. Para esta familia hemos utilizado un modelo MAX causal, como puede verse en la tabla 3.29 con estimación subjetiva de las probabilidades.



	<code>despr_coroi...</code>	<code>despr_coroi...</code>	<code>despr_retina</code>	<code>despr_retina</code>	<code>edema_corn...</code>	<code>edema_corn...</code>
<code>otros_trast_...</code>	si	no	si	no	si	no
limit-diaria	0.0010	0.0	0.0010	0.0	0.0	0.0
limit-ocio	0.01	0.0	0.01	0.0	0.01	0.0
sin-limit	0.989	1.0	0.989	1.0	0.99	1.0

	<code>edema_corn...</code>	<code>edema_corn...</code>	<code>edema_mac...</code>	<code>edema_mac...</code>	Residual
<code>otros_trast_...</code>	si	no	si	no	-
limit-diaria	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
limit-ocio	0.01	0.0	0.01	0.0	0.0
sin-limit	0.99	1.0	0.99	1.0	1.0

Tabla 3.29: Probabilidad condicionada para la variable `otros_trast_fvnd_complic`.

i) Función visual postoperatoria sin deslumbramientos (`fvnd_post`)

Esta variable representa la función visual postoperatoria sin tener en cuenta los deslumbramientos. Sí consideramos que la agudeza visual, previsiblemente mejorada tras la intervención (`av_post`), ya no provoca tanta limitación funcional como antes de la operación, pero también tenemos en cuenta que los trastornos de la función visual no debidos a la catarata siguen estando presentes y, además, las complicaciones quirúrgicas pueden afectar a la función visual. Por tanto, los padres de este nodo son `av_post`, `otros_trast_fvnd_complic` y `otros_trast_fv`.

De nuevo hemos utilizado un modelo MAX generalizada. No ha sido posible utilizar una MAX causal porque el efecto de la agudeza visual no es positivo, sino negativo: al aumentar la agudeza visual disminuye la limitación. En la tabla 3.30 puede observarse que las probabilidades asociadas a los dos últimos enlaces son unos y ceros, porque se trata de relaciones deterministas.

Nodo: fvnd_post

Relación

Tipo de relación: Max Generalizada

Probabilista Determinista

Todos los parámetros Parámetros independientes

Valores Probabilidades

TPC Parámetros canónicos

	av_post	av_post	av_post	av_post	otros_trast_fv
fvnd_post	(0.7, 1]	(0.4, 0.7]	(0.15, 0.4]	[0, 0.15]	limit-diaria
limit-diaria	0.0050	0.1	0.3	0.95	1.0
limit-ocio	0.05	0.2	0.4	0.05	0.0
sin-limit	0.945	0.7	0.3	0.0	0.0

	otros_trast_fv	otros_trast_fv	otros_trast_...	otros_trast_...	otros_trast_...	Residual
fvnd_post	limit-ocio	sin-limit	limit-diaria	limit-ocio	sin-limit	-
limit-diaria	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
limit-ocio	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
sin-limit	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0

Tabla 3.30: Probabilidad condicionada para la variable fvnd_post.

Su único hijo es fvnd_global_post.

j) Función visual global postoperatoria sin deslumbramientos (fvnd_global_post)

Es la función visual global, es decir, incluyendo la función visual del ojo contralateral, tras la intervención de catarata, pero sin tener en cuenta aún los deslumbramientos.

Sus padres son fvnd_post y fvnd_contral. De nuevo hemos utilizado un modelo MIN determinista, porque la limitación global es el mínimo de las limitaciones de ambos ojos.

Su hijo es fv_global_post.

k) Función visual global postoperatoria (fv_global_post)

Es la función visual global postoperatoria, incluyendo el efecto de los deslumbramientos de ambos ojos. Por tanto, sus padres son: fvnd_global_post, deslu_post (deslumbramientos del ojo operado) y deslu_contral. Hemos utilizado un modelo MAX determinista porque la limitación global es el máximo de las limitaciones provocadas por cada uno de estos padres.

	fvnd_contral	fvnd_contral	fvnd_contral	fvnd_post	fvnd_post	fvnd_post	Residual
fvnd_global...	limit-diaria	limit-ocio	sin-limit	limit-diaria	limit-ocio	sin-limit	-
limit-diaria	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0
limit-ocio	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
sin-limit	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0

	deslu_contral	deslu_contral	deslu_post	deslu_post
fv_global_post	si	no	si	no
limit-diaria	0.05	0.0	0.05	0.0
limit-ocio	0.9	0.0	0.9	0.0
sin-limit	0.05	1.0	0.05	1.0

	fvnd_global...	fvnd_global...	fvnd_global...	Residual
fv_global_post	limit-diaria	limit-ocio	sin-limit	-
limit-diaria	1.0	0.0	0.0	0.0
limit-ocio	0.0	1.0	0.0	0.0
sin-limit	0.0	0.0	1.0	1.0

Tabla 3.32: Probabilidad condicionada para la variable fv_global_post.

Su único hijo es funcion_post.

l) **Función visual postoperatoria (funcion_post)**

Es la función visual incluyendo ambos ojos, tras la cirugía, incluyendo los deslumbramientos. Por ello, sus padres son: deslu_global_post y fv_global_post.

Esta variable se categoriza en cuatro valores: sin limitaciones (sin-limit), deslumbramientos (deslu), limitaciones para el ocio (limit-ocio), limitaciones para la vida diaria (limit-diaria), que son los mismos que tiene la variable “función visual” (previa a la cirugía) en el estudio de la Red IRYSS.

Sus probabilidades vienen dadas por un modelo MAX causal determinista, como puede verse en la tabla 3.33:

	deslu_global...	deslu_global...	deslu_global...	deslu_global...	deslu_global...	fv_glo
funcion_post	ojo operar	ojo contral	ambos	no sabe	ausente	limit-di
limit-diaria	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
limit-ocio	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
deslu	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0	0.0
sin-limit	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0

	al...	deslu_global...	fv_global_post	fv_global_post	fv_global_post	Residual
funcion_post		ausente	limit-diaria	limit-ocio	sin-limit	-
limit-diaria		0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
limit-ocio		0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
deslu		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
sin-limit		1.0	0.0	0.0	1.0	1.0

Tabla 3.33: Probabilidad condicionada para la variable `funcion_post`.

3.4. Comorbilidades

Para realizar nuestra red, nos basamos en una base de datos obtenida por la Agencia Laín Entralgo con una tamaño de muestra de 1.458 pacientes recogida de distintos centros, usando como criterio de adecuación el considerado por un panel de expertos (Quintana *et al.*, 2006 y 2009). Las variables imprescindibles para asignar el grado de adecuación, considerado por el panel de expertos en el estudio RAND de la Red IRYSS, y que nos ayudaron a realizar nuestro algoritmo de decisión respecto a comorbilidades oculares asociadas a la catarata (variable dividida en 3 categorías) son

- Catarata simple: sin otra patología en el ojo a operar que pueda afectar al pronóstico visual. Incluye el glaucoma controlado con medicación o cirugía sin deterioro de la visión central, miopía sin retinopatía y oclusión de vasos que no afecte a la visión central.
- Catarata asociada a retinopatía diabética: según la clasificación del Early Treatment Diabetic Retinopathy Study. Incluye la retinopatía diabética no proliferativa, retinopatía diabética proliferativa sin características de alto riesgo y ausencia de edema macular.
- Catarata asociada a otras patologías que pueden interferir en el pronóstico visual: incluye retinopatías: desprendimiento de retina tratado quirúrgicamente, retinitis de cualquier causa; maculopatías: degeneración macular por tóxicos (alcohol), fármacos, factores hereditarios, miopía magna, DMAE; vasculopatías: oclusión rama venosa retina, trombosis venosa; neuropatías: neuritis óptica y neuropatía glaucomato-

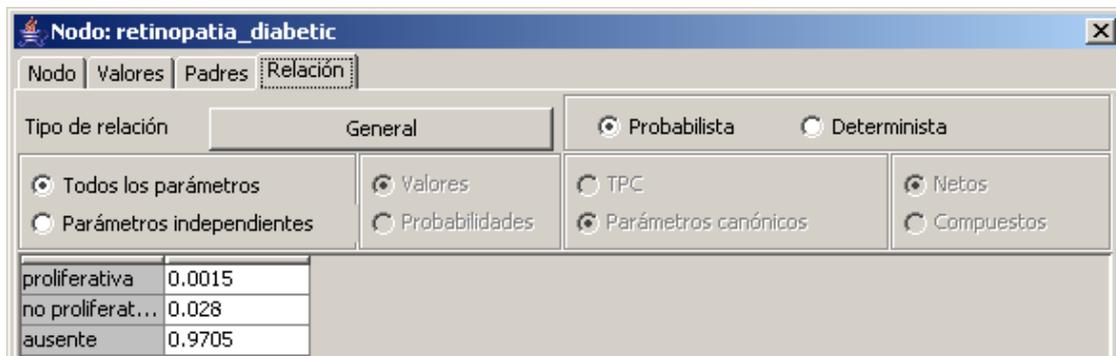
sa; ambliopía; distrofia u opacidades corneales (excepto distrofia de Fuchs): leucoma sin indicación de queratoplastia.

a) **Retinopatía diabética (*retinopatia_diabetic*)**

En nuestra red, esta variable puede tomar los siguientes valores: proliferativa, no proliferativa y ausente.

Sus padres son: Retinopatía diabética proliferativa; retinopatía diabética No proliferativa y retinopatía diabética ausente (incluye pacientes diabéticos sin retinopatía diabética y no diabéticos) .Si presenta maculopatía diabética, se refleja en la variable maculopatía.

Las probabilidades, asignadas de manera subjetiva a partir de la literatura científica, se muestran en la tabla 3.34



proliferativa	0.0015
no proliferat...	0.028
ausente	0.9705

Tabla 3.34: Probabilidad para la variable retinopatía_diabetic.

Sus hijos son: Edema_mac_cist, pupila_estrecha, otros_trast_fv (por ejemplo alteraciones del campo visual debidas a la terapia con láser retiniano De argón) y maculopatías.

b) **Retinopatía no diabética (*retinopatia_nd*)**

Esta variable se categoriza en los siguientes valores: sí y no.

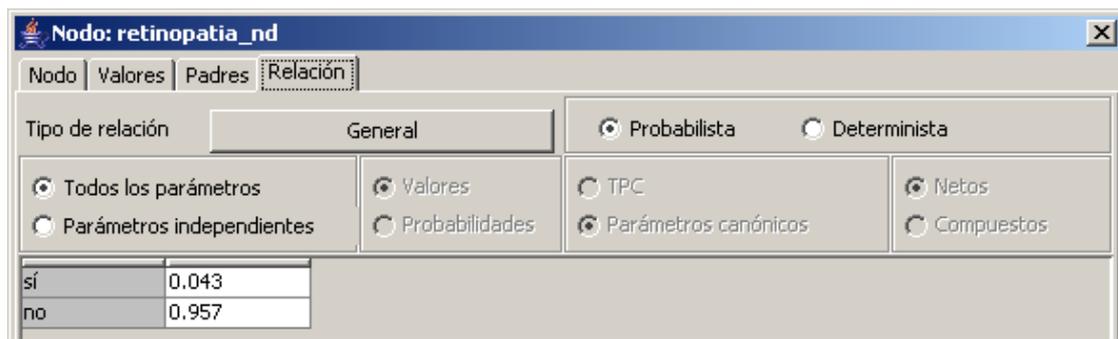
Incluye todos los tipos de retinopatía, excepto la diabética: retinopatía miópica, retinopatía tras desprendimiento de retina, retinitis, vasculopatías (oclusiones vasculares de ramas arteriolares, trombosis venosas...), distrofias retinianas, etc.

Los datos empleados, son estimaciones subjetivas y se muestran en la tabla 3.35.

Sus hijos son: patolo_RAND, av_sin_catar, otros trast fv, des-pre retina y edema_mac_cist.

c) **Ambliopía (*ambliopia*)**

Esta variable puede tomar los siguientes valores: sí y no.

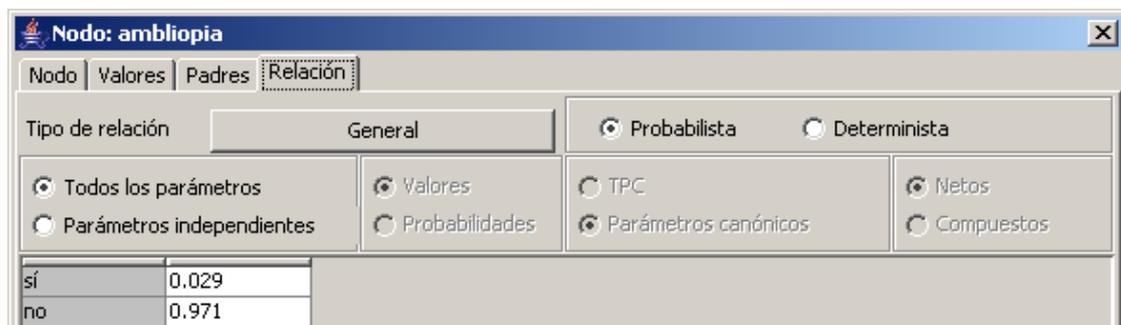


sí	0.043
no	0.957

Tabla 3.35: Probabilidad para la variable retinopatía_nd.

No se tiene en cuenta la severidad de la ambliopía. Los datos son estimaciones subjetivas apoyadas en datos encontrados en la literatura.

Las probabilidades, asignadas de manera subjetiva a partir de la literatura científica, se muestran en la tabla 3.36:



sí	0.029
no	0.971

Tabla 3.36: Probabilidad para la variable ambliopia.

Sus hijos son: av_sin_catar. Según la American Association of Ophthalmology 2006, un ojo ambliope tras la intervención de catarata alcanzara como máximo la visión que presentara ese ojo vago, por tanto el pronóstico visual es más reducido en pacientes ambliopes con catarata.

d) Maculopatías (maculopatias)

Esta variable puede tomar los siguientes valores: sí y no.

Sus padres son: retinopatía_diabética, miopía_magna y otras patologías oftálmicas incluidas en la prevalencia general de maculopatía.

En la variable maculopatía, se incluye todas las alteraciones maculares como la degeneración macular asociada a la edad (DMAE), la maculopatía diabética, agujero macular, etc. Si un paciente diabético presenta maculopatía diabética también se refleja en la red en la variable maculopatía.

Las probabilidades estimadas de manera subjetiva basadas en la literatura científica se muestran en la tabla 3.37:

The screenshot shows a software window titled 'Nodo: maculopatias'. It has tabs for 'Nodo', 'Valores', 'Padres', and 'Relación'. The 'Relación' tab is active, showing a 'Tipo de relación' of 'Max Causal'. There are radio buttons for 'Probabilista' (selected) and 'Determinista'. Below are more radio buttons for parameter settings: 'Todos los parámetros' (selected), 'Parámetros independientes', 'Valores', 'Probabilidades', 'TPC', 'Parámetros canónicos', 'Netos', and 'Compuestos'. At the bottom is a table with columns: 'miopia_magna', 'miopia_magna', 'retinopatia_...', 'retinopatia_...', 'retinopatia_...', and 'Residual'. The rows are 'maculopatias' and 'no'.

	miopia_magna	miopia_magna	retinopatia_...	retinopatia_...	retinopatia_...	Residual
maculopatias	si	no	proliferativa	no proliferat...	ausente	-
si	0.05	0.0	0.7	0.3	0.0	0.04
no	0.95	1.0	0.3	0.7	1.0	0.96

Tabla 3.37: Probabilidad para la variable maculopatias.

Sus hijos son: deslu_pre_no_catar, patolo_RAND, av_sin_catar y otros_trast_fv.

e) **Neuropatías (neuropatias)**

Esta variable puede tomar los siguientes valores: sí y no.

Las probabilidades estimadas de manera subjetiva basadas en la literatura científica se muestran en la tabla 3.38:

The screenshot shows a software window titled 'Nodo: neuropatias'. It has tabs for 'Nodo', 'Valores', 'Padres', and 'Relación'. The 'Relación' tab is active, showing a 'Tipo de relación' of 'General'. There are radio buttons for 'Probabilista' (selected) and 'Determinista'. Below are more radio buttons for parameter settings: 'Todos los parámetros' (selected), 'Parámetros independientes', 'Valores', 'Probabilidades', 'TPC', 'Parámetros canónicos', 'Netos', and 'Compuestos'. At the bottom is a table with columns: 'sí' and 'no'.

	sí	no
sí	0.03	
no	0.97	

Tabla 3.38: Probabilidad para la variable neuropatias.

Sus hijos son: patolo_RAND, y av_sin_catar.

f) **Distrofia de Fuchs (distrofia_fuchs)**

Esta variable puede tomar los siguientes valores: ausente, leve, moderada y severa.

Por su prevalencia y consecuencias en la cirugía de cataratas la hemos categorizado aparte en la red y en el RAND.

Las probabilidades asignadas de manera subjetiva a partir de la literatura científica se muestran en la tabla 3.39.

severa	3.0E-4
moderada	4.0E-4
leve	0.0010
ausente	0.9983

Tabla 3.39: Probabilidad para la variable distrofia_fuchs.

Sus hijos son: ncelu_RAND, opac_corneal, patolo_RAND, av_sin_catar, otros_trat_fv, av_sin_catar, deslu_pre_nocatar, edema_corneal

g) *Pseudoexfoliación (pseudoexfoliacion)*

En nuestra red, esta variable binomial puede tomar los siguientes valores: sí y no.

En la definición de pseudoexfoliación de nuestra red incluimos los ojos con mi-driasis >3mm y sin subluxación del cristalino.

Las probabilidades, asignadas de manera subjetiva a partir de la literatura científica, se muestran en la tabla 3.40.

sí	0.1
no	0.9

Tabla 3.40: Probabilidad para la variable pseudoexfoliacion.

La pseudoexfoliación puede ocasionar mecha_vítrea, edema_mac_cist, alter_incisión y ruptura_caps_post. Eso origina una serie de complicaciones moderadas o graves. Las probabilidades en nuestra red son de 0,03%, 0,04%, 0,04% y 0,1% respectivamente.

h) *Opacidades corneales (opac_corneales)*

Esta variable puede tomar los siguientes valores: sí y no. Su padre es distrofia_fuchs

Se incluyen el resto de distrofias (no Fuchs) y resto de alteraciones en la transparencia corneal, como leucomas. Cualquier nivel de opacidad dificulta todos los pasos intraoculares de la cirugía aumentando el riesgo de complicaciones. Esta variable es conocida previamente, por ello, la estimación de la prevalencia a priori, no tiene tanta importancia.

Las probabilidades estimadas de manera subjetiva se muestran en la tabla 3.41.

	distrofia_fuchs	distrofia_fuchs	distrofia_fuchs	distrofia_fuchs	Residual
opac_corne...	severa	moderada	leve	ausente	-
sí	0.99	0.6	0.1	0.0	0.03
no	0.01	0.4	0.9	1.0	0.97

Tabla 3.41: Probabilidad para la variable opac_corneales.

Sus hijos son: patolo RAND, otros_trast_fv, av_sin_catar y deslu_pre_no_catar.

3.5. Complejidad técnica

La clasificación de la complejidad técnica esperada de la cirugía (dividida en 3 categorías) utilizada por el método RAND es:

- Sin complejidad o baja: ausencia de factores que condicionen mayor complejidad técnica o presencia de cámara anterior estrecha (amplitud córnea-iris, menor o igual a 2), ojo hundido, miopía magna sin afectación retiniana, sinequias posteriores o pupila pequeña.
- Complejidad media: presencia de pseudoexfoliación con midriasis >3 mm y sin subluxación del cristalino, catarata densa, dilatación de la pupila escasa (midriasis <3mm, según las guías de dilatación), mala colaboración del paciente, ojo vitrectomizado o presencia de 2 ó más factores determinantes de complejidad baja.
- Complejidad alta: presencia de subluxación de cristalino, fibrosis de la cápsula anterior del cristalino, catarata brunesciente, catarata polar posterior o presencia de 2 ó más factores determinantes de complejidad técnica media.

3.6. Factores de riesgo para cirugía de cataratas

Entre los factores de riesgo valorados en nuestra red, se encuentran: ser un ojo previamente vitrectomizado, tener la pupila estrecha, presentar una cámara anterior estrecha, el ojo hundido, miopía magna, fibrosis de cápsula anterior, subluxación de cristalino (zónulas débiles), tener sinequias posteriores y presentar una mala colaboración del paciente

En nuestra red no incluimos la variable tipo de intervención porque el tipo de intervención realizada en todos los casos es la facoemulsificación.

a) ***Mala colaboración del paciente (mala_colaboracion)***

Esta variable puede tomar los siguientes valores: sí y no.

Es una estimación subjetiva según la exploración prequirúrgica, ya que no se encuentran datos en la literatura científica.

Las probabilidades, estimadas de manera subjetiva, se muestran en la tabla 3.42.



sí	0.03
no	0.97

Tabla 3.42: Probabilidad para la variable mala_colaboracion.

b) ***Subluxación de cristalino (sublux_cristalino)***

Esta variable puede tomar los siguientes valores: sí y no.

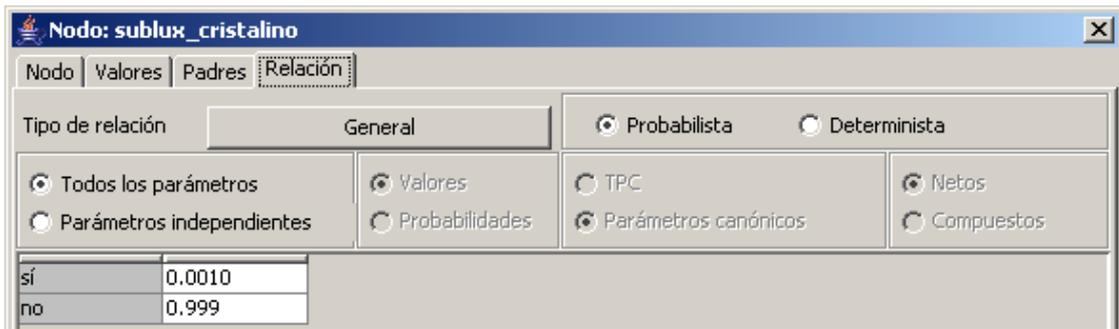
Los datos son estimaciones subjetivas basadas en la literatura.

Las probabilidades, asignadas de manera subjetiva a partir de la literatura científica, se muestran en la tabla 3.43.

Sus hijos son: mecha_vitrea y comtec_alta_RAND.

c) ***Cámara estrecha (camara_estrecha)***

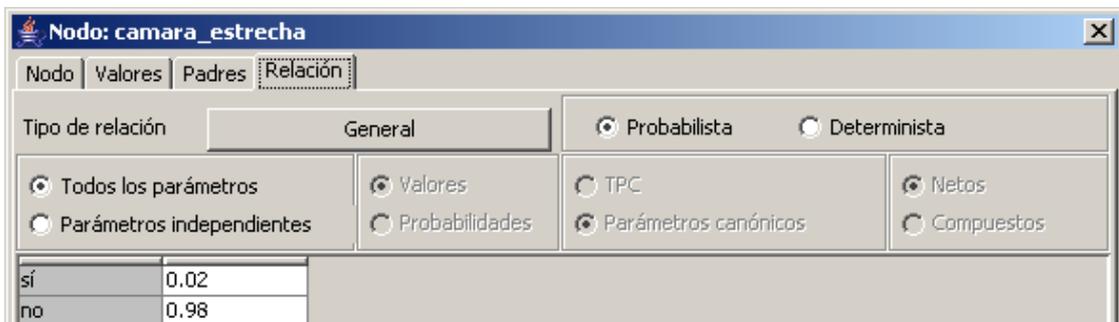
Esta variable puede tomar los siguientes valores: sí y no. El valor “sí” corresponde a una amplitud córnea-iris menor o igual a 2 mm.



sí	0.0010
no	0.999

Tabla 3.43: Probabilidad para la variable subluc_cristalino.

Las probabilidades, estimadas de manera subjetiva, se muestran en la tabla 3.44.



sí	0.02
no	0.98

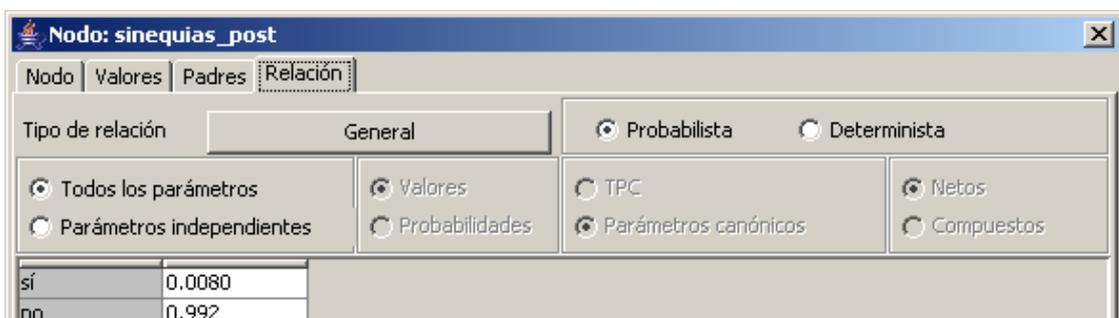
Tabla 3.44: Probabilidad para la variable camara_estrecha.

Sus hijos son: edema corneal, despr_coroideo, ruptura_caps_post, alter_incision, com_tec_baja_RAND.

d) Sinequias posteriores (*sinequias_post*)

Esta variable puede tomar los siguientes valores: sí y no.

Las probabilidades estimadas de manera subjetiva basadas en la literatura científica se muestran en la tabla 3.45.



sí	0.0080
no	0.992

Tabla 3.45: Probabilidad para la variable sinequias_post.

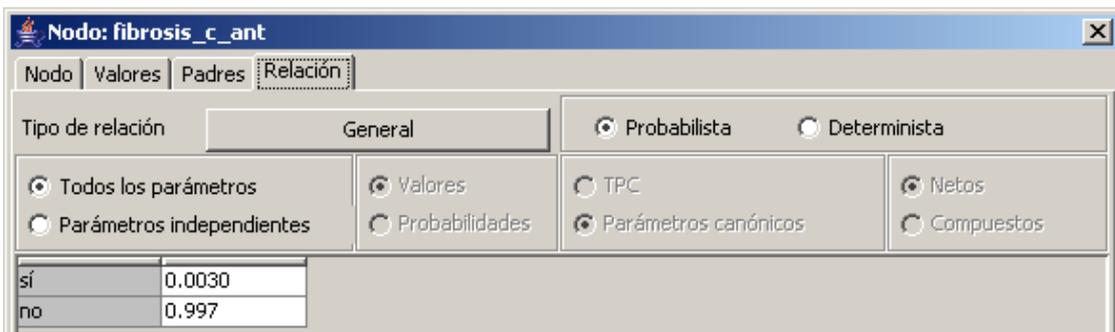
Sus padres son: ojo_vitreotomizado, pseudoexfoliacion, retinopatía_diabetic y sinequias_post.

Sus hijos son: pupila estrecha y complejidad_baja_RAND.

e) **Fibrosis de la cápsula anterior (fibrosis_c_ant)**

Esta variable puede tomar los siguientes valores: sí y no.

Las probabilidades estimadas de manera subjetiva basadas en la literatura científica se muestran en la tabla 3.46.



Valor	Probabilidad
sí	0.0030
no	0.997

Tabla 3.46: Probabilidad para la variable fibrosis_c_ant.

Sus hijos son: ruptura_de_caps_post y comtec-alta.

f) **Ojo hundido (ojo_hundido)**

Esta variable puede tomar los siguientes valores: sí y no.

Es una estimación subjetiva según la exploración prequirúrgica, ya que no se encuentran datos en las publicaciones científicas.

Las probabilidades, estimadas de manera subjetiva, se muestran en la tabla 3.47.



Valor	Probabilidad
sí	0.02
no	0.98

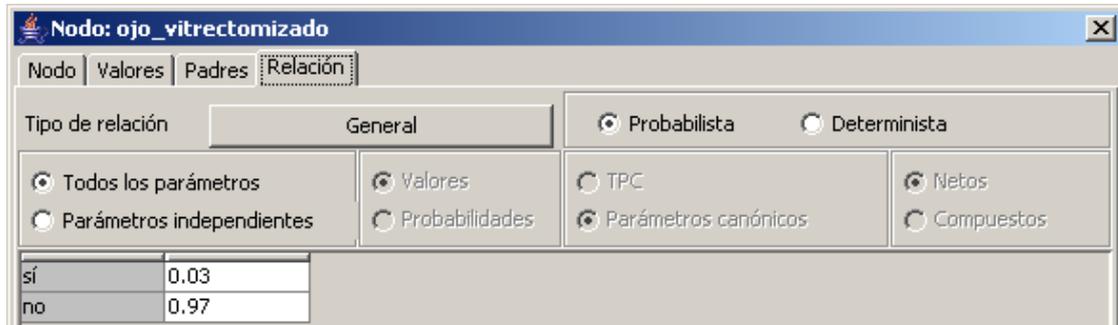
Tabla 3.47: Probabilidad para la variable ojo_hundido.

Sus hijos son: alter_incision, ruptura_caps_post, edema_corneal y comtec_baja_RAND.

g) Ojo vitrectomizado (*ojo_vitrectomizado*)

Esta variable puede tomar los siguientes valores: sí y no

Las probabilidades, asignadas de manera subjetiva a partir de la literatura científica, se muestran en la tabla 3.48.



Relación	Probabilista	Determinista
<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

sí	0.03
no	0.97

Tabla 3.48: Probabilidad para la variable *ojo_vitrectomizado*.

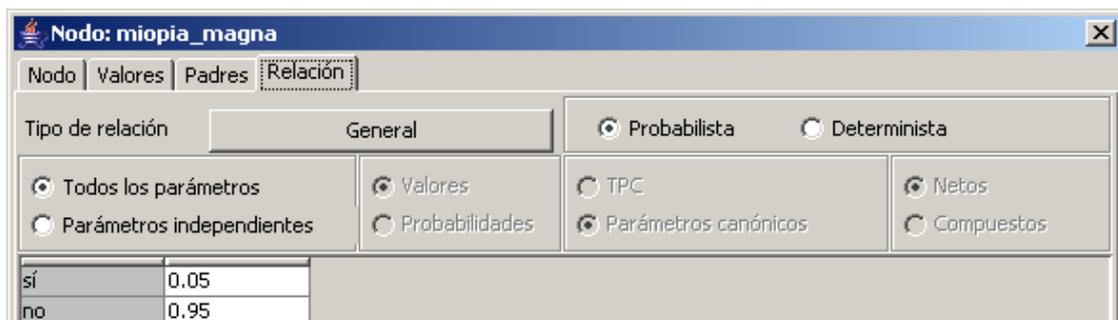
Sus hijos son: *pupila_estrecha*, *ruptura_caps_post* y *comtec_mod_RAND*

h) Miopía magna (*miopia_magna*)

Esta variable puede tomar los siguientes valores: sí y no.

La miopía magna tiene una asociación bien conocida con el desarrollo de cataratas nucleares y subcapsulares posteriores, lo cual aumenta la miopía y disminuye drásticamente la agudeza visual, aunque no se ha establecido el mecanismo fisiopatológico. En cuanto a la miopía leve y moderada hay opiniones divergentes (Muñoz Ruiz *et al.*, 2001). Nosotros consideramos en nuestro estudio a la variable miopía magna aquella mayor de 6 dioptrías porque desde esa magnitud comienzan las complicaciones miópicas. Además, también la consideramos sin retinopatía y sin maculopatía miópica (ya que ambas variables se deben incluir en retinopatía no diabética y en maculopatía). Por esos motivos, los datos han sido estimaciones subjetivas basadas en la literatura.

Las probabilidades, asignadas de manera subjetiva a partir de la literatura científica, se muestran en la tabla 3.49.



Relación	Probabilista	Determinista
<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

sí	0.05
no	0.95

Tabla 3.49: Probabilidad para la variable *miopia_magna*.

Sus hijos son: deslu_pre_no_catar, despr_retina, mecha_vitrea, alter_incision, maculopatía, despr_coroideo y comtec_baja_RAND.

i) **Pupila estrecha (pupila_estrecha)**

Esta variable puede tomar los siguientes valores: sí y no.

Para la red consideramos aquella menor de 5mm que incluya o no maniobras de dilatación ya que obtenemos las mismas complicaciones que usando otra clasificación, sin embargo en la red IRYSS recogían dos variables:

1) Pupila estrecha (ojo con midriasis inferior a 5 mm tras pauta de dilatación habitual) y

2) Mala dilatación pupilar (midriasis menor a 3 mm, tras pauta de dilatación)

Sus padres en nuestra red son: pseudoexfoliación, retinopatía_diabétic, ojo_vitrectomizado y sinequias_posteriores.

Los datos los he obtenido de la experiencia personal de la autora y de la literatura científica.

A continuación mostramos, en la tabla 3.50, las probabilidades para esta variable.

	pseudoexfol...	retinopatía_...	retinopatía_...	retinopatía_...	sinequias_post	sinequias_post	Residual
pupila_estre...		proliferativa	no proliferat...	ausente	sí	no	-
sí		0.65	0.6	0.0	0.8	0.0	0.015
no		0.35	0.4	1.0	0.2	1.0	0.985

	ojo_vitrecto...	ojo_vitrecto...	pseudoexfol...	pseudoexfol...	retinopatía_...	retinopatía_...	retinopal
pupila_estre...	sí	no	sí	no	proliferativa	no proliferat...	ausente
sí	0.4	0.0	0.4	0.0	0.65	0.6	0.0
no	0.6	1.0	0.6	1.0	0.35	0.4	1.0

Tabla 3.50: Probabilidad para la variable pupila_estrecha.

Sus hijos son: mecha_vitrea y ruptura_cáps_post.

3.7. Posibles complicaciones de la cirugía de cataratas

Como complicaciones perioperatorias (menos de un mes) hemos anotado: incisión anormal y mecha vítrea. Corresponden a la aparición de estas complicaciones en el postoperatorio inmediato, teniendo en cuenta que se solucionarán, pero por su impor-

tancia en el desarrollo de complicaciones y de éstas en los efectos finales de la intervención, decidimos introducirlas en la red. Esto nos diferencia del RAND, ya que ellos consideran las complicaciones al mes de la cirugía. Al final decidimos eliminar la variable hipertensión por no tener trascendencia final en el resultado debido a que con el tratamiento esa hipertensión desaparece.

Como complicaciones postoperatorias a largo plazo (más de un mes de la intervención) consideramos: endoftalmitis, desprendimiento de retina, desprendimiento coroideo, edema macular cistoide (solo consideramos los edemas clínicos), edema corneal, y rotura de cápsula posterior. Consideramos solo las que son permanentes (tanto en el nodo de su probabilidad de aparición como en los nodos de sus consecuencias: av y función visual y deslumbramientos). Las complicaciones postoperatorias a largo plazo las consideramos tanto en su incidencia como en su repercusión solo los casos que no se ha corregido. En la estimación de las probabilidades de los distintos grados de av y de función visual, consideramos el momento en que la complicación se ha estabilizado, es decir, que ya no va a mejorar ni a empeorar., lo cual suele ocurrir al mes de la intervención. Como consecuencia de este planteamiento, eliminamos en la depuración del modelo los nodos “hipertensión ocular” y “opacificación de la cápsula posterior” ya que aunque son una complicación frecuente en el postoperatorio es muy raro que tengan alguna repercusión en la agudeza o en la función visual final.

a) *Incisión anormal (alter_incision)*

Esta variable puede tomar los siguientes valores: sí y no.

Consideramos que las alteraciones en la incisión ocurridas durante la intervención son resueltas durante la misma.

Sus padres son: ojo_hundido, mala_colaboración, mecha_vítrea, cámara_estrecha, tipo_catarata, pseudoexfoliacion, pupila_estrecha y miopía_magna-

Las probabilidades, estimadas de manera subjetiva basadas en la literatura científica, se muestran en la tabla 3.51.

Sus hijos son: endoftalmitis y despr_coroideo.

b) *Endoftalmitis (endoftalmitis)*

Esta variable puede tomar los siguientes valores: sí y no.

Sus padres son: alter_incisión, ruptura_cáps_post y Mecha_vítrea.

Las probabilidades, asignadas de manera subjetiva basadas en la literatura científica, se muestran en la tabla 3.52:

Sus hijos son: edema_mac_cist, edema_corneal y av_complic.

Nodo: alter_incision							
Relación							
Tipo de relación		Max Causal		<input checked="" type="radio"/> Probabilista <input type="radio"/> Determinista			
<input checked="" type="radio"/> Todos los parámetros <input type="radio"/> Parámetros independientes		<input checked="" type="radio"/> Valores <input type="radio"/> Probabilidades		<input type="radio"/> TPC <input checked="" type="radio"/> Parámetros canónicos		<input checked="" type="radio"/> Netos <input type="radio"/> Compuestos	
	camara_estr...	camara_estr...	mala_colabo...	mala_colabo...	mecha_vitrea	mecha_vitrea	miopia_m...
alter_incision	si	no	si	no	si	no	si
si	0.05	0.0	0.08	0.0	0.09	0.0	0.05
no	0.95	1.0	0.92	1.0	0.91	1.0	0.95
	a_vitrea	miopia_magna	miopia_magna	ojo_hundido	ojo_hundido	pseudoexfol...	pseudoexfol...
alter_incision		si	no	si	no	si	no
si		0.05	0.0	0.1	0.0	0.04	0.0
no		0.95	1.0	0.9	1.0	0.96	1.0
	pupila_estre...	pupila_estre...	tipo_catarata	tipo_catarata	tipo_catarata	tipo_catarata	tipo_cata...
alter_incision	si	no	polar posterior	brunescente	blanca	moderada	leve
si	0.1	0.0	0.0	0.12	0.11	0.01	0.0
no	0.9	1.0	1.0	0.88	0.89	0.99	1.0
	estre...	tipo_catarata	tipo_catarata	tipo_catarata	tipo_catarata	tipo_catarata	Residual
alter_incision		polar posterior	brunescente	blanca	moderada	leve	-
si		0.0	0.12	0.11	0.01	0.0	0.0
no		1.0	0.88	0.89	0.99	1.0	1.0

Tabla 3.51: Probabilidad para la variable alter_incision.

Nodo: endoftalmitis							
Relación							
Tipo de relación		Max Causal		<input checked="" type="radio"/> Probabilista <input type="radio"/> Determinista			
<input checked="" type="radio"/> Todos los parámetros <input type="radio"/> Parámetros independientes		<input checked="" type="radio"/> Valores <input type="radio"/> Probabilidades		<input type="radio"/> TPC <input checked="" type="radio"/> Parámetros canónicos		<input checked="" type="radio"/> Netos <input type="radio"/> Compuestos	
	alter_incision	alter_incision	mecha_vitrea	mecha_vitrea	ruptura_cap...	ruptura_cap...	Residual
endoftalmitis	sí	no	sí	no	sí	no	-
sí	0.01	0.0	0.0010	0.0	0.0010	0.0	1.0E-5
no	0.99	1.0	0.999	1.0	0.999	1.0	0.99999

Tabla 3.52: Probabilidad para la variable endoftalmitis.

c) **Edema corneal (edema_corneal)**

Esta variable puede tomar los siguientes valores: sí y no.

Se considera el edema corneal a largo plazo (>1m)

Sus padres son: endoftalmitis, ojo_hundido, cámara_estrecha, tipo de catarata, distrofia_corneal_fuchs.

Las probabilidades, estimadas de manera subjetiva basadas en la literatura científica, se muestran en la tabla 3.53.

Nodo: edema_corneal							
Nodo	Valores	Padres	Relación				
Tipo de relación		Max Causal		<input checked="" type="radio"/> Probabilista <input type="radio"/> Determinista			
<input checked="" type="radio"/> Todos los parámetros <input type="radio"/> Parámetros independientes		<input checked="" type="radio"/> Valores <input type="radio"/> Probabilidades		<input type="radio"/> TPC <input checked="" type="radio"/> Parámetros canónicos		<input checked="" type="radio"/> Netos <input type="radio"/> Compuestos	
	camara_estr...	camara_estr...	distrofia_fuchs	distrofia_fuchs	distrofia_fuchs	distrofia_fuchs	endoftalmi...
edema_corn...	sí	no	severa	moderada	leve	ausente	sí
sí	0.0010	0.0	0.99	0.6	0.01	0.0	0.8
no	0.999	1.0	0.01	0.4	0.99	1.0	0.2
	distrofia_fuchs	endoftalmi...	endoftalmi...	ojo_hundido	ojo_hundido	tipo_catarata	tipo_catarata
edema_corn...	ausente	sí	no	sí	no	polar posterior	brunescen...
sí		0.8	0.0	0.05	0.0	1.0E-4	0.04
no		0.2	1.0	0.95	1.0	0.9999	0.96
	ojo_hundido	tipo_catarata	tipo_catarata	tipo_catarata	tipo_catarata	tipo_catarata	Residual
edema_corn...	no	polar posterior	brunescen...	blanca	moderada	leve	-
sí		1.0E-4	0.04	0.04	1.0E-4	0.0	1.0E-5
no		0.9999	0.96	0.96	0.9999	1.0	0.99999

Tabla 3.53: Probabilidad para la variable edema_corneal.

d) *Mecha vítrea (mecha_vítrea)*

Esta variable puede tomar los siguientes valores: sí y no.

Sus padres son: Ruptura_cáps_post, pseudoexfoliación, pupila_estrecha, sublux_cristalino, y miopía_magna.

Las probabilidades, estimadas de manera subjetiva basadas en la literatura científica, se muestran en la tabla 3.54.

Sus hijos son: endoftalmi..., edema_mac_cist, alter_incisión y despr_retina.

e) *Hipertensión*

Finalmente decidimos eliminar esta variable de la red, debido a que se deben tratar todas las hipertensiones postoperatorias, y a que, por tanto, su relevancia en el resultado postoperatorio de la intervención de cataratas (en cuanto a agudeza visual y función visual) es nula.

The screenshot shows the 'Nodo: mecha_vitrea' dialog box with the 'Relación' tab selected. The 'Tipo de relación' is set to 'Or'. The 'Probabilista' radio button is selected. The 'Valores' radio button is selected. The 'Parámetros canónicos' radio button is selected. The 'Netos' radio button is selected. Below the settings are two tables showing probabilities for the variable 'mecha_vitrea'.

	miopia_magna	miopia_magna	pseudoexfol...	pseudoexfol...	pupila_estre...	pupila_estre...	ruptura_...
mecha_vitrea	sí	no	sí	no	sí	no	sí
sí	0.05	0.0	0.03	0.0	0.02	0.0	0.65
no	0.95	1.0	0.97	1.0	0.98	1.0	0.35

	estre...	pupila_estre...	ruptura_cap...	ruptura_cap...	sublux_crist...	sublux_crist...	Residual
mecha_vitrea		no	sí	no	sí	no	-
sí		0.0	0.65	0.0	0.45	0.0	0.0020
no		1.0	0.35	1.0	0.55	1.0	0.998

Tabla 3.54: Probabilidad para la variable mecha_vitrea.

f) *Desprendimiento coroideo (despr_coroideo)*

Esta variable puede tomar los siguientes valores: presente y ausente.

Consideramos que es una complicación precoz de la intervención pero cuya resolución es a largo plazo.

Los padres son: camara_estrecha, alter_incision, miopía_magna, mala_colaboracion y ruptura_caps_post.

Las probabilidades, asignadas de manera subjetiva basadas en la literatura científica, se muestran en la tabla 3.55.

The screenshot shows the 'Nodo: despr_coroideo' dialog box with the 'Relación' tab selected. The 'Tipo de relación' is set to 'Max Causal'. The 'Probabilista' radio button is selected. The 'Valores' radio button is selected. The 'Parámetros canónicos' radio button is selected. The 'Netos' radio button is selected. Below the settings are two tables showing probabilities for the variable 'despr_coroideo'.

	alter_incision	alter_incision	camara_estr...	camara_estr...	mala_colabo...	mala_colabo...	miopia_m...
despr_coroi...	si	no	si	no	si	no	si
si	2.0E-4	0.0	1.5E-4	0.0	2.5E-4	0.0	8.0E-4
no	0.9998	1.0	0.99985	1.0	0.99975	1.0	0.9992

	olabo...	mala_colabo...	miopia_magna	miopia_magna	ruptura_cap...	ruptura_cap...	Residual
despr_coroi...		no	si	no	si	no	-
si		0.0	8.0E-4	0.0	2.5E-4	0.0	0.0
no	5	1.0	0.9992	1.0	0.99975	1.0	1.0

Tabla 3.55: Probabilidad para la variable despr_coroideo.

Sus hijos son: av_complic y otros_trast_fv_complic.

g) Desprendimiento de retina (*despr_retina*)

Esta variable puede tomar los siguientes valores: sí y no.

Sus padres son: *miopia_magna*, *despr_coroideo*, *mecha_vitrea* y *retinopatía_nd*.

Las probabilidades, asignadas de manera subjetiva a partir de la literatura científica, se muestran en la tabla 3.56.

	<i>despr_coroi...</i>	<i>despr_coroi...</i>	<i>mecha_vitrea</i>	<i>mecha_vitrea</i>	<i>miopia_magna</i>	<i>miopia_magna</i>	<i>retinopal</i>
<i>despr_retina</i>	si	no	si	no	si	no	si
si	0.2	0.0	0.07	0.0	0.07	0.0	0.02
no	0.8	1.0	0.93	1.0	0.93	1.0	0.98

	<i>_vitrea</i>	<i>mecha_vitrea</i>	<i>miopia_magna</i>	<i>miopia_magna</i>	<i>retinopatía_nd</i>	<i>retinopatía_nd</i>	Residual
<i>despr_retina</i>		no	si	no	si	no	-
si		0.0	0.07	0.0	0.02	0.0	5.0E-4
no		1.0	0.93	1.0	0.98	1.0	0.9995

Tabla 3.56: Probabilidad para la variable *despr_retina*

Sus hijos son: *otros_trast_fvnd_complic* y *av_complic*.

h) Ruptura cápsula posterior (*ruptura_caps_post*)

Esta variable puede tomar los siguientes valores: sí y no.

Sus padres son: *fibrosis_c_ant*, *ojo_hundido*, *cámara_estrecha*, *mala_colaboración*, *retinop_diabética*, *ojo_vitrectomizado*, *tipo_catarata*, *pseudoexfoliación*, *pupila_estrecha*.

Las probabilidades, asignadas de manera subjetiva a partir de la literatura científica, se muestran en la tabla 3.57.

Sus hijos son: *mecha_vítrea*, *endoftalmitis*, *edema_mac_cist* y *despre_coroideo*.

i) Opacificación de la cápsula posterior

Produce una pérdida visual progresiva. Es la complicación mas frecuente, tiene fácil solución. El tratamiento consiste en la apertura de la cápsula posterior con láser YAG (Olson *et al.*, 1998; Hollick *et al.*, 2000).

Por no haberla incluido en el RAND, decidimos no incluirla tampoco en la red.

Nodo: ruptura_caps_post							
Relación							
Tipo de relación		Max Causal		<input checked="" type="radio"/> Probabilista		<input type="radio"/> Determinista	
<input checked="" type="radio"/> Todos los parámetros		<input checked="" type="radio"/> Valores		<input type="radio"/> TPC		<input checked="" type="radio"/> Netos	
<input type="radio"/> Parámetros independientes		<input type="radio"/> Probabilidades		<input checked="" type="radio"/> Parámetros canónicos		<input type="radio"/> Compuestos	
	fibrosis_c_ant	fibrosis_c_ant	camara_estr...	camara_estr...	mala_colabo...	mala_colabo...	ojo_hundido
ruptura_cap...	sí	no	sí	no	sí	no	sí
sí	0.2	0.0	0.02	0.0	0.2	0.0	0.1
no	0.8	1.0	0.98	1.0	0.8	1.0	0.9
	ojo_hundido	ojo_hundido	ojo_vitreco...	ojo_vitreco...	pseudoexfol...	pseudoexfol...	pupila_...
ruptura_cap...	sí	no	sí	no	sí	no	sí
sí	0.1	0.0	0.09	0.0	0.1	0.0	0.2
no	0.9	1.0	0.91	1.0	0.9	1.0	0.8
	pupila_estre...	pupila_estre...	tipo_catarata	tipo_catarata	tipo_catarata	tipo_catarata	tipo_ca...
ruptura_cap...	sí	no	polar posterior	brunescen...	blanca	moderada	leve
sí	0.2	0.0	0.5	0.2	0.15	0.04	0.0
no	0.8	1.0	0.5	0.8	0.85	0.96	1.0
	estre...	tipo_catarata	tipo_catarata	tipo_catarata	tipo_catarata	tipo_catarata	Residual
ruptura_cap...		polar posterior	brunescen...	blanca	moderada	leve	-
sí		0.5	0.2	0.15	0.04	0.0	0.0090
no		0.5	0.8	0.85	0.96	1.0	0.991
	estre...	tipo_catarata	tipo_catarata	tipo_catarata	tipo_catarata	tipo_catarata	Residual
ruptura_cap...	e	polar posterior	brunescen...	blanca	moderada	leve	-
si		0.5	0.2	0.15	0.04	0.0	0.0090
no		0.5	0.8	0.85	0.96	1.0	0.991

Tabla 3.57: Probabilidad para la variable ruptura_caps_post.

j) *Edema macular cistoide: (edema_mac_cist)*

Esta variable puede tomar los siguientes valores: sí y no

Sus padres son: retinopatía_diabética, retinopatía_nd, pseudoexfoliación, pupila_estrecha, alter_incisión, endoftalmitis, ruptura_caps_post y mecha vítrea.

Los datos proceden de estimaciones subjetivas basadas en la literatura. Consideramos el edema macular cistoide clínicamente significativo (no valoramos en la red el que no tiene repercusión clínica) a largo plazo (>1 mes tras la cirugía).

Las probabilidades, asignadas de manera subjetiva a partir de la literatura científica, se muestran en la tabla 3.58.

Sus hijos son: deslu_complic, av_complic y otros_trast_fvnd_complic.

The screenshot shows a software window titled 'Nodo: edema_mac_cist'. It has tabs for 'Nodo', 'Valores', 'Padres', and 'Relación'. The 'Relación' tab is active, showing 'Tipo de relación' set to 'Max Causal'. There are radio buttons for 'Probabilista' (selected) and 'Determinista'. Below are more options: 'Todos los parámetros' (selected) vs 'Parámetros independientes', 'Valores' (selected) vs 'Probabilidades', 'TPC' vs 'Parámetros canónicos', and 'Netos' (selected) vs 'Compuestos'.

Below the settings are four tables showing conditional probabilities for the variable 'edema_mac_cist' (rows: 'sí', 'no') based on different parent variables (columns):

	endoftalmitis	endoftalmitis	mecha_vitrea	mecha_vitrea	pseudoexfol...	pseudoexfol...	retinopal
edema_mac...	sí	no	sí	no	sí	no	proliferal
sí	0.95	0.0	0.05	0.0	0.04	0.0	0.35
no	0.05	1.0	0.95	1.0	0.96	1.0	0.65

	retinopatía_...	retinopatía_...	retinopatía_...	retinopatía_nd	retinopatía_nd	ruptura_cap...	ruptura...
edema_mac...	proliferativa	no proliferat...	ausente	sí	no	sí	no
sí	0.35	0.1	0.0	0.01	0.0	0.02	0.0
no	0.65	0.9	1.0	0.99	1.0	0.98	1.0

	atía_...	retinopatía_...	retinopatía_nd	retinopatía_nd	ruptura_cap...	ruptura_cap...	Residual
edema_mac...	iferat...	ausente	sí	no	sí	no	-
sí		0.0	0.01	0.0	0.02	0.0	1.0E-4
no		1.0	0.99	1.0	0.98	1.0	0.9999

	alter_incision	alter_incision	endoftalmitis	endoftalmitis	mecha_vitrea	mecha_vitrea	pseudoe
edema_mac...	si	no	si	no	si	no	si
si	0.04	0.0	0.95	0.0	0.05	0.0	0.04
no	0.96	1.0	0.05	1.0	0.95	1.0	0.96

Tabla 3.58: Probabilidad para la variable edema_mac_cist.

3.8. Variables introducidas para la comparación con el estudio RAND

Para la comparación con los resultados del estudio RAND de la red IRYSS, añadimos las siguientes variables:

- patología, según la clasificación del estudio RAND (patolo_RAND),
- agudeza visual preoperatoria (agudepre_RAND),
- función global preoperatoria, incluyendo los deslumbramientos (funcion_RAND).
- número de células endoteliales (ncelu_RAND),
- catarata unilateral o bilateral (laterali_RAND),
- catarata contralateral (catarata_contral),
- agudeza visual del ojo contralateral (contrala_RAND),
- complejidad técnica baja, media y alta (comtec_baja_RAND, comtec_med_RAND y comtec_alta_RAND, respectivamente) y
- agudeza visual esperada postoperatoria (agudepos_RAND).

a) **Patología según el RAND (*patolo_RAND*)**

Se divide en los siguientes valores: catarata simple, asociada a retinopatía diabética, asociada a otra retinopatía y asociada a distrofia de Fuchs.

Sus padres son: retinopatía_diabetic, retinopatía_nd, distrofia_fuchs, ambliopia, maculopatías, neuropatías y opac_corneales.

El valor que toma la variable patolo_RAND depende de forma determinista de los valores que toman sus padres. No mostramos aquí la tabla porque sus valores son obvios y porque tiene 384 columnas.

b) **Agudeza preoperatorio con catarata (*agudepre_RAND*)**

Sus valores son: $\leq 0,1$, $0,2-0,4$, $\geq 0,5$, es decir, tiene tres valores, mientras que su único padre, av_pre, tiene cuatro. Su tabla de probabilidades se muestra en la tabla 3.64.

av_pre	(0,7, 1]	(0,4, 0,7]	(0,15, 0,4]	[0, 0,15]
agudepre_R...	$\geq 0,5$	$\geq 0,5$	0,2_0,4	$\leq 0,1$

Tabla 3.64: Probabilidad para la variable agudepre_RAND.

c) **Funcion final bilateral incluyendo deslumbramientos (*funcion_RAND*)**

Sus valores son: sin-limita, deslu, limit-ocio y limit-diaria; a diferencia de la variable fv_global_pre, que sólo toma tres, porque ésta no incluye los deslumbramientos. Los padres de funcion_RAND son, por tanto, fvnd_global_pre y deslu_global_pre.

Las probabilidades se muestran en la siguiente tabla 3.67, que es determinista porque en este caso el valor del hijo es función de los valores de los padres.



The screenshot shows a software interface for defining a node relationship. The 'Relación' tab is active, showing 'Max Causal' as the relationship type, 'Determinista' as the model type, and 'Probabilista' as the parameter type. A table below lists the relationship matrix for 'funcion RAND' across five states: 'ojo operar', 'ojo contral', 'ambos', 'no sabe', and 'ausente'. The matrix values are: (0,0)=0.0, (0,1)=0.0, (0,2)=0.0, (0,3)=0.0, (0,4)=0.0; (1,0)=1.0, (1,1)=1.0, (1,2)=1.0, (1,3)=1.0, (1,4)=0.0; (2,0)=0.0, (2,1)=0.0, (2,2)=0.0, (2,3)=0.0, (2,4)=1.0.

	deslu_global...	deslu_global...	deslu_global...	deslu_global...	deslu_global...
funcion RAND	ojo operar	ojo contral	ambos	no sabe	ausente
limit-diaria	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
limit-ocio	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
deslu	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0
sin-limit	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0

	fv_global_pre	fv_global_pre	fv_global_pre	Residual
funcion RAND	limit-diaria	limit-ocio	sin-limit	-
limit-diaria	1.0	0.0	0.0	0.0
limit-ocio	0.0	1.0	0.0	0.0
deslu	0.0	0.0	0.0	0.0
sin-limit	0.0	0.0	1.0	1.0

Tabla 3.67: Probabilidad para la variable funcion_RAND.

d) *Lateralidad (laterali_RAND)*

Hemos incluido también una variable denominada laterali_RAND, que indica si la catarata es unilateral o bilateral. En principio, esta variable no era necesaria para nuestra red bayesiana, porque ya hemos incluido la variable catarata_contral, que representa explícitamente el tipo de catarata contralateral e incluye el valor “ausente”. Sin embargo, se ha añadido laterali_RAND para poder comparar las recomendaciones de nuestro modelo con las del panel de expertos. De este modo podemos indicar en nuestra red que hay catarata contralateral sin tener especificar el tipo, pues así es como están definidos los escenarios del estudio de la Red IRYSS.

Su probabilidad condicionada se muestra en la tabla 3.66. Se trata de una relación determinista, pues siempre que hay catarata contralateral esta variable toma el valor “bilateral”, mientras que cuando no la hay, toma el valor “unilateral”. Su único padre es catarata_contral.

The screenshot shows a software window titled 'Nodo: laterali RAND'. It has tabs for 'Nodo', 'Valores', 'Padres', and 'Relación'. The 'Relación' tab is active. Below the tabs, there are radio buttons for 'Tipo de relación' (General, Probabilista, Determinista), 'Todos los parámetros' vs 'Parámetros independientes', 'Valores' vs 'Probabilidades', 'TPC' vs 'Parámetros canónicos', and 'Netos' vs 'Compuestos'. At the bottom, a table shows the relationship between 'catarata_co...' and various eye conditions.

catarata_co...	polar posterior	brunescence	blanca	moderada	leve	ausente
bilateral	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0
unilateral	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0

Tabla 3.66: Probabilidad a priori de la lateralidad (laterali_RAND).

e) Agudeza del ojo contralateral (contrala_RAND)

Sus valores son los mismos que para la agudeza visual del ojo a operar: $= < 0'1$, $0'2-0'4$, $>= 0'5$. Su único padre es av_contral. Las probabilidades, que se muestran en la tabla 3.65, son las mismas que las de la tabla 3.67.

The screenshot shows a software window titled 'Nodo: contrala RAND'. It has tabs for 'Nodo', 'Valores', 'Padres', and 'Relación'. The 'Relación' tab is active. Below the tabs, there are radio buttons for 'Tipo de relación' (General, Probabilista, Determinista), 'Todos los parámetros' vs 'Parámetros independientes', 'Valores' vs 'Probabilidades', 'TPC' vs 'Parámetros canónicos', and 'Netos' vs 'Compuestos'. At the bottom, a table shows the relationship between 'av_contral' and 'contrala_RA...'.

av_contral	(0.7, 1]	(0.4, 0.7]	(0.15, 0.4]	[0, 0.15]
contrala_RA...	$>= 0,5$	$>= 0,5$	0,2_0,4	$= < 0,1$

Tabla 3.67: Probabilidad para la variable contrala_RAND.

f) Número de células endoteliales (ncelu_RAND)

En el estudio de la red IRYSS el número de células endoteliales, en caso de distrofia de Fuchs, tomaba dos valores: escaso y adecuado. En nuestra red, a la distrofia de Fuchs le hemos asignado cuatro valores: ausente, leve, moderada y severa. La relación entre ambas variables viene dada por la tabla 3.68.

The screenshot shows a software window titled 'Nodo: ncelu RAND'. It has tabs for 'Nodo', 'Valores', 'Padres', and 'Relación'. The 'Relación' tab is active, showing a 'Tipo de relación' section with 'General' selected. There are radio buttons for 'Probabilista' and 'Determinista' (selected). Below are more radio buttons for 'Todos los parámetros' (selected), 'Parámetros independientes', 'Valores', 'Probabilidades', 'TPC', 'Parámetros canónicos', 'Netos', and 'Compuestos'. At the bottom is a table with the following data:

distrofia_fuchs	severa	moderada	leve	ausente
escaso	1.0	1.0	0.0	0.0
adecuado	0.0	0.0	1.0	1.0

Tabla 3.68: Probabilidad para la variable ncelu_RAND.

g) Complejidad técnica baja (comtec_baja_RAND)

Según los criterios de la red IRYSS, hay varios factores que determinan la complejidad técnica. En el primer grupo se incluyen aquéllos considerados leves, que son corresponden a las siguientes variables de la red: *camara_estrecha*, *miopia_magna*, *ojo_hundido*, *pupila_estrecha* y *sinequias_post*.

Cuando ninguno de los factores de complejidad está presente o cuando sólo uno de ellos está presente, la complejidad técnica de la cirugía se considera “baja”. En cambio, cuando dos o más de ellos están presentes, se consideran como un factor de riesgo medio. Por eso hemos creado una variable llamada *comtec_baja_RAND*, para indicar el número de factores de riesgo bajo, y le hemos asignado dos valores: “ningún factor de riesgo leve, o uno solo” y “dos o más factores de riesgo leve”. Sus padres son las variables indicadas en el párrafo anterior. Obviamente, las probabilidades de esta tabla, que son todas 0 o 1, se han asignado en función del número de padres que toman el valor “sí”.

h) Complejidad técnica media (comtec_med_RAND)

Según los criterios de la red IRYSS, hay varios factores de riesgo medio, que corresponden a *tipo_catarata* (cuando es “catarata blanca”), *mala_colaboracion*, *ojo_vitreotomizado* y *pseudoexfoliacion*. Dos o más factores de riesgo leve —lo cual corresponde al segundo valor de la variable *comtec_baja_RAND*— se consideran como un factor de riesgo medio.

En nuestra red hemos introducido una variable denominada *comtec_med_RAND*, que indica cuántos factores de riesgo medio presenta el paciente. Toma tres valores: “ninguno”, “uno” y “dos o más”. Sus padres son las variables citadas en el párrafo anterior y la construcción de la tabla de probabilidades, que es de tipo determinista, resulta obvia.

i) Complejidad técnica alta (comtec_alta_RAND)

Finalmente, hemos incluido una variable para representar la complejidad técnica alta. Sus padres son los factores considerados como de alto riesgo por la red IRYSS:

fibrosis_c_ant, sublux_cristalino, tipo_catarata (cuando la catarata es brunescente o polar posterior) y comtec_med_RAND (cuando hay dos o más factores de riesgo medio). Las probabilidades para esta variable, que son todas 0 o 1, se muestran en la tabla 3.69:

	comtec_med...	comtec_med...	comtec_med...	fibrosis_c_ant	fibrosis_c_ant	sublux_crist...	sublux_crist...
comtec_alta...	>2 mod	1 mod	ninguna mod	si	no	si	no
alta	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0
nula/baja/mod	0.0	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0	1.0

	tipo_catarata	tipo_catarata	tipo_catarata	tipo_catarata	tipo_catarata	Residual
comtec_alta...	polar posterior	brunescente	blanca	moderada	leve	-
alta	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
nula/baja/mod	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0

Tabla 3.69: Probabilidad para la variable comtec_alta_RAND.

j) *Agudeza esperada postoperatoria RAND como agudeza sin catarata (agudepos_RAND)*

Su único padre es av_sin_catar, que toma cuatro valores, mientras que ésta toma tres, los mismos que agudepre_RAND y agudepos_RAND. La tabla de probabilidades también coincide con la de esas variables.

3.9. De las probabilidades a la recomendación

Al introducir los datos de un paciente concreto en esta red bayesiana, se puede obtener la probabilidad a posteriori de cada una de las variables. Sin embargo, para el oftalmólogo que tiene que tomar la decisión de operar al paciente o no operarle, esto puede resultar insuficiente. Por ello, hemos buscado una forma de traducir dichas probabilidades en una recomendación.

Otra razón por la que era conveniente obtener una recomendación a partir de la red bayesiana era poder evaluarla comparando sus resultados con las aportadas por el panel de expertos. Para facilitar dicha comparación, convenía que la recomendación obtenida de la red viniera dada en una escala del 1 al 9, la misma que utilizó el panel de expertos.

Partimos de la premisa de que la recomendación sobre la indicación de la cirugía, dependería, por un lado, del beneficio esperado para el paciente en términos de mejora en la agudeza visual y en el deslumbramiento, y por otro lado, de la función visual

previa del paciente. La función visual, entendida como la repercusión que tiene la catarata en la vida del paciente, puede considerarse como un indicador de la necesidad de ser intervenido e influye, por tanto, en la valoración del balance riesgo-beneficio. Nos encontramos el inconveniente que la única medida objetiva de que disponemos es la de agudeza visual, ya que las variables de función visual y deslumbramientos son subjetivas (manifestadas por el paciente) y normalmente no se pregunta por ellas directamente en la consulta oftalmológica, aunque tienen gran relevancia en cuanto a los resultados.

La puntuación global la hemos desglosado en dos factores, uno debido a ganancia o pérdida de agudeza visual y otro que tiene en cuenta si se ha eliminado el deslumbramiento o si, como consecuencia de las complicaciones posquirúrgicas, se ha ocasionado un deslumbramiento que antes no existía. Describimos a continuación cómo se calcula cada una de estas puntuaciones.

3.9.1. Puntuación por agudeza visual

En primer lugar se crea la variable *ganancia_av*, que representa el grado de mejoría en la agudeza visual. Esta variable tiene 7 valores posibles (desde $g-3$ hasta $g+3$), que son función de los valores que toman de las variables *av_pre* y *av_post* tal como se muestra en la tabla 3.70.

AV pre → AV post ↓	0,7-1	0,4-0,7	0,15- 0,4	0 - 0,15
0,7-1	$g0$	$g+1$	$g+2$	$g+3$
0,4-0,7	$g-1$	$g0$	$g+1$	$g+2$
0,15- 0,4	$g-2$	$g-1$	$g0$	$g+1$
0 - 0,15	$g-3$	$g-2$	$g-1$	$g0$

Tabla 3.70. Tabla que determina el valor de la variable *ganancia_AV*.

En segundo lugar, para cada nivel de función visual se asignó un peso a cada valor de la variable *ganancia_av*, según la tabla 3.71. El criterio que se ha utilizado para asignar estos valores, mediante estimación subjetiva, es que cuando la ganancia es máxima es seguro que conviene operar. (Más adelante veremos que a la puntuación por AV se le suma un factor constante, igual a 3, para obtener la puntuación final, que en este caso sería la máxima, 9.) Para ganancias menores, la puntuación puede ser menor, pero teniendo en cuenta que la puntuación debe ser mayor cuanto mayor sea la limitación que la catarata está causando al pacientes. Cuando la ganancia es nula, la puntuación por AV es nula. Y cuando la ganancia es negativa, es decir, cuando la cirugía ha empeorado la AV del paciente, la puntuación por AV debe ser menor, sobre todo si ha ocasionado daño a un paciente que antes no tenía ninguna limitación.

Multiplicando la probabilidad a posteriori de cada valor de *ganancia_av* por el valor indicado en esta tabla (la función visual del paciente se conoce siempre con

certeza) y sumando los resultados, se obtiene finalmente la puntuación por agudeza visual.

fv_global_pre → ganancia_av ↓	limit-diaria	limit-ocio	deslu / sin limit
g+3	6	6	6
g+2	6	6	5
g+1	5	4	3
g0	0	0	0
g-1	-1	-2	-3
g-2	-2	-5	-6
g-3	-3	-7	-9

Tabla 3.71. Tabla utilizada para calcular la puntuación por AV a partir de la ganancia (o pérdida) de agudeza visual y de la función visual (fv_global_pre).

3.9.2. Puntuación por deslumbramiento

De forma análoga al cálculo de la puntuación por mejoría en agudeza visual, en primer lugar se crea la variable ganancia_deslu, que representa la mejoría en cuanto a la presencia o ausencia de deslumbramiento. Esta variable tiene 3 valores posibles: “eliminado” significa que la cirugía ha conseguido suprimir un deslumbramiento provocado por la catarata; “igual” significa que su situación es la misma que antes de la cirugía, y “añadido” quiere decir que, como consecuencia de las complicaciones de la cirugía, se ha ocasionado un deslumbramiento que antes no existía. Los valores de esta variable se obtienen a partir de los de deslu_pre y deslu_post, como se indica en la tabla 3.72.

deslu_pre → deslu_post ↓	no	sí
no	igual	eliminado
sí	añadido	igual

Tabla 3.72. Tabla que determina el valor de la variable ganancia_deslu.

Como en el caso anterior, se construye una tabla, la 3.73, que asigna una puntuación por deslumbramiento en función de los valores que toman las variables fv_deslu_pre (la cual indica las limitaciones que sufre el paciente como consecuencia del deslumbramiento, previas a la cirugía de cataratas) y ganancia_deslu. Los criterios utilizados para construir esta tabla son los mismos que para la puntuación por AV.

fv_deslu_pre → ganancia_deslu ↓	lim-diaria	lim-ocio	sin problemas
eliminado	5	4	1
igual	0	0	0
añadido	-2	-3	-5

Tabla 3.73. Tabla utilizada para calcular la puntuación por deslumbramiento a partir de la ganancia (o pérdida) por deslumbramiento y de la función visual asociada al deslumbramiento.

De forma similar al caso anterior, los valores de esta tabla se multiplican por los de la variable $v_ganancia_deslu$, explicada en el apartado 3.3.2.j), con lo cual se obtiene finalmente la puntuación por deslumbramiento.

3.9.3. Puntuación global

La puntuación de la red, expresada en una escala de 1 a 9, se obtuvo a partir de las dos anteriores, del siguiente modo. En primer lugar, se suman la puntuación por AV y la puntuación por deslumbramiento. En caso de ambas sean nulas, es decir, cuando no se espera obtener beneficio de la cirugía de cataratas, la operación no está recomendada. Por eso parece razonable asignarle un 3 en la escala 1–9, que según los criterios de la red IRYSS significa que la cirugía no está recomendada.¹ Por eso se añaden tres puntos a la suma de las dos puntuaciones anteriores. De este modo se consigue, además, que cuando las puntuaciones por AV y por deslumbramiento son pequeñas, pero positivas, la recomendación obtenida de la red será superior a 3, con lo cual la cirugía se considera “dudosa”. Y cuando la suma de esas puntuaciones es negativa, es decir, cuando se espera más daño que beneficio, la puntuación final va a ser inferior a 3, lo cual indica que la cirugía está aún más desaconsejada que cuando el beneficio esperado es nulo.

3.9.4. Discusión

En este capítulo hemos explicado con detalle el proceso de construcción de la red bayesiana Catarnet, a partir de la información cualitativa y cuantitativa extraída de la literatura y de la base de datos de la Agencia Laín Entralgo. Hemos explicado también el método que permite obtener, a partir de las probabilidades a posteriori, una recomendación expresada en una escala de 1 a 9, la cual nos permite comparar los resultados de nuestra red con los del panel de expertos de la red IRYSS.

¹ Recordemos que en dicho estudio, puntuaciones de 1 a 3 significan que la cirugía está desaconsejada, de 4 a 6 la hacen dudosa y de 7 a 9 la califican como aconsejada.

Un punto que merece la pena discutir es por qué no se ha utilizado la diferencia entre la función visual preoperatoria (representada por la variable `fv_RANDOM`, cuyo valor es conocido con certeza) y la función postoperatoria (representa en la red por `fv_POST`), lo cual evitaría tener que usar las tablas introducidas “ad hoc” en la sección anterior, o al menos simplificaría la forma de dichas tablas.

Efectivamente, ésa fue la forma en que abordamos la cuestión inicialmente. Sin embargo, el primer problema que encontramos fue que con ese método nuestra red no valoraba adecuadamente los deslumbramientos. Un ejemplo que de esto fue el caso de un paciente joven con catarata polar posterior que, a pesar de tener una agudeza visual aceptable, presentaba limitaciones para la vida diaria, debido a que los deslumbramientos le impedían realizar tareas cotidianas, como conducir o leer el periódico. La red, que no tiene variables que representen la edad del paciente, ni su profesión, ni sus aficiones, no podía “entender” por qué ese paciente joven tenía limitaciones para la vida diaria, y por tanto era incapaz de predecir que, al ser operado de cirugía, su calidad de vida iba a aumentar sensiblemente.

Otro ejemplo es que hay pacientes, sobre todo ancianos, que a pesar de tener una agudeza visual muy reducida, no se quejan de limitaciones para la vida diaria ni para el ocio. Si sólo nos fijáramos en la ganancia en función visual, no merecería la pena operar. Sin embargo, en algunos de esos pacientes la eliminación de la catarata conduce a una ganancia notable en función visual, que el propio paciente no podía esperar, y por tanto la cirugía es muy aconsejable.

Por todo ello nos ha parecido oportuno construir una puntuación basada en la ganancia de agudeza visual y en la reducción del deslumbramiento. Al hacerlo de este modo y evaluar un pequeño número de pacientes, en seguida comprobamos que los resultados eran mucho más acertados que con el método anterior. También la comparación con las recomendaciones del panel de expertos ha demostrado que éste es un método adecuado, como vamos a ver en el próximo capítulo.

Capítulo 4. EVALUACIÓN Y RESULTADOS

Hemos evaluado la red Catarnet, descrita en el capítulo anterior, con dos métodos diferentes. La primera de ellas, con un grupo de pacientes reales; tal como explicamos en la sección 4.1. La segunda, mediante la comparación sistemática con las recomendaciones del panel de expertos, que presentaremos en la sección 4.1.2.

4.1. Análisis de pacientes reales

Realizamos la evaluación del modelo examinando las recomendaciones de la red para una serie de 47 pacientes, 18 operados de cataratas por la autora de esta tesis en el Hospital Comarcal de Melilla 29 extraídos de la base de datos de la Agencia Laín Entralgo de Madrid. La ventaja de esta evaluación es que conocemos los resultados posteriores a la cirugía, lo cual nos permitirá comprobar si la recomendación de la red ha sido adecuada o no, especialmente en los casos en que haya discrepancias entre la recomendación de nuestra red y la del panel de expertos. Vamos a exponer solamente una selección de los casos más interesantes, omitiendo aquéllos que, por ser semejantes a otros ya analizados, apenas aportarían información relevante.

Como herramienta informática hemos utilizado el programa SAD-Catar, construido por D^a Carla Margalef, el cual utiliza para la inferencia el programa OpenMarkov, que tiene como autor principal al Prof. Manuel Arias, tal como dijimos en la sección 2.3.3.b). Sin embargo, en algunos casos hemos utilizado también Elvira (cf. sección 2.3.3.a), porque tiene facilidades de explicación en su interfaz gráfica de usuario (Lacave *et al.*, 2007) que aún no están disponibles en OpenMarkov ni en SAD-Catar.

4.1.1. Análisis individual

a) Casos de Melilla

Mostramos a continuación un análisis detallado de 9 de los 18 pacientes del Hospital Comarcal de Melilla que hemos evaluado. Para cada uno de ellos, mostramos primero un resumen de su historia clínica y luego comparamos la recomendación del panel de expertos con la que propone la red bayesiana.

1. Paciente nº 9014117

Pre-intervención:

Ojo a operar: izquierdo
AV pre: 0,3 (−10 esfera)
AV contralateral: 0,3 (−9; −1 a 85°)
Tipo de catarata: catarata blanca
Antecedentes: 50 años, diabético sin retinopatía diabética, miope magno.

Post-intervención: OI

AV post: 1

(1m)
Prequirúrgico
Recomendaciones
Postquirúrgico
Revisión mensual

Historias clínicas

05 May 2010

+ Nueva Historia

- Eliminar Historia

🔍 Buscar Paciente

+ Nuevo Paciente

- Eliminar Paciente

✕ Cerrar la sesión del Paciente

Formulario prequirúrgico

Datos generales
Comorbilidad ocular
Complejidad técnica

Ojo que se recomienda operar	izquierdo ▾
Intervención quirúrgica previa	<input type="checkbox"/>
Tipo de catarata ojo operar	blanca ▾
Agudeza visual (corregida) ojo operar	0.3
Tipo de catarata contralateral	blanca ▾
Agudeza visual contralateral (corregida)	0.3
Deslumbramiento ("glare")	no puede precisar en qué ojo ▾
Efectos del deslumbramiento	no puede precisarlo ▾
Función global	limitación para la vida diaria ▾
Agudeza visual esperada post-intervención (ojo operar)	> 0,70 ▾
Comentarios	<input type="text"/>

Siguiente Ver recomendaciones

Figura 4.1: Datos generales del paciente 1º de Melilla.

Prequirúrgico
Recomendaciones
Postquirúrgico
Revisión mensual

Historias clínicas

05 May 2010

+ Nueva Historia

- Eliminar Historia

🔍 Buscar Paciente

+ Nuevo Paciente

- Eliminar Paciente

✕ Cerrar la sesión del Paciente

Formulario prequirúrgico

Datos generales
Comorbilidad ocular
Complejidad técnica

Ambliopía	<input type="checkbox"/>
Distrofia de Fuchs	ausente ▾
Maculopatías	<input type="checkbox"/>
Neuropatías	<input type="checkbox"/>
Opacidades corneales	<input type="checkbox"/>
Retinopatía diabética	ausente ▾
Retinopatía no diabética	<input type="checkbox"/>
Laser argon previo	<input type="checkbox"/>
Otras	<input type="text"/>

Siguiente Ver recomendaciones

Figura 4.2: Datos de comorbilidad ocular del paciente 1º de Melilla.

Formulario prequirúrgico

Complejidad técnica

Cámara estrecha	<input type="checkbox"/>
Fibrosis de la cápsula anterior	<input type="checkbox"/>
Mala colaboración del paciente (prevista)	<input type="checkbox"/>
Miopía magna	<input checked="" type="checkbox"/>
Ojo hundido	<input type="checkbox"/>
Ojo vitrectomizado	<input type="checkbox"/>
Pseudoexfoliación	<input type="checkbox"/>
Pupila estrecha	<input type="checkbox"/>
Sinequias posteriores	<input type="checkbox"/>
Subluxación de cristalino	<input type="checkbox"/>
Otras	<input type="text"/>

Ver recomendaciones

Figura 4.3: Complejidad técnica para el paciente 1º de Melilla.

Recomendaciones de SAD-Catar

Panel de expertos

Recomendación: Facoemulsificación apropiada

Mediana de las puntuaciones (1 a 9): 8,5

Grado de acuerdo: Acuerdo

▼ Escenario

Variable	Valor
A.V. contralateral	$\geq 0,2$ y $\leq 0,4$
A.V. previa en el ojo a operar	$\geq 0,2$ y $\leq 0,4$
Patología asociada a la catarata	Catarata simple
Lateralidad de la catarata	Bilateral
Complejidad técnica	Moderada por presencia de: <ul style="list-style-type: none"> ▣ miopía magna (leve) ▣ catarata blanca (moderada)
Función visual	Dificultades en las actividades de la vida diaria

[Explicación](#)

Figura 4.4: Recomendación del panel de expertos para el paciente 1º de Melilla.

La mediana de las puntuaciones del panel de expertos es 8,5 (apropiada) y el grado es de acuerdo. La recomendación según la red es 9 (totalmente recomendada). Por tanto, hay una coincidencia casi total entre ambas recomendaciones.

La red bayesiana nos permite, además, conocer cómo ha calculado su puntuación: la mejoría en agudeza visual esperada es de 5,2, y la mejoría en deslumbramiento es de 1,7, por lo que la puntuación total sería $5,2 + 1,7 + 3 = 9,9$, pero como la escala va de 1 a 9, se le asigna el valor máximo, 9.

Red bayesiana CatarNet	
Recomendación:	9 (Totalmente recomendada)
Mejoría en A.V. (máx. 6):	5,2
Mejoría en deslumbramiento (máx. 5):	1,7
▼ Probabilidades	
Función visual post-intervención	Probabilidad
Sin problemas	0,057
Dificultades para el ocio	0,830
Dificultades para la vida diaria	0,113
AV post-intervención	Probabilidad
≤ 0,15	0,029
> 0,15 y ≤ 0,4	0,088
> 0,4 y ≤ 0,7	0,047
> 0,7	0,836
Deslumbramiento post-intervención	Probabilidad
Deslumbramiento	0,544
Complicaciones	Probabilidad
Desprendimiento de coroides	0,001
Desprendimiento de retina	0,080
Edema corneal	0,042
Edema macular cistoide	0,020
Endoftalmitis	0,002
Deslumbramiento debido a estas complicaciones	0,054

Figura 4.5: Recomendación de la red bayesiana para el paciente 1° de Melilla.

La puntuación tan alta de agudeza visual (5,2, que por sí misma daría una puntuación de 8,2, cercana al máximo) se debe a que, según la red, existe un 83% de probabilidades de conseguir que la agudeza visual post-intervención sea mayor que 0,7. Efectivamente, tras la operación el paciente consiguió una AV de 1.

Según la red, no es seguro que se vayan eliminar completamente los deslumbramientos (hay un 54'4% de probabilidad de que sigan existiendo) debido a la existencia de miopía magna y a la posible catarata en el ojo contralateral (la historia clínica no dice nada sobre este punto), que también puede ocasionar deslumbramientos.

Respecto a la variable función visual post-intervención esperada, según nuestra red, la probabilidad de limitaciones para la vida diaria es del 11'3% y la de limitaciones para el ocio es el 83,0%.

2- BF (12786)

Pre-intervención:

AV pre: 0.1 (catarata blanca)

AV contralateral: 0,4(catarata moderada)

Antecedentes: Pseudoexfoliación, Mala dilatación pupilar

Post-intervención:

Complicaciones: alteración incisión (sutura corneal por hernia de iris)

AV post: 0,8

Función visual post: no recogida

Formulario prequirúrgico

Datos generales	Comorbilidad ocular	Complejidad técnica
Ojo que se recomienda operar		derecho
Intervención quirúrgica previa	<input type="checkbox"/>	
Tipo de catarata ojo operar		blanca
Agudeza visual (corregida) ojo operar		0.1
Tipo de catarata contralateral		moderada
Agudeza visual contralateral (corregida)		0.4
Deslumbramiento ("glare")		no puede precisar en qué ojo
Efectos del deslumbramiento		no puede precisarlo
Función global		limitación para la vida diaria
Agudeza visual esperada post-intervención (ojo operar)		> 0,70
Comentarios		

Figura 4.6: Datos generales del paciente 2º de Melilla.

Datos generales	Comorbilidad ocular	Complejidad técnica
Cámara estrecha	<input type="checkbox"/>	
Fibrosis de la cápsula anterior	<input type="checkbox"/>	
Mala colaboración del paciente (prevista)	<input type="checkbox"/>	
Miopía magna	<input type="checkbox"/>	
Ojo hundido	<input type="checkbox"/>	
Ojo vitrectomizado	<input type="checkbox"/>	
Pseudoexfoliación	<input checked="" type="checkbox"/>	
Pupila estrecha	<input checked="" type="checkbox"/>	
Sinequias posteriores	<input type="checkbox"/>	
Subluxación de cristalino	<input type="checkbox"/>	
Otras		

Figura 4.7: Complejidad técnica para el paciente 2º de Melilla.

Panel de expertos	
Recomendación:	Facoemulsificación apropiada
Mediana de las puntuaciones (1 a 9):	9,0
Grado de acuerdo:	Acuerdo
▼ Escenario	
Variable	Valor
A.V. contralateral	$\geq 0,2$ y $\leq 0,4$
A.V. previa en el ojo a operar	$\leq 0,1$
Patología asociada a la catarata	Catarata simple
Lateralidad de la catarata	Bilateral
Complejidad técnica	Alta por presencia de: <ul style="list-style-type: none"> ▪ pupila estrecha (leve) ▪ catarata blanca (moderada) ▪ pseudoexfoliación (moderada)
Función visual	Dificultades en las actividades de la vida diaria

Figura 4.8: Recomendación del panel de expertos para el paciente 2º de Melilla.

La mediana de las puntuaciones del panel de expertos es 9 (apropiada), con acuerdo entre los expertos, que coincide con la que le asigna la red bayesiana: 9 (totalmente recomendada).

Red bayesiana CatarNet	
Recomendación:	9 (Totalmente recomendada)
Mejoría en A.V. (máx. 6):	5,7
Mejoría en deslumbramiento (máx. 5):	2,9
▼ Probabilidades	
Función visual post-intervención	Probabilidad
Sin problemas	0,415
Dificultades para el ocio	0,502
Dificultades para la vida diaria	0,083
AV post-intervención	Probabilidad
$\leq 0,15$	0,033
$> 0,15$ y $\leq 0,4$	0,084
$> 0,4$ y $\leq 0,7$	0,036
$> 0,7$	0,847
Deslumbramiento post-intervención	Probabilidad
Deslumbramiento	0,091
Complicaciones	Probabilidad
Desprendimiento de coroides	0,000
Desprendimiento de retina	0,021
Edema corneal	0,042
Edema macular cistoide	0,074
Endoftalmitis	0,003
Deslumbramiento debido a estas complicaciones	0,090

Figura 4.9: Recomendación de la red bayesiana para el paciente 2º de Melilla.

La puntuación por mejoría en agudeza visual esperada es de 5,7, pues existe un 84% de probabilidad de que la AV post-intervención sea superior a 0,7, y así ocurrió en la realidad.

La reducción esperada de los deslumbramientos lleva a una puntuación de 2,9, pues la probabilidad de que el deslumbramiento se mantenga después de la intervención es tan sólo 0,9%.

Respecto a la función visual post-intervención, según la red lo más probable es que no tenga limitaciones (41,5%) o que las tenga sólo para el ocio (50'2%); la probabilidad de que siga teniendo limitaciones para la vida diaria tras la intervención se reduce al 8%. No podemos saber si estas predicciones se cumplieron, porque la historia clínica no recoge datos de deslumbramiento ni de función visual.

3 - MRGA (000265)

Pre-intervención:

AV pre: 0,4

AV contralateral: 0,4 (catarata moderada)

Tipo catarata: catarata blanca

Antecedentes: Pseudoexfoliación, Mala dilatación pupilar

Post-intervención:

Complicaciones: ruptura cápsula posterior central pequeña sin vitreorragia

AV post: 1 difícil

Función visual post: sin problemas

Datos generales	Comorbilidad ocular	Complejidad técnica
Ojo que se recomienda operar	izquierdo	
Intervención quirúrgica previa	<input type="checkbox"/>	
Tipo de catarata ojo operar	blanca	
Agudeza visual (corregida) ojo operar	0.4	
Tipo de catarata contralateral	moderada	
Agudeza visual contralateral (corregida)	0.4	
Deslumbramiento ("glare")	no puede precisar en qué ojo	
Efectos del deslumbramiento	no puede precisarlo	
Función global	limitación para el ocio	
Agudeza visual esperada post-intervención (ojo operar)	> 0,70	
Comentarios		

Figura 4.10: Datos generales del paciente 3º de Melilla.

Datos generales	Comorbilidad ocular	Complejidad técnica
Cámara estrecha	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fibrosis de la cápsula anterior	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mala colaboración del paciente (prevista)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Miopía magna	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ojo hundido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ojo vitrectomizado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pseudoexfoliación	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Pupila estrecha	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Sinequias posteriores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Subluxación de cristalino	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otras	<input type="text"/>	

Figura 4.11: Complejidad técnica para el paciente 3° de Melilla.

Recomendaciones de SAD-Catar	
Panel de expertos	
Recomendación:	Facuemsulficación apropiada
Mediana de las puntuaciones (1 a 9):	7,0
Grado de acuerdo:	Indeterminado
▼ Escenario	
Variable	Valor
A.V. contralateral	$\geq 0,2$ y $\leq 0,4$
A.V. previa en el ojo a operar	$\geq 0,2$ y $\leq 0,4$
Patología asociada a la catarata	Catarata simple
Lateralidad de la catarata	Bilateral
Complejidad técnica	Alta por presencia de: <ul style="list-style-type: none"> ▪ pupila estrecha (leve) ▪ catarata blanca (moderada) ▪ pseudoexfoliación (moderada)
Función visual	Dificultades en las actividades de ocio
Explicación	

Figura 4.12: Recomendación del panel de expertos para el paciente 3° de Melilla.

La mediana de las puntuaciones del panel de expertos es 7 (apropiada) y el grado de acuerdo es indeterminado. No dan puntuaciones tan altas como en el anterior caso (paciente 2°) debido a que la agudeza visual previa es mayor. Sin embargo, la red sí le dio la máxima puntuación posible, 9 (totalmente recomendada). Viendo el resultado que se obtuvo para este paciente, con una AV = 1 y una función visual máxima, parece ser que la recomendación de la red, que coincidió con la de algunos de los expertos, fue acertada (aunque tampoco podemos asegurarlo con certeza, pues quizá para otros pacientes con el mismo perfil los resultados podrían ser peores).

Red bayesiana CatarNet	
Recomendación:	9 (Totalmente recomendada)
Mejoría en A.V. (máx. 6):	5,2
Mejoría en deslumbramiento (máx. 5):	2,8
▼ Probabilidades	
Función visual post-intervención	Probabilidad
Sin problemas	0,426
Dificultades para el ocio	0,529
Dificultades para la vida diaria	0,044
AV post-intervención	Probabilidad
≤ 0,15	0,033
> 0,15 y ≤ 0,4	0,085
> 0,4 y ≤ 0,7	0,036
> 0,7	0,847
Deslumbramiento post-intervención	Probabilidad
Deslumbramiento	0,091
Complicaciones	Probabilidad
Desprendimiento de coroides	0,000
Desprendimiento de retina	0,021
Edema corneal	0,042
Edema macular cistoide	0,074
Endoftalmitis	0,003
Deslumbramiento debido a estas complicaciones	0,090

Figura 4.13: Recomendación de la red bayesiana para el paciente 3º de Melilla.

La mejoría en agudeza visual esperada es de 5,2, pues según la red había un 84,7% de probabilidad de lograr una AV superior a 0,7, como ocurrió en realidad.

La función visual post-intervención no presentaba problemas, lo cual era compatible con la estimación de la red, que le había asignado una probabilidad de 42,6% a este resultado.

4 - MBB (000089)

Pre-intervención:

AV pre: 0,1 (catarata brunescente)

AV contralateral: 0,1 (catarata brunescente)

Antecedentes: Diabetes con retinopatía diabética proliferativa panfotocoagulada e isquémica

Función visual pre: limitación para la vida diaria

Post-intervención:

Sin complicaciones:

AV post: 0,2

Función visual post: no recogida

SAD-Catar

(4m1000089)

Historias clínicas

3 May 2010 10:00:00 GMT

+ Nueva Historia

- Eliminar Historia

🔍 Buscar Paciente

+ Nuevo Paciente

- Eliminar Paciente

✕ Cerrar la sesión del Paciente

Prequirúrgico | **Recomendaciones** | **Postquirúrgico** | **Revisión mensual**

Formulario prequirúrgico

Datos generales | **Comorbilidad ocular** | **Complejidad técnica**

Ojo que se recomienda operar	derecho
Intervención quirúrgica previa	<input type="checkbox"/>
Tipo de catarata ojo operar	brunescence
Agudeza visual (corregida) ojo operar	0.1
Tipo de catarata contralateral	brunescence
Agudeza visual contralateral (corregida)	0.1
Deslumbramiento ("glare")	no puede precisar en qué ojo
Efectos del deslumbramiento	no puede precisarlo
Función global	limitación para la vida diaria
Agudeza visual esperada post-intervención (ojo operar)	> 0,15 y ≤ 0,40
Comentarios	

Siguiente Ver recomendaciones

Figura 4.14: Datos generales del paciente 4º de Melilla.

Datos generales | **Comorbilidad ocular** | **Complejidad técnica**

Ambliopía	<input type="checkbox"/>
Distrofia de Fuchs	ausente
Maculopatías	<input checked="" type="checkbox"/>
Neuropatías	<input type="checkbox"/>
Opacidades corneales	<input type="checkbox"/>
Retinopatía diabética	proliferativa
Retinopatía no diabética	<input type="checkbox"/>
Laser argon previo	<input checked="" type="checkbox"/>
Otras	

Siguiente Ver recomendaciones

Figura 4.15: Datos de comorbilidad ocular del paciente 4º de Melilla.

Prequirúrgico Recomendaciones Postquirúrgico Revisión mensual

Recomendaciones de SAD-Catar

Panel de expertos

Recomendación: Facoemulsificación apropiada

Mediana de las puntuaciones (1 a 9): 8,0

Grado de acuerdo: Acuerdo

▼ Escenario

Variable	Valor
A.V. contralateral	$\leq 0,1$
A.V. previa en el ojo a operar	$\leq 0,1$
A.V. esperada tras la intervención	$\geq 0,2$ y $\leq 0,4$
Patología asociada a la catarata	Asociada a retinopatía diabética
Lateralidad de la catarata	Bilateral
Complejidad técnica	Alta por presencia de: <ul style="list-style-type: none"> ▪ catarata brunescente (alta)
Función visual	Dificultades en las actividades de la vida diaria

[Explicación](#)

Figura 4.16: Recomendación del panel de expertos para el paciente 4º de Melilla.

La mediana de las puntuaciones del panel es 8 (apropiada), con acuerdo entre los expertos. La recomendación según la red es 9 (totalmente recomendada), como puede verse en la figura 4.17. A pesar de esta unanimidad, la AV del paciente sólo mejoró de 0,1 a 0,2.

Sin embargo, este resultado es compatible con la predicción de la red, según la cual la probabilidad de que la AV esté entre 0,15 y 0,4 es del 65'3%.

De hecho, la puntuación por mejoría en AV según la red era moderada 3,8: por sí misma, es decir, sin sumar la puntuación por deslumbramiento, habría dado una puntuación total de 6,8. (Recordemos que el límite entre cirugía recomendada y cirugía dudosa está en 6,5.)

Como en la historia clínica no se recogen datos de deslumbramiento ni de función visual posterior, no podemos saber hasta qué punto la cirugía fue beneficiosa para este paciente, y por tanto no podemos juzgar si para este paciente la recomendación de los expertos y de la red era acertada o no.

Red bayesiana CatarNet	
Recomendación:	9 (Totalmente recomendada)
Mejoría en A.V. (máx. 6):	3,8
Mejoría en deslumbramiento (máx. 5):	2,2
▼ Probabilidades	
Función visual post-intervención	Probabilidad
Sin problemas	0,001
Dificultades para el ocio	0,388
Dificultades para la vida diaria	0,611
AV post-intervención	Probabilidad
≤ 0,15	0,254
> 0,15 y ≤ 0,4	0,653
> 0,4 y ≤ 0,7	0,087
> 0,7	0,005
Deslumbramiento post-intervención	Probabilidad
Deslumbramiento	0,284
Complicaciones	Probabilidad
Desprendimiento de coroides	0,000
Desprendimiento de retina	0,010
Edema corneal	0,041
Edema macular cistoide	0,361
Endoftalmitis	0,002
Deslumbramiento debido a estas complicaciones	0,283

Figura 4.17: Recomendación de la red bayesiana para el paciente 4º de Melilla.

5 - MAM (111365)

Pre-intervención:

AV pre: 0,1

Tipo de catarata: brunescence

AV contralateral: 0,1 (catarata brunescence)

Antecedentes: diabetes sin retinopatía diabética

Post-intervención:

Complicaciones: alteración incisional (sutura por hernia de iris)

AV post: 1

Función visual post: desconocida

Datos generales	Comorbilidad ocular	Complejidad técnica
Ojo que se recomienda operar	izquierdo	
Intervención quirúrgica previa	<input type="checkbox"/>	
Tipo de catarata ojo operar	brunesciente	
Agudeza visual (corregida) ojo operar	0.1	
Tipo de catarata contralateral	brunesciente	
Agudeza visual contralateral (corregida)	0.1	
Deslumbramiento ("glare")	no puede precisar en qué ojo	
Efectos del deslumbramiento	no puede precisarlo	
Función global	limitación para la vida diaria	
Agudeza visual esperada post-intervención (ojo operar)		
Comentarios		

Figura 4.18: Datos generales del paciente 5° de Melilla.

Panel de expertos	
Recomendación:	Facoemulsificación apropiada
Mediana de las puntuaciones (1 a 9):	9,0
Grado de acuerdo:	Acuerdo
▼ Escenario	
Variable	Valor
A.V. contralateral	$\leq 0,1$
A.V. previa en el ojo a operar	$\leq 0,1$
Patología asociada a la catarata	Catarata simple
Lateralidad de la catarata	Bilateral
Complejidad técnica	Alta por presencia de: <ul style="list-style-type: none"> ■ catarata brunesciente (alta)
Función visual	Dificultades en las actividades de la vida diaria

[Explicación](#)

Figura 4.19: Recomendación del panel de expertos para el paciente 5° de Melilla.

La mediana de las puntuaciones del panel es 9 (apropiada), con acuerdo entre los expertos, que es la misma puntuación que asigna la red: 9 (totalmente recomendada). Los resultados de la operación, con una AV que pasó de 0'1 a 1.

De hecho, según la red la probabilidad de conseguir una AV superior a 0,7 era el 90%, y como consecuencia la puntuación por AV es 5,9, la cual por sí sola lleva a considerar la cirugía como totalmente recomendada.

Red bayesiana CatarNet	
Recomendación:	9 (Totalmente recomendada)
Mejoría en A.V. (máx. 6):	5,9
Mejoría en deslumbramiento (máx. 5):	3,0
▼ Probabilidades	
Función visual post-intervención	Probabilidad
Sin problemas	0,103
Dificultades para el ocio	0,816
Dificultades para la vida diaria	0,082
AV post-intervención	Probabilidad
≤ 0,15	0,016
> 0,15 y ≤ 0,4	0,042
> 0,4 y ≤ 0,7	0,034
> 0,7	0,908
Deslumbramiento post-intervención	Probabilidad
Deslumbramiento	0,053
Complicaciones	Probabilidad
Desprendimiento de coroides	0,000
Desprendimiento de retina	0,010
Edema corneal	0,041
Edema macular cistoide	0,018
Endoftalmitis	0,002
Deslumbramiento debido a estas complicaciones	0,052

Figura 4.20: Recomendación de la red bayesiana para el paciente 5º de Melilla.

Además, la puntuación por deslumbramiento es de 3,0, pues hay un 47% de probabilidad de que se elimine al eliminar la catarata. (No es seguro que se vayan a eliminar completamente debido a la existencia de catarata en el ojo contralateral y a la existencia de retinopatía diabética.)

6 - MSM

Pre-intervención:

AV pre: 0,5

AV contralateral: 0,7

Tipo de catarata: polar posterior

Edad: 45 años

Función visual pre: dificultad para la vida diaria y deslumbramientos ipsilaterales

Post-intervención:

Sin complicaciones

AV post: 1

Función visual post: no limitaciones y no deslumbramientos

Datos generales	Comorbilidad ocular	Complejidad técnica
Ojo que se recomienda operar	derecho	
Intervención quirúrgica previa	<input type="checkbox"/>	
Tipo de catarata ojo operar	polar posterior	
Agudeza visual (corregida) ojo operar	0.5	
Tipo de catarata contralateral	leve	
Agudeza visual contralateral (corregida)	0.7	
Deslumbramiento ("glare")	ojo operar	
Efectos del deslumbramiento	limitación para la vida diaria	
Función global	limitación para la vida diaria	
Agudeza visual esperada post-intervención (ojo operar)	> 0,70	
Comentarios		

Figura 4.21: Datos generales del paciente 6º de Melilla.

Panel de expertos	
Recomendación:	Facemulsificación dudosa
Mediana de las puntuaciones (1 a 9):	6,0
Grado de acuerdo:	Indeterminado
▼ Escenario	
Variable	Valor
A.V. contralateral	≥ 0,5
A.V. previa en el ojo a operar	≥ 0,5
Patología asociada a la catarata	Catarata simple
Lateralidad de la catarata	Bilateral
Complejidad técnica	Alta por presencia de: <ul style="list-style-type: none"> ▪ catarata polar posterior (alta)
Función visual	Dificultades en las actividades de la vida diaria

Figura 4.22: Recomendación del panel de expertos para el paciente 6º de Melilla.

La mediana de las puntuaciones del panel de expertos es 6 (dudosa) y el grado de acuerdo es indeterminado, mientras que la recomendación de la red es 9 (totalmente recomendada). Al parecer, los expertos consideraron que con una AV contralateral de 0'7 y una complejidad técnica alta por tratarse de una catarata polar posterior, era arriesgado operar.

Sin embargo, viendo el resultado de la cirugía —sin complicaciones post-operatorias, AV post-quirúrgica igual a 1 y habiendo eliminado los deslumbramientos— parece que la recomendación de la red fue acertada para este paciente.

Las predicciones de la red se cumplieron fielmente, pues dio una probabilidad del 92'3% de conseguir una AV superior a 0,7, del 97'9% de eliminar los deslumbramientos y del 94'9 de conseguir una función visual sin limitaciones.

Red bayesiana CatarNet

Recomendación: **9 (Totalmente recomendada)**

Mejoría en A.V. (máx. 6): 4,6

Mejoría en deslumbramiento (máx. 5): 4,9

▼ Probabilidades

Función visual post-intervención	Probabilidad
Sin problemas	0,949
Dificultades para el ocio	0,047
Dificultades para la vida diaria	0,005
AV post-intervención	Probabilidad
≤ 0,15	0,012
> 0,15 y ≤ 0,4	0,033
> 0,4 y ≤ 0,7	0,031
> 0,7	0,923
Deslumbramiento post-intervención	Probabilidad
Deslumbramiento	0,021
Complicaciones	Probabilidad
Desprendimiento de coroides	0,000
Desprendimiento de retina	0,024
Edema corneal	0,001
Edema macular cistoide	0,028
Endoftalmitis	0,001
Deslumbramiento debido a estas complicaciones	0,020

Figura 4.23: Recomendación de la red bayesiana para el paciente 6° de Melilla.

Formulario prequirúrgico

Datos generales **Comorbilidad ocular** **Complejidad técnica**

Ojo que se recomienda operar	izquierdo ▼
Intervención quirúrgica previa	<input type="checkbox"/>
Tipo de catarata ojo operar	polar posterior ▼
Agudeza visual (corregida) ojo operar	0.2
Tipo de catarata contralateral	ausente ▼
Agudeza visual contralateral (corregida)	1
Deslumbramiento ("glare")	ojo operar ▼
Efectos del deslumbramiento	limitación para el ocio ▼
Función global	limitación para el ocio ▼
Agudeza visual esperada post-intervención (ojo operar)	> 0,70 ▼
Comentarios	<input type="text"/>

Figura 4.24: Datos generales del paciente 7° de Melilla.

7 - BMM (8974)**Pre-intervención:**

AV pre: 0,2

AV contralateral: 1

Tipo de catarata: Catarata polar posterior

Antecedentes: enfermedad pulmonar obstructiva crónica: mala colaboración

Post-intervención:

Sin complicaciones

AV post: 1

Datos generales	Comorbilidad ocular	Complejidad técnica
Cámara estrecha	<input type="checkbox"/>	
Fibrosis de la cápsula anterior	<input type="checkbox"/>	
Mala colaboración del paciente (prevista)	<input checked="" type="checkbox"/>	
Miopía magna	<input type="checkbox"/>	
Ojo hundido	<input type="checkbox"/>	
Ojo vitrectomizado	<input type="checkbox"/>	
Pseudoexfoliación	<input type="checkbox"/>	
Pupila estrecha	<input type="checkbox"/>	
Sinequias posteriores	<input type="checkbox"/>	
Subluxación de cristalino	<input type="checkbox"/>	
Otras		<input type="text"/>

Figura 4.25: Complejidad técnica para el paciente 7º de Melilla.

Se trata de un caso muy similar al anterior, pues también se trata de una catarata polar posterior, pero en este caso la AV contralateral es aún más alta y además era previsible una mala colaboración del paciente. Por eso la mediana de la puntuación según el panel fue aún más baja para este escenario (5, dudosa), con desacuerdo entre ellos.

En cambio, la puntuación de la red es 9 (totalmente recomendada), como puede verse en la figura 4.27, y parece que es acertada, pues para este paciente no hubo complicaciones post-operatorias y la AV pasó de 0'2 a 1.

Como en el caso anterior, las predicciones de la red relativas a agudeza visual, deslumbramientos y función visual esperada, que se muestran en la figura 4.27, se cumplieron fielmente para este paciente.

Podemos intentar comprender por qué algunos expertos del panel no recomendaban la cirugía para este paciente. La razón pudo ser en este escenario no había una limitación funcional importante, sino sólo para el ocio (era una catarata unilateral, por lo que el ojo contralateral asumía bastantes competencias de las que carecía el ojo a operar). Además presenta una complejidad quirúrgica alta, lo cual descompensaba la

balanza riesgo-beneficio. Quizá no tuvieron en cuenta la potencial ganancia de agudeza visual, que repercutiría en una mejoría en la función visual. Un problema importante de la función visual es la subjetividad, y muchos pacientes no se dan cuenta de las limitaciones que tienen hasta que son operados y entonces pueden realizar actividades que antes ni se planteaban hacer.

Panel de expertos	
Recomendación:	Facoemulsificación dudosa
Mediana de las puntuaciones (1 a 9):	5,0
Grado de acuerdo:	Desacuerdo
▼ Escenario	
Variable	Valor
A.V. contralateral	$\geq 0,5$
A.V. previa en el ojo a operar	$\geq 0,2$ y $\leq 0,4$
Patología asociada a la catarata	Catarata simple
Lateralidad de la catarata	Unilateral
Complejidad técnica	Alta por presencia de: <ul style="list-style-type: none"> ▪ mala colaboración (moderada) ▪ catarata polar posterior (alta)
Función visual	Dificultades en las actividades de ocio
Explicación	

Figura 4.26: Recomendación del panel de expertos para el paciente 7º de Melilla.

Red bayesiana CatarNet	
Recomendación:	9 (Totalmente recomendada)
Mejoría en A.V. (máx. 6):	5,5
Mejoría en deslumbramiento (máx. 5):	3,9
▼ Probabilidades	
Función visual post-intervención	Probabilidad
Sin problemas	0,967
Dificultades para el ocio	0,031
Dificultades para la vida diaria	0,002
AV post-intervención	Probabilidad
$\leq 0,15$	0,016
$> 0,15$ y $\leq 0,4$	0,059
$> 0,4$ y $\leq 0,7$	0,024
$> 0,7$	0,900
Deslumbramiento post-intervención	Probabilidad
Deslumbramiento	0,028
Complicaciones	Probabilidad
Desprendimiento de coroides	0,000
Desprendimiento de retina	0,028
Edema corneal	0,002
Edema macular cistoide	0,038
Endoftalmitis	0,002
Deslumbramiento debido a estas complicaciones	0,027

Figura 4.2: Recomendación de la red bayesiana para el paciente 7º de Melilla.

En cambio, la red recomienda operar red porque la ganancia potencia de agudeza visual es muy alta, pues se parte de una agudeza muy baja, de 0,2. Por otro lado, la AV contralateral alta hace que la cirugía de cataratas no sea tan necesaria, pero esto también puede utilizarse como argumento en sentido contrario, pues al tener garantizada una buena visión en el ojo contralateral, pueden asumirse más riesgos en el ojo a operar. Además el presentar una catarata unilateral hace que, cuando la desarrolle en el ojo adelfo, la función visual decrecerá considerablemente.

8 - JRG (4387)

Pre-intervención:

AV pre: 0,2

AV contralateral: 0,3

Tipo de catarata: moderada bilateral

Antecedentes: cámara estrecha (hipermetropía alta)

Post-intervención:

Sin complicaciones

AV post: 0,8

Datos generales	Comorbilidad ocular	Complejidad técnica
Ojo que se recomienda operar	derecho	
Intervención quirúrgica previa	<input type="checkbox"/>	
Tipo de catarata ojo operar	moderada	
Agudeza visual (corregida) ojo operar	0.2	
Tipo de catarata contralateral	moderada	
Agudeza visual contralateral (corregida)	0.3	
Deslumbramiento ("glare")	no puede precisar en qué ojo	
Efectos del deslumbramiento	no puede precisarlo	
Función global	limitación para el ocio	
Agudeza visual esperada post-intervención (ojo operar)		
Comentarios		

Figura 4.28: Datos generales del paciente 8° de Melilla.

La mediana de las puntuaciones del panel de expertos es 8 (apropiada), con acuerdo entre los expertos. La recomendación según la red es 9 (totalmente recomendada). En este caso existe acuerdo entre ambos.

Datos generales	Comorbilidad ocular	Complejidad técnica
Cámara estrecha	<input checked="" type="checkbox"/>	
Fibrosis de la cápsula anterior	<input type="checkbox"/>	
Mala colaboración del paciente (prevista)	<input type="checkbox"/>	
Miopía magna	<input type="checkbox"/>	
Ojo hundido	<input type="checkbox"/>	
Ojo vitrectomizado	<input type="checkbox"/>	
Pseudoexfoliación	<input type="checkbox"/>	
Pupila estrecha	<input type="checkbox"/>	
Sinequias posteriores	<input type="checkbox"/>	
Subluxación de cristalino	<input type="checkbox"/>	
Otras	<input type="text"/>	
<input type="button" value="Ver recomendaciones"/>		

Figura 4.29: Complejidad técnica para el paciente 8° de Melilla.

Prequirúrgico	Recomendaciones	Postquirúrgico	Revisión mensual
Recomendaciones de SAD-Catar			
Panel de expertos			
Recomendación:	Facoemulsificación apropiada		
Mediana de las puntuaciones (1 a 9):	8,0		
Grado de acuerdo:	Acuerdo		
▼ Escenario			
Variable	Valor		
A.V. contralateral	$\geq 0,2$ y $\leq 0,4$		
A.V. previa en el ojo a operar	$\geq 0,2$ y $\leq 0,4$		
Patología asociada a la catarata	Catarata simple		
Lateralidad de la catarata	Bilateral		
Complejidad técnica	Sin complejidad / complejidad baja por presencia de: <input type="checkbox"/> cámara estrecha (leve)		
Función visual	Dificultades en las actividades de ocio		
Explicación			
Red bayesiana CatarNet			
Recomendación:	9 (Totalmente recomendada)		
Mejoría en A.V. (máx. 6):	5,6		
Mejoría en deslumbramiento (máx. 5):	2,2		

Figura 4.30: Recomendación del panel de expertos para el paciente 8° de Melilla.

Red bayesiana CatarNet	
Recomendación:	9 (Totalmente recomendada)
Mejoría en A.V. (máx. 6):	5,6
Mejoría en deslumbramiento (máx. 5):	2,2
▼ Probabilidades	
Función visual post-intervención	Probabilidad
Sin problemas	0,337
Dificultades para el ocio	0,623
Dificultades para la vida diaria	0,040
AV post-intervención	Probabilidad
≤ 0,15	0,003
> 0,15 y ≤ 0,4	0,056
> 0,4 y ≤ 0,7	0,020
> 0,7	0,921
Deslumbramiento post-intervención	Probabilidad
Deslumbramiento	0,007
Complicaciones	Probabilidad
Desprendimiento de coroides	0,000
Desprendimiento de retina	0,004
Edema corneal	0,002
Edema macular cistoide	0,007
Endoftalmitis	0,001
Deslumbramiento debido a estas complicaciones	0,006

Figura 4.31: Recomendación de la red bayesiana para el paciente 8º de Melilla.

Las predicciones de la red sobre agudeza visual y complicaciones (cf. figura 4.31) se cumplieron exactamente. No se pueden evaluar las predicciones sobre deslumbramientos ni sobre función visual post-quirúrgica porque no están recogidas en la historia clínica.

El resultado de la operación, que consiguió elevar la AV de 0'2 a 0'8, indica que las recomendaciones del panel y de la red eran acertadas.

9 - FMA (028940)

Pre-intervención:

AV pre: 0,1

AV contralateral: 0,2

Antecedentes: Ojo hundido, catarata brunescente bilateral, pseudoexfoliación, mala colaboración

Post-intervención:

Sin complicaciones:

AV post: 1

Datos generales	Comorbilidad ocular	Complejidad técnica
Ojo que se recomienda operar		derecho
Intervención quirúrgica previa	<input type="checkbox"/>	
Tipo de catarata ojo operar		brunescence
Agudeza visual (corregida) ojo operar		0.1
Tipo de catarata contralateral		brunescence
Agudeza visual contralateral (corregida)		0.2
Deslumbramiento ("glare")		no puede precisar en qué ojo
Efectos del deslumbramiento		no puede precisarlo
Función global		limitación para la vida diaria
Agudeza visual esperada post-intervención (ojo operar)		> 0,70
Comentarios		

Figura 4.32: Datos generales del paciente 9º de Melilla.

Datos generales	Comorbilidad ocular	Complejidad técnica
Cámara estrecha	<input type="checkbox"/>	
Fibrosis de la cápsula anterior	<input type="checkbox"/>	
Mala colaboración del paciente (prevista)	<input checked="" type="checkbox"/>	
Miopía magna	<input type="checkbox"/>	
Ojo hundido	<input checked="" type="checkbox"/>	
Ojo vitrectomizado	<input type="checkbox"/>	
Pseudoexfoliación	<input checked="" type="checkbox"/>	
Pupila estrecha	<input type="checkbox"/>	
Sinequias posteriores	<input type="checkbox"/>	
Subluxación de cristalino	<input type="checkbox"/>	
Otras		

Figura 4.33: Complejidad técnica para el paciente 9º de Melilla.

La mediana de las puntuaciones del panel de expertos es 9 (apropiada), con acuerdo entre los expertos. La recomendación según la red es 9 (totalmente recomendada). También en este caso hay coincidencia total entre ambos.

Las limitaciones en agudeza visual y función visual son altas y, aunque se trata de un ojo con alta complejidad quirúrgica, los beneficios esperados compensaban los riesgos. El resultado de la operación, que consiguió elevar la AV de 0'1 a 1 (la probabilidad de la red para este resultado era del 80%), confirma que la cirugía era adecuada para este paciente.

Panel de expertos	
Recomendación:	Facoemulsificación apropiada
Mediana de las puntuaciones (1 a 9):	9,0
Grado de acuerdo:	Acuerdo
▼ Escenario	
Variable	Valor
A.V. contralateral	$\geq 0,2$ y $\leq 0,4$
A.V. previa en el ojo a operar	$\leq 0,1$
Patología asociada a la catarata	Catarata simple
Lateralidad de la catarata	Bilateral
Complejidad técnica	Alta por presencia de: <ul style="list-style-type: none"> ▪ ojo hundido (leve) ▪ pseudoexfoliación (moderada) ▪ mala colaboración (moderada) ▪ catarata brunesciente (alta)
Función visual	Dificultades en las actividades de la vida diaria

Figura 4.34: Recomendación del panel de expertos para el paciente 9º de Melilla.

Red bayesiana CatarNet	
Recomendación:	9 (Totalmente recomendada)
Mejoría en A.V. (máx. 6):	5,6
Mejoría en deslumbramiento (máx. 5):	3,0
▼ Probabilidades	
Función visual post-intervención	Probabilidad
Sin problemas	0,088
Dificultades para el ocio	0,795
Dificultades para la vida diaria	0,117
AV post-intervención	Probabilidad
$\leq 0,15$	0,045
$> 0,15$ y $\leq 0,4$	0,107
$> 0,4$ y $\leq 0,7$	0,050
$> 0,7$	0,798
Deslumbramiento post-intervención	Probabilidad
Deslumbramiento	0,141
Complicaciones	Probabilidad
Desprendimiento de coroides	0,000
Desprendimiento de retina	0,024
Edema corneal	0,091
Edema macular cistoide	0,081
Endoftalmitis	0,004
Deslumbramiento debido a estas complicaciones	0,141

Figura 4.35: Recomendación de la red bayesiana para el paciente 9º de Melilla.

b) Casos de Madrid

Mostramos ahora un análisis detallado de 5 de los 29 pacientes recogidos en la base de datos de la Agencia Laín Entralgo de Madrid.¹

1-

Pre-intervención:

AV pre: 0,3

AV contralateral: 0,9

Tipo de catarata: polar posterior

Función visual pre: dificultades en actividades de ocio

Post-intervención:

AV post: 0,9

Función visual post: bastante mejoría en actividades de ocio. No tenía deslumbramientos.

Datos generales	Comorbilidad ocular	Complejidad técnica
Ojo que se recomienda operar	derecho	
Intervención quirúrgica previa	<input type="checkbox"/>	
Tipo de catarata ojo operar	polar posterior	
Agudeza visual (corregida) ojo operar	0.3	
Tipo de catarata contralateral	ausente	
Agudeza visual contralateral (corregida)	0.9	
Deslumbramiento ("glare")	ojo operar	
Efectos del deslumbramiento	limitación para el ocio	
Función global	limitación para el ocio	
Agudeza visual esperada post-intervención (ojo operar)	> 0,70	
Comentarios		

Figura 4.36: Datos generales del paciente 1º de Madrid.

La mediana de las puntuaciones del panel es 5 (dudosa), con desacuerdo entre los expertos. Al parecer, algunos de ellos consideraron que, al no tener muchas limitaciones funcionales y ser una catarata con una complejidad alta, no convenía arriesgarse a operar.

En cambio, la red recomienda operar, con una puntuación máxima (9 = totalmente recomendada). Ya que la ganancia potencial en agudeza visual es muy elevada y el paciente puede llegar a no tener limitaciones funcionales tras la operación. De hecho, la red estimaba en un 91% la probabilidad de lograr AV superior a 0,7, como ocurrió en realidad. Eso explica la puntuación por AV de 5,5, que por sí sola llevaría a una

¹ Damos las gracias a la Dra. Nerea Fernández de Larrea, de la Agencia Laín Entralgo, por habernos facilitado estos datos.

puntuación total de 8,5, cercana al máximo. No se cumplió la predicción de la red en cuanto a función visual, pues daba un 97'4% de probabilidad de no tener limitaciones y un 2'5% de tener limitaciones para el ocio, que es lo que finalmente ocurrió.

Panel de expertos	
Recomendación:	Facoemulsificación dudosa
Mediana de las puntuaciones (1 a 9):	5,0
Grado de acuerdo:	Desacuerdo
▼ Escenario	
Variable	Valor
A.V. contralateral	$\geq 0,5$
A.V. previa en el ojo a operar	$\geq 0,2$ y $\leq 0,4$
Patología asociada a la catarata	Catarata simple
Lateralidad de la catarata	Unilateral
Complejidad técnica	Alta por presencia de: <ul style="list-style-type: none"> ▪ catarata polar posterior (alta)
Función visual	Dificultades en las actividades de ocio

Figura 4.37: Recomendación del panel de expertos para el paciente 1º de Madrid.

Red bayesiana CatarNet	
Recomendación:	9 (Totalmente recomendada)
Mejoría en A.V. (máx. 6):	5,5
Mejoría en deslumbramiento (máx. 5):	3,9
▼ Probabilidades	
Función visual post-intervención	Probabilidad
Sin problemas	0,974
Dificultades para el ocio	0,025
Dificultades para la vida diaria	0,001
AV post-intervención	Probabilidad
$\leq 0,15$	0,012
$> 0,15$ y $\leq 0,4$	0,051
$> 0,4$ y $\leq 0,7$	0,023
$> 0,7$	0,913
Deslumbramiento post-intervención	Probabilidad
Deslumbramiento	0,021
Complicaciones	Probabilidad
Desprendimiento de coroides	0,000
Desprendimiento de retina	0,024
Edema corneal	0,001
Edema macular cistoide	0,028
Endoftalmitis	0,001
Deslumbramiento debido a estas complicaciones	0,020

Figura 4.38: Recomendación de la red bayesiana para el paciente 1º de Madrid.

En cuanto al deslumbramiento, la red estimó que la probabilidad de eliminarlos era del 97%, por lo que dio una puntuación de 3,9 en este apartado, y así ocurrió en realidad.

Ateniéndonos al resultado obtenido para este paciente, en que la AV pasó de 0'3 a 0'9, parece que la recomendación de la red fue acertada, a pesar de que el panel de expertos consideraba la cirugía como dudosa para este escenario.

2-

Pre-intervención:

AV pre: 0,2

Catarata moderada

AV contralateral: 1

AV esperada: 0,5-0,7

Ambliopía

Función visual pre: sin problemas

Post-intervención:

Sin complicaciones

AV post: 0,2

Función visual post: algo mejor en actividades de ocio y tareas domésticas y alguna mejoría en los deslumbramientos.

Datos generales	Comorbilidad ocular	Complejidad técnica
Ojo que se recomienda operar	izquierdo	
Intervención quirúrgica previa	<input type="checkbox"/>	
Tipo de catarata ojo operar	moderada	
Agudeza visual (corregida) ojo operar	0.2	
Tipo de catarata contralateral	ausente	
Agudeza visual contralateral (corregida)	1	
Deslumbramiento ("glare")	ausente	
Efectos del deslumbramiento	sin problemas	
Función global	sin problemas	
Agudeza visual esperada post-intervención (ojo operar)	> 0,40 y ≤ 0,70	
Comentarios		

Figura 4.39: Datos generales del paciente 2º de Madrid.

Datos generales	Comorbilidad ocular	Complejidad técnica
Ambliopía	<input checked="" type="checkbox"/>	
Distrofia de Fuchs	ausente	
Maculopatías	<input type="checkbox"/>	
Neuropatías	<input type="checkbox"/>	
Opacidades corneales	<input type="checkbox"/>	
Retinopatía diabética	ausente	
Retinopatía no diabética	<input type="checkbox"/>	
Laser argon previo	<input type="checkbox"/>	
Otras		

Figura 4.40: Datos de comorbilidad ocular del paciente 2° de Madrid.

Panel de expertos	
Recomendación:	Facuemsulficación inapropiada
Mediana de las puntuaciones (1 a 9):	2,0
Grado de acuerdo:	Indeterminado
▼ Escenario	
Variable	Valor
A.V. contralateral	$\geq 0,5$
A.V. previa en el ojo a operar	$\geq 0,2$ y $\leq 0,4$
A.V. esperada tras la intervención	$\geq 0,5$
Patología asociada a la catarata	Asociada a otra patología
Lateralidad de la catarata	Unilateral
Complejidad técnica	Sin complejidad / complejidad baja
Función visual	Sin afectación

Figura 4.41: Recomendación del panel de expertos para el paciente 2° de Madrid.

La mediana de las puntuaciones del panel de expertos es 2 (inapropiada) y el grado de acuerdo es indeterminado. La recomendación según la red es 5 (dudosa). La puntuación por AV es de 1,6 y la puntuación por deslumbramiento es 0.

En este caso es difícil determinar cuál de las recomendaciones era más acertada. Por un lado, los expertos desaconsejaban la intervención, pero sin unanimidad total. Ciertamente, no hubo ganancia en AV, pero sí se redujeron los deslumbramientos y el paciente experimentó una mejoría sensible en la función visual.

En cuanto a las predicciones de la red, acertó al predecir que lo más probable (51%) era que la AV post-intervención estuviera en el intervalo $(0,15, 0,4]$ y al predecir, con una certeza del 99,7% que se iba a eliminar el deslumbramiento. Teniendo en cuenta que la operación fue beneficiosa para el paciente, aunque con una mejoría no muy significativa, la recomendación de “dudosa” dada por la red parece más acertada para este paciente que la de “inapropiada” dada por el panel de expertos, aunque en un caso tan poco claro es arriesgado intentar sacar conclusiones.

Red bayesiana CatarNet	
Recomendación:	5 (Dudosa)
Mejoría en A.V. (máx. 6):	1,6
Mejoría en deslumbramiento (máx. 5):	0,0
▼ Probabilidades	
Función visual post-intervención	Probabilidad
Sin problemas	0,987
Dificultades para el ocio	0,012
Dificultades para la vida diaria	0,001
AV post-intervención	Probabilidad
≤ 0,15	0,002
> 0,15 y ≤ 0,4	0,511
> 0,4 y ≤ 0,7	0,398
> 0,7	0,090
Deslumbramiento post-intervención	Probabilidad
Deslumbramiento	0,003
Complicaciones	Probabilidad
Desprendimiento de coroides	0,000
Desprendimiento de retina	0,003
Edema corneal	0,000
Edema macular cistoide	0,003
Endoftalmitis	0,000
Deslumbramiento debido a estas complicaciones	0,003

Figura 4.42: Recomendación de la red bayesiana para el paciente 2º de Madrid.

3

Pre-intervención:

Tipo de catarata: brunescente

AV pre: 0,1

AV contralateral: 0,7

AV esperada: 0,5-0,7

Opacidades corneales

Función visual pre: limitación para el ocio. No deslumbramientos.

Post-intervención:

Sin complicaciones

AV post: 0,6

Función visual post: bastante mejoría en actividades de ocio y tareas domésticas.

No tenía problemas con los deslumbramientos.

Para este paciente se espera una ganancia de AV de un nivel² y, además, la complejidad quirúrgica alta. Por eso el panel de expertos consideró la cirugía como dudosa, con una mediana de 6,5 y grado de acuerdo indeterminado.

² En el estudio RAND, la AV esperada es uno de los datos que definen el escenario, mientras que la red bayesiana realiza su propia estimación de la AV esperada, sin tener en cuenta la que introduce el oftalmólogo ni la que define el escenario.

Datos generales	Comorbilidad ocular	Complejidad técnica
Ojo que se recomienda operar		derecho
Intervención quirúrgica previa		<input type="checkbox"/>
Tipo de catarata ojo operar		brunesciente
Agudeza visual (corregida) ojo operar		0.1
Tipo de catarata contralateral		leve
Agudeza visual contralateral (corregida)		0.7
Deslumbramiento ("glare")		ausente
Efectos del deslumbramiento		no puede precisarlo
Función global		limitación para el ocio
Agudeza visual esperada post-intervención (ojo operar)		> 0,40 y ≤ 0,70
Comentarios		

Figura 4.43: Datos generales del paciente 3º de Madrid.

Datos generales	Comorbilidad ocular	Complejidad técnica
Ambliopía		<input type="checkbox"/>
Distrofia de Fuchs		ausente
Maculopatías		<input type="checkbox"/>
Neuropatías		<input type="checkbox"/>
Opacidades corneales		<input checked="" type="checkbox"/>
Retinopatía diabética		ausente
Retinopatía no diabética		<input type="checkbox"/>
Laser argon previo		<input type="checkbox"/>
Otras		

Figura 4.44: Datos de comorbilidad ocular del paciente 3º de Madrid.

En cambio, la puntuación de la red fue 8 (muy recomendada). Este resultado se debe a que hay una probabilidad del 55'2% de que la AV quede en el intervalo (0,4, 0,7] y una probabilidad del 26'1% de que quede entre 0,7 y 1, lo cual lleva a una puntuación por AV de 5,2. A posteriori se comprobó que la AV, que aumentó hasta 0,6, quedó en el intervalo que la red había dado como más probable. (Ésta era también la predicción del oftalmólogo, pero la red la calculó independientemente.)

Por otro lado, la red estimó que había un 5,2% de probabilidad de que las complicaciones quirúrgicas provocaran al paciente un deslumbramiento que antes no tenía. Por ello la puntuación por deslumbramiento era negativa, -0,3. Afortunadamente, para este paciente, ocurrió lo que la red consideraba más probable: no hubo complicaciones quirúrgicas y el paciente no tuvo deslumbramientos, o al menos éstos no fueron significativos.

Panel de expertos	
Recomendación:	Facoemulsificación dudosa
Mediana de las puntuaciones (1 a 9):	6,5
Grado de acuerdo:	Indeterminado
▼ Escenario	
Variable	Valor
A.V. contralateral	$\geq 0,5$
A.V. previa en el ojo a operar	$\leq 0,1$
A.V. esperada tras la intervención	$\geq 0,5$
Patología asociada a la catarata	Asociada a otra patología
Lateralidad de la catarata	Bilateral
Complejidad técnica	Alta por presencia de: <ul style="list-style-type: none"> ■ catarata brunescente (alta)
Función visual	Dificultades en las actividades de ocio

Figura 4.45: Recomendación del panel de expertos para el paciente 3º de Madrid.

Red bayesiana CatarNet	
Recomendación:	8 (Muy recomendada)
Mejoría en A.V. (máx. 6):	5,2
Mejoría en deslumbramiento (máx. 5):	-0,3
▼ Probabilidades	
Función visual post-intervención	Probabilidad
Sin problemas	0,546
Dificultades para el ocio	0,447
Dificultades para la vida diaria	0,006
AV post-intervención	Probabilidad
$\leq 0,15$	0,103
$> 0,15$ y $\leq 0,4$	0,084
$> 0,4$ y $\leq 0,7$	0,552
$> 0,7$	0,261
Deslumbramiento post-intervención	Probabilidad
Deslumbramiento	0,052
Complicaciones	Probabilidad
Desprendimiento de coroides	0,000
Desprendimiento de retina	0,010
Edema corneal	0,041
Edema macular cistoide	0,018
Endoftalmitis	0,002
Deslumbramiento debido a estas complicaciones	0,052

Figura 4.46: Recomendación de la red bayesiana para el paciente 3º de Madrid.

Dado que el paciente obtuvo una mejoría significativa, el consejo de la red, “cirugía muy recomendable”, parece más acertado en este caso que el del panel de expertos, cuya recomendación fue “dudosa” para este escenario.

4-**Pre-intervención:**

AV pre: 0,2

Tipo de catarata: blanca

AV contralateral: 0,5 (catarata moderada)

Ojo hundido

Función visual pre: deslumbramientos y limitación para el ocio.

Post-intervención:

Sin complicaciones

AV post: 0,7

Función visual post: bastante mejoría en actividades de ocio y tareas domésticas y reducción de los deslumbramientos.

Datos generales	Comorbilidad ocular	Complejidad técnica
Ojo que se recomienda operar		izquierdo
Intervención quirúrgica previa	<input type="checkbox"/>	
Tipo de catarata ojo operar		blanca
Agudeza visual (corregida) ojo operar		0.2
Tipo de catarata contralateral		moderada
Agudeza visual contralateral (corregida)		0.5
Deslumbramiento ("glare")		ojo operar
Efectos del deslumbramiento		limitación para el ocio
Función global		limitación para el ocio
Agudeza visual esperada post-intervención (ojo operar)		
Comentarios		

Figura 4.47: Datos generales del paciente 4º de Madrid.

Datos generales	Comorbilidad ocular	Complejidad técnica
Cámara estrecha	<input type="checkbox"/>	
Fibrosis de la cápsula anterior	<input type="checkbox"/>	
Mala colaboración del paciente (prevista)	<input type="checkbox"/>	
Miopía magna	<input type="checkbox"/>	
Ojo hundido	<input checked="" type="checkbox"/>	
Ojo vitrectomizado	<input type="checkbox"/>	
Pseudoexfoliación	<input type="checkbox"/>	
Pupila estrecha	<input type="checkbox"/>	
Sinequias posteriores	<input type="checkbox"/>	
Subluxación de cristalino	<input type="checkbox"/>	

Figura 4.48: Complejidad técnica para el paciente 4º de Madrid.

Panel de expertos	
Recomendación:	Facoemulsificación apropiada
Mediana de las puntuaciones (1 a 9):	8,0
Grado de acuerdo:	Acuerdo
▼ Escenario	
Variable	Valor
A.V. contralateral	$\geq 0,5$
A.V. previa en el ojo a operar	$\geq 0,2$ y $\leq 0,4$
Patología asociada a la catarata	Catarata simple
Lateralidad de la catarata	Bilateral
Complejidad técnica	Moderada por presencia de: <ul style="list-style-type: none"> ▪ ojo hundido (leve) ▪ catarata blanca (moderada)
Función visual	Dificultades en las actividades de ocio

Figura 4.49: Recomendación del panel de expertos para el paciente 4º de Madrid.

Red bayesiana CatarNet	
Recomendación:	9 (Totalmente recomendada)
Mejoría en A.V. (máx. 6):	5,3
Mejoría en deslumbramiento (máx. 5):	3,6
▼ Probabilidades	
Función visual post-intervención	Probabilidad
Sin problemas	0,834
Dificultades para el ocio	0,154
Dificultades para la vida diaria	0,012
AV post-intervención	Probabilidad
$\leq 0,15$	0,027
$> 0,15$ y $\leq 0,4$	0,065
$> 0,4$ y $\leq 0,7$	0,050
$> 0,7$	0,858
Deslumbramiento post-intervención	Probabilidad
Deslumbramiento	0,104
Complicaciones	Probabilidad
Desprendimiento de coroides	0,000
Desprendimiento de retina	0,012
Edema corneal	0,090
Edema macular cistoide	0,023
Endoftalmitis	0,003
Deslumbramiento debido a estas complicaciones	0,103

Figura 4.50: Recomendación de la red bayesiana para el paciente 4º de Madrid.

Para este paciente, la mediana de las puntuaciones del panel de expertos es 8 (apropiada), con acuerdo entre los expertos y la de la red es 9 (totalmente recomendada). En este caso, hay coincidencia entre ambos.

Los resultados obtenidos para este paciente, en el cual la AV pasó de 0'2 a 0'7, indican que la recomendación de operar era acertada. Las predicciones de la red en cuanto a AV, deslumbramientos y función visual, según las cuales se esperaba cierta mejoría pero sin dar unas probabilidades de éxito tan altas como en los casos anteriores, también eran acertadas.

5-**Pre-intervención:**

AV pre: 0,4 (catarata moderada)

AV contralateral: 0,5 (catarata moderada)

Función visual pre: deslumbramientos

Post-intervención:

Complicación: edema macular cistoide

AV post: 0,3

Función visual post: mucho peor en actividades de ocio y tareas domésticas. No tenía problemas con los deslumbramientos.

Datos generales	Comorbilidad ocular	Complejidad técnica
Ojo que se recomienda operar	derecho	
Intervención quirúrgica previa	<input type="checkbox"/>	
Tipo de catarata ojo operar	moderada	
Agudeza visual (corregida) ojo operar	0.4	
Tipo de catarata contralateral	moderada	
Agudeza visual contralateral (corregida)	0.5	
Deslumbramiento ("glare")	ojo operar	
Efectos del deslumbramiento	sin problemas	
Función global	limitación para el ocio	
Agudeza visual esperada post-intervención (ojo operar)	> 0,70	
Comentarios		

Figura 4.51: Datos generales del paciente 5º de Madrid.

La mediana de las puntuaciones del panel de expertos es 8 (apropiada), con acuerdo entre los expertos. La recomendación según la red es 9 (totalmente recomendada). La mejoría en agudeza visual esperada es de 5,6, y la mejoría en deslumbramiento es de 1.

Panel de expertos	
Recomendación:	Facoemulsificación apropiada
Mediana de las puntuaciones (1 a 9):	8,0
Grado de acuerdo:	Acuerdo
▼ Escenario	
Variable	Valor
A.V. contralateral	$\geq 0,5$
A.V. previa en el ojo a operar	$\geq 0,2$ y $\leq 0,4$
Patología asociada a la catarata	Catarata simple
Lateralidad de la catarata	Bilateral
Complejidad técnica	Sin complejidad / complejidad baja
Función visual	Dificultades en las actividades de ocio

Figura 4.52: Recomendación del panel de expertos para el paciente 5° de Madrid.

Red bayesiana CatarNet	
Recomendación:	9 (Totalmente recomendada)
Mejoría en A.V. (máx. 6):	5,6
Mejoría en deslumbramiento (máx. 5):	1,0
▼ Probabilidades	
Función visual post-intervención	Probabilidad
Sin problemas	0,884
Dificultades para el ocio	0,109
Dificultades para la vida diaria	0,007
AV post-intervención	Probabilidad
$\leq 0,15$	0,002
$> 0,15$ y $\leq 0,4$	0,053
$> 0,4$ y $\leq 0,7$	0,020
$> 0,7$	0,925
Deslumbramiento post-intervención	Probabilidad
Deslumbramiento	0,004
Complicaciones	Probabilidad
Desprendimiento de coroides	0,000
Desprendimiento de retina	0,003
Edema corneal	0,000
Edema macular cistoide	0,003
Endoftalmitis	0,000
Deslumbramiento debido a estas complicaciones	0,003

Figura 4.53: Recomendación de la red bayesiana para el paciente 5° de Madrid.

Existe un 92% de probabilidades de lograr una mejoría de la agudeza visual al intervalo $>0,7$. La probabilidad de empeorar al intervalo de agudeza de $\leq 0,15$ es de 0,002.

Respecto a los deslumbramientos, se observa una probabilidad de existir postoperatoriamente debido a persistir los previos y a sumarse los debidos a complicaciones. Respecto a la variable función post intervención, según nuestra red, lo más probable es

que no tenga limitaciones con un 88%. aun así, existe una probabilidad de 0,007 de tener limitaciones para la vida diaria tras la cirugía.

Las complicaciones más probables son el edema macular y el desprendimiento de retina con un 0,003 cada una.

Como vemos en este caso, aunque existan pocas posibilidades, los resultados negativos ocurren. Nuestra red es capaz de analizar mas exhaustivamente los casos y las recomendaciones son más precisas.

4.1.2. Discusión

Hemos encontrado discrepancias —diferencia de más de un punto entre la recomendación de la red y la del panel de expertos— en 6 de los 47 pacientes evaluados; tres de ellos eran del grupo de Melilla (3º, 6º y 7º) y tres la base de datos de Madrid (1º, 2º y 3º). Recapitulamos a continuación los resultados obtenidos en estos 6 casos.

El caso 3º de Melilla era un paciente al que el panel de expertos asignaba una mediana de puntuación de 7, con grado de acuerdo indeterminado. La red la asignaba una puntuación de 9. Este paciente presentaba una agudeza visual inicial de 0,4, y alto grado de complejidad técnica. Finalmente logró una visión de 1 a pesar de que si existió una complicación. Puede que el panel de expertos no recomendara operar por el riesgo de complicaciones debidas a la complejidad técnica, aunque finalmente, tal y como preveía la red también, sí aparecieron, pero se resolvieron favorablemente, y la probabilidad de mejoría compensaba los riesgos.

En el caso del paciente 6º de Melilla, el panel de expertos le asignaba una mediana de puntuaciones de 6, con un grado de acuerdo indeterminado. La red recomendaba totalmente la intervención asignándole un 9 de puntuación. Este paciente presentaba unas agudezas preoperatorias aceptables, pero la catarata subcapsular posterior le originaba unos deslumbramientos que, al tratarse de un paciente joven, le provocaban una limitación para su vida diaria. Los expertos consideraban que la complejidad técnica alta no justificaba la intervención. Finalmente este paciente alcanzó una agudeza visual de 1 y se eliminaron las limitaciones funcionales que presentaba. La red había calculado ese resultado.

El paciente 7º de Melilla, es un caso parecido al anterior pero con un factor de complejidad añadido; por eso la puntuación de los expertos fue 5 (dudosa). Sin embargo, la puntuación de la red también 9 (totalmente recomendada), como en el caso anterior, porque este paciente presentaba menor agudeza visual. Finalmente, la agudeza visual aumentó hasta la unidad y no hubo complicaciones.

En el grupo de pacientes de Madrid, el paciente 1º presentaba una agudeza visual de 0,3 y una catarata subcapsular posterior que sólo originaba dificultades para el ocio. La mediana de las puntuaciones de los expertos fue 5, con desacuerdo entre ellos. Al tratarse de una complejidad técnica alta con poca limitación funcional, algunos de los expertos no recomendaban la intervención. En cambio, la red dio una puntuación de 9, valorando la alta probabilidad de ganancia de agudeza visual y la alta probabilidad de eliminar los deslumbramientos. Finalmente, el paciente logró una agudeza visual de 0,9 y mejoría funcional.

El paciente 2º de Madrid tenía una agudeza visual previa de 0,2, sin limitación funcional. La complejidad técnica era baja y, debido a la ambliopía, no se esperaba una gran ganancia de agudeza visual. La mediana de las puntuaciones de los expertos fue 2 (inapropiada), mientras que la red dio una puntuación de 5 (recomendación dudosa). Tras la cirugía, el paciente no mejoró de agudeza visual pero sí refería mejoría en función visual aunque previamente no se había dado cuenta de esas limitaciones.

El paciente 3º de Madrid tenía una agudeza visual de 0,1 con una catarata con alto grado de complejidad y limitaciones para el ocio. La mediana de puntuaciones del panel de expertos fue de 6,5 (dudosa), mientras que la red lo puntuaba con 8 (muy recomendada). Postoperatoriamente, consiguió una agudeza visual de 0,6 con bastante mejoría funcional. La red considera mayor grado de detalle en los niveles de agudeza visual, y también pondera mejor las causas de esos niveles de agudeza visual y de los deslumbramientos.

En resumen, en los 47 pacientes analizados (18 de Melilla y 29 de Madrid) la puntuación de la red bayesiana fue siempre más alta que la del panel de expertos. Todos los pacientes de Melilla mejoraron notablemente tras la cirugía, salvo el 4º, en que la mejoría era dudosa, a pesar de que la puntuación del panel era 8 (apropiada) y la de la red era 9 (muy recomendada). En cambio, de los 29 pacientes de Madrid, hubo 4 que empeoraron como consecuencia de las complicaciones quirúrgicas.

En conjunto, parece que las recomendaciones de la red son más acertadas que las del panel de expertos. Sin embargo, ser cautos a la hora de sacar conclusiones, pues el hecho de que un paciente haya empeorado como consecuencia de una complicación que a priori era muy improbable no significa que la cirugía sea inapropiada para todos los pacientes que presentan el mismo perfil y, recíprocamente, el hecho de que para un paciente la cirugía haya tenido éxito no significa que la operación sea beneficiosa para el conjunto de pacientes que presenten el mismo cuadro clínico, pues podría ocurrir que un gran perjuicio causado a un número pequeño de pacientes tuviera más relevancia que un beneficio leve para el resto.

A nuestro juicio, la conclusión que se puede sacar es que los resultados de la red bayesiana son muy prometedores: en la mayor parte de los pacientes evaluados la red ha acertado más que el panel, pero es necesario realizar evaluaciones con un número elevado de pacientes para poder dar una valoración global fiable. Sin embargo, la red presenta al menos dos ventajas frente al estudio RAND: la primera es que ofrece mayor **grado de detalle** de las recomendaciones, pues distingue entre la puntuación por agudeza visual y la puntuación por deslumbramientos, y da una estimación de la probabilidad de cada una de las posibles complicaciones, lo cual permite al oftalmólogo tomar su propia decisión con mayor información, mientras que el resultado del panel de expertos no explica el porqué de la recomendación; la segunda ventaja de la red es la **posibilidad de adaptación**, pues las probabilidades condicionales que definen la red pueden ir ajustándose de forma automática o semi-automática, mientras que para modificar las recomendaciones del panel habría que reunir de nuevo a los expertos y repetir todo el proceso, lo cual tendría un coste temporal y económico muy elevado.

4.2. Comparación sistemática con el panel de expertos

Como hemos dicho al principio de este capítulo, la segunda forma de evaluar nuestra red ha consistido en la comparación de sus recomendaciones con las del panel de expertos para cada uno de los 1.071 escenarios definidos en el estudio RAND de la red IRYSS.

4.2.1. Método de comparación

Los 1.071 escenarios están recogido en una base de datos, en formato Excel, que pertenece a la red IRYSS y, por motivos de confidencialidad no estaba a nuestra disposición. Por ello, D^a Carla Margalef, del Dpto. de Inteligencia Artificial de la UNED, construyó un programa en Java que leía dicho archivo y, realizando el cálculo del probabilidad a priori para cada uno de ellos con la herramienta OpenMarkov ya mencionada, le asignaba las tres puntuaciones: la de agudeza visual, la de deslumbramiento y la global, ésta última en una escala de 1 a 9. Dicho programa fue ejecutado por la Dra. Nerea Fernández de Larrea en la Agencia Laín Entralgo, quien obtuvo las gráficas y los índices de correlación que vamos a mostrar a continuación, utilizando, además del propio Excel, los programas Epidat 3.1 y SPSS v.15.

En colaboración con ella, hemos realizado posteriormente un análisis individual de cinco de los escenarios en que se producían las discrepancias más significativas, utilizando las herramientas Elvira y SAD-Catar con el fin de intentar comprender el porqué de esas diferencias. Dicho análisis se muestra en la sección 4.2.3.

4.2.2. Análisis estadístico de resultados

En nuestro estudio hemos analizado primero todos los escenarios globalmente y luego hemos realizado dos análisis más detallados, uno de ellos clasificando los escenarios en función de la patología asociada a la catarata y el otro clasificándolos según la función visual.

a) *Comparación global*

De los 1.071 escenarios comparados, el panel de expertos clasificó como apropiados el 29,3% de los escenarios y la red como aconsejados el 43,4%. El porcentaje de escenarios clasificados como inapropiados / desaconsejados fue del 39,2% y 20,8%, respectivamente, como puede verse en la tabla 4.54.

El grado de concordancia entre ambos métodos, medido por el índice κ de Cohen ponderado, fue 0,61 [IC_{95%}: 0,57 - 0,64] ($p < 0,001$).

La figura 4.55 representa las puntuaciones dadas por ambos métodos. El coeficiente de correlación intraclase (CCI) entre la puntuación del panel de expertos y la puntuación de la red fue 0,77 [IC_{95%}: 0,75-0,79] ($p < 0,001$).

		Red			Total
		Aconsejado	Dudoso	Desaconsejado	
Método RAND	Apropiado	280	21	13	314
	Dudoso	165	138	34	337
	Inapropiado	20	224	176	420
Total		465	383	223	1.071

Tabla 4.54. Clasificación de los escenarios según el panel de expertos y según nuestra red.

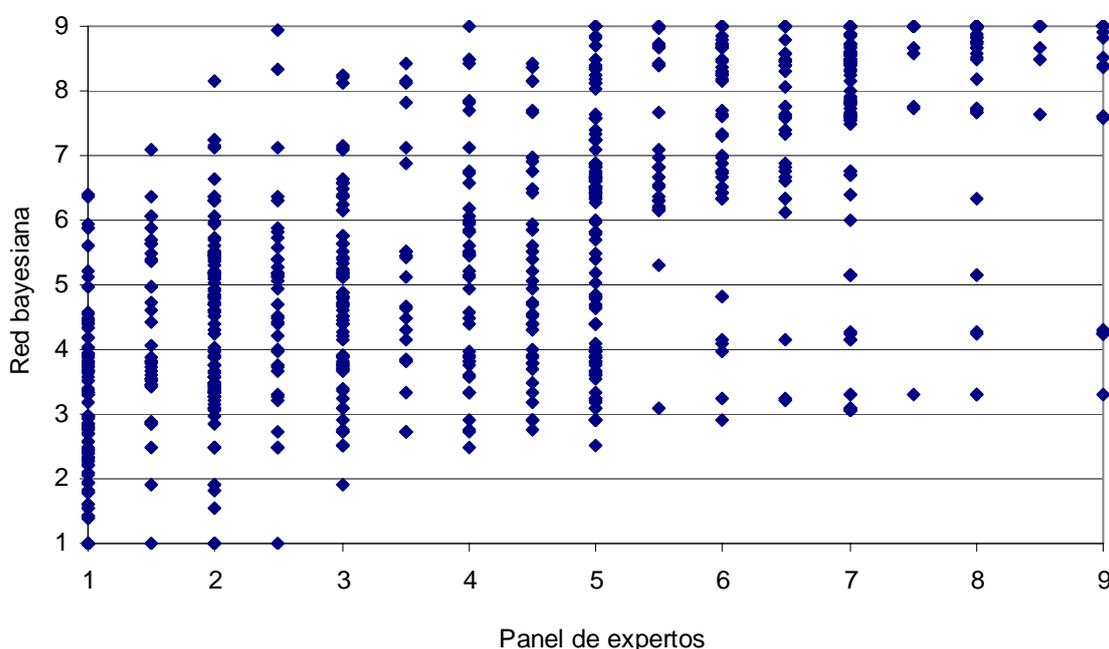


Figura 4.55. Recomendaciones del panel de expertos (mediana) y de nuestra red.

En el estudio prospectivo llevado a cabo por la Agencia Láin Entralgo para estimar el grado de cumplimiento de los criterios de indicación apropiada establecidos por el panel de expertos y para realizar una validación de los mismos, los pacientes se agrupaban en 429 de los 765 escenarios sin distrofia corneal que habían valorado los expertos (no disponemos de información sobre qué escenarios con distrofia corneal son más frecuentes en la práctica clínica, ya que los pacientes con dicha patología fueron excluidos del estudio prospectivo); para el resto de los escenarios no se encontró ningún paciente. Dentro del grupo de escenarios encontrados en el estudio, el panel de expertos había clasificado como apropiados el 44,5% y la red clasificó como aconsejados el 62,5%. El porcentaje de escenarios clasificados como inapropiados / desaconsejados fue del 24,9% y 4,9%, respectivamente (tabla 4.56).

El grado de concordancia entre ambos métodos, medido por el índice κ de Cohen ponderado, fue 0,65 [IC_{95%}: 0,60 - 0,69] ($p < 0,001$), mientras que al considerar todos

los escenarios teóricos fue del 0,61, lo cual indica que hubo menos discrepancias en los escenarios encontrados en la práctica que en los demás.

		Red			Total
		Aconsejado	Dudoso	Desaconsejado	
Método RAND	Apropiado	191	0	0	191
	Dudoso	72	59	0	131
	Inapropiado	5	81	21	107
Total		268	140	21	429

Tabla 4.56: clasificación de escenarios del estudio prospectivo

La figura 4.57 representa la correlación entre las puntuaciones dadas por ambos métodos. El coeficiente de correlación intraclass (CCI) entre la puntuación del panel de expertos y la puntuación de la red fue de 0,83 [IC_{95%}: 0,80-0,86] ($p < 0,001$).

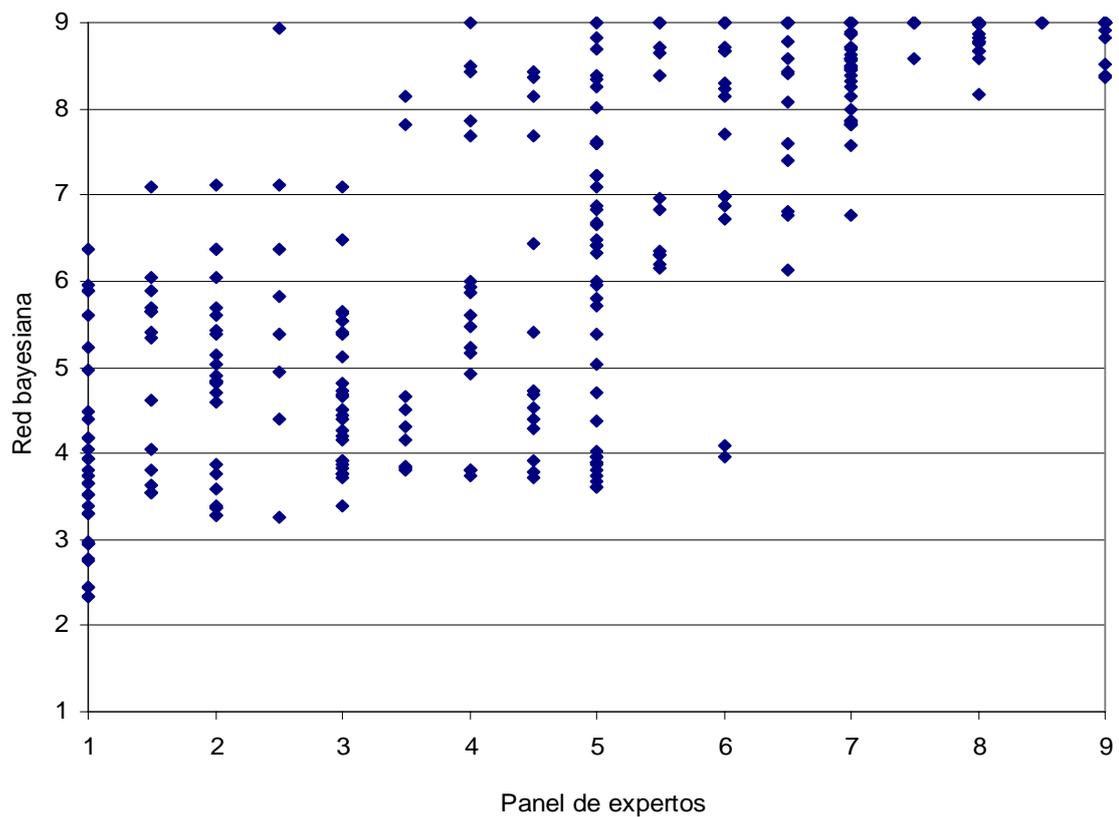


Figura 4.57: Puntuaciones para los escenarios encontrados en el estudio prospectivo.

b) Comparación desglosada por patología asociada

En función de la presencia de otras patologías oculares, los resultados obtenidos de la comparación de las recomendaciones y de las puntuaciones dadas por la red con respecto a las del panel de expertos son las que se muestran en la tabla 4.58.

Patología	Escenarios apropiados / aconsejados	Escenarios inapropiados / desaconsejados	Escenarios con concordancia completa*	Concordancia entre recomendaciones**	Correlación† entre la mediana y la puntuación
Catarata simple	84 (54,9%) / 129 (84,3%)	26 (17,0%) / 0 (0%)	89 (58,2%)	0,40 [IC _{95%} : 0,30 - 0,50] ‡	0,73 [IC _{95%} : 0,65-0,80] ‡
Retinopatía diabética	91 (29,7%) / 123 (40,2%)	124 (40,5%) / 49 (16,0%)	194 (63,4%)	0,71 [IC _{95%} : 0,67 - 0,76] ‡	0,89 [IC _{95%} : 0,86-0,91] ‡
Otras patologías oculares	77 (25,2%) / 129 (42,2%)	133 (43,5%) / 49 (16,0%)	170 (55,6%)	0,67 [IC _{95%} : 0,63 - 0,72] ‡	0,86 [IC _{95%} : 0,83-0,89] ‡
Distrofia corneal de Fuchs	62 (20,3%) / 84 (27,5%)	137 (44,8%) / 125 (40,8%)	141 (46,1%)	0,38 [IC _{95%} : 0,29 - 0,48] ‡	0,54 [IC _{95%} : 0,46-0,62] ‡

* Concordancia completa: apropiado según el panel de expertos y aconsejado según la red, o inapropiado según el panel de expertos y desaconsejado según la red o dudoso según ambos métodos. ** Índice κ de Cohen. † Coeficiente de correlación intraclase. ‡ valor $p < 0,001$.
IC_{95%}: intervalo de confianza al 95%.

Tabla 4.58: Comparación de las recomendaciones, agrupadas por patologías.

b.1) Catarata simple

De los 153 escenarios incluidos en este grupo, el panel de expertos clasificó como apropiados el 54,9% de los escenarios y la red como aconsejados el 84,3%. El porcentaje de escenarios clasificados como inapropiados / desaconsejados fue del 17% y 0%, respectivamente (tabla 4.59).

		Red			Total
		Aconsejado	Dudoso	Desaconsejado	
Método RAND	Apropiado	84	0	0	84
	Dudoso	38	5	0	43
	Inapropiado	7	19	0	26
Total		129	24	0	153

Tabla 4.59: Comparación de recomendaciones para catarata simple (sin patología asociada).

El grado de concordancia entre ambos métodos, medido por el índice κ de Cohen ponderado, fue 0,40 [IC_{95%}: 0,30 - 0,50] ($p < 0,001$).

La figura 4.60 representa la correlación entre las puntuaciones dadas por ambos métodos. El coeficiente de correlación intraclase (CCI) entre la puntuación del panel de expertos y la puntuación de la red fue de: 0,73 [IC_{95%}: 0,65-0,80] ($p < 0,001$).

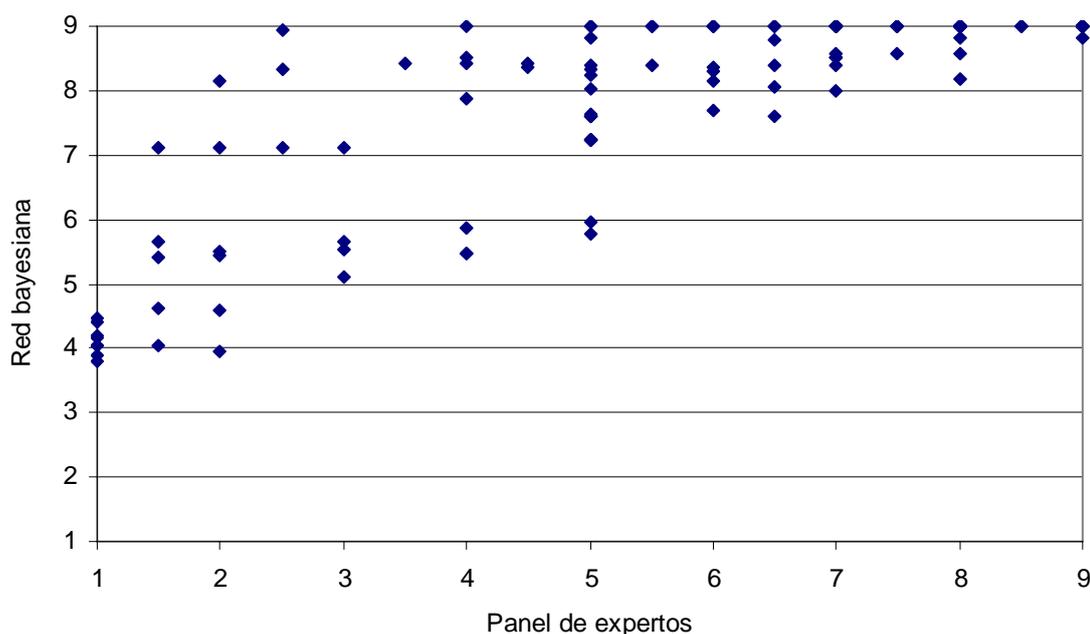


Figura 4.60. Puntuaciones para los escenarios de catarata simple.

b.2) Catarata asociada a retinopatía diabética

De los 306 escenarios comparados, el panel de expertos clasificó como apropiados el 29,7% de los escenarios y la red como aconsejados el 40,2%. El porcentaje de escenarios clasificados como inapropiados / desaconsejados fue del 40,5% y 16,0%, respectivamente (Tabla 4.61).

		Red			Total
		Aconsejado	Dudoso	Desaconsejado	
Método RAND	Apropiado	89	2	0	91
	Dudoso	33	57	1	91
	Inapropiado	1	75	48	124
Total		123	134	49	306

Tabla 4.61. Comparación de recomendaciones para catarata asociada a retinopatía diabética.

El grado de concordancia entre ambos métodos, medido por el índice κ de Cohen ponderado, fue 0,71 [IC_{95%}: 0,67 - 0,76] ($p < 0,001$).

La Figura 4.62 representa la correlación entre las puntuaciones dadas por ambos métodos. El coeficiente de correlación intraclass (CCI) entre la puntuación del panel de expertos y la puntuación de la red fue de: 0,89 [IC_{95%}: 0,86-0,91] ($p < 0,001$).

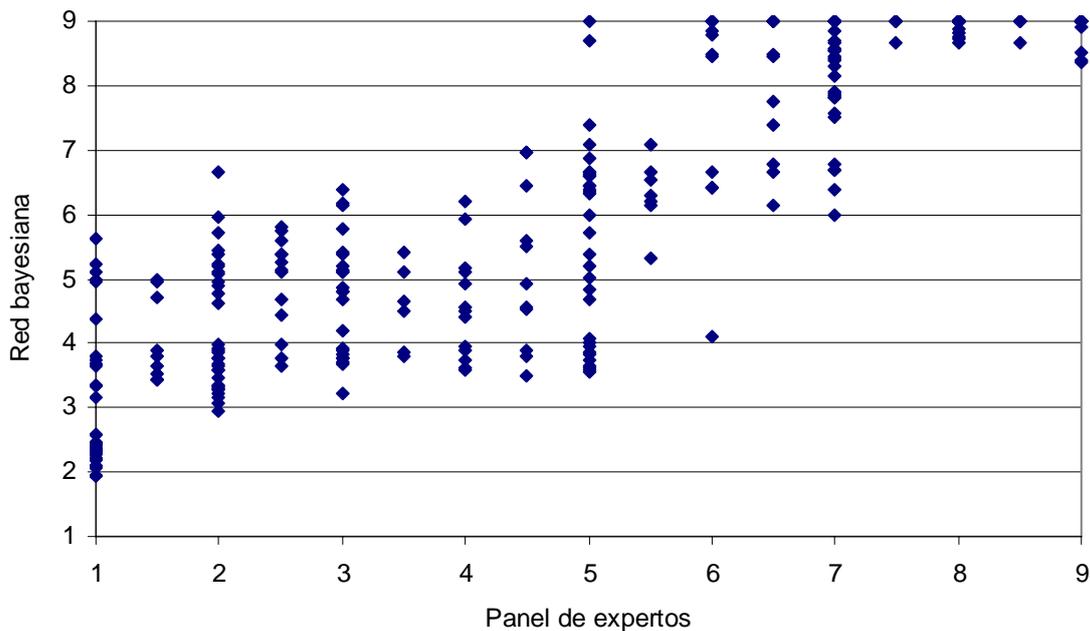


Figura 4.62: Puntuaciones para los escenarios con retinopatía diabética.

b.3) Catarata con distrofia corneal de Fuchs

De los 306 escenarios comparados, el panel de expertos clasificó como apropiados el 20,3% de los escenarios y la red como aconsejados el 27,5%. El porcentaje de escenarios clasificados como inapropiados / desaconsejados fue del 44,8% y 40,8%, respectivamente (Tabla 4.63).

		Red			Total
		Aconsejado	Dudoso	Desaconsejado	
Método RAND	Apropiado	30	19	13	62
	Dudoso	42	32	33	107
	Inapropiado	12	46	79	137
Total		84	97	125	306

Tabla 4.63: Comparación de recomendaciones para catarata con distrofia de Fuchs.

El grado de concordancia entre ambos métodos, medido por el índice κ de Cohen ponderado, fue 0,38 [IC_{95%}: 0,29 - 0,48] ($p < 0,001$).

La Figura 4.64 representa la correlación entre las puntuaciones dadas por ambos métodos. El coeficiente de correlación intraclass (CCI) entre la puntuación del panel de expertos y la puntuación de la red fue de: 0,54 [IC_{95%}: 0,46-0,62] ($p < 0,001$).

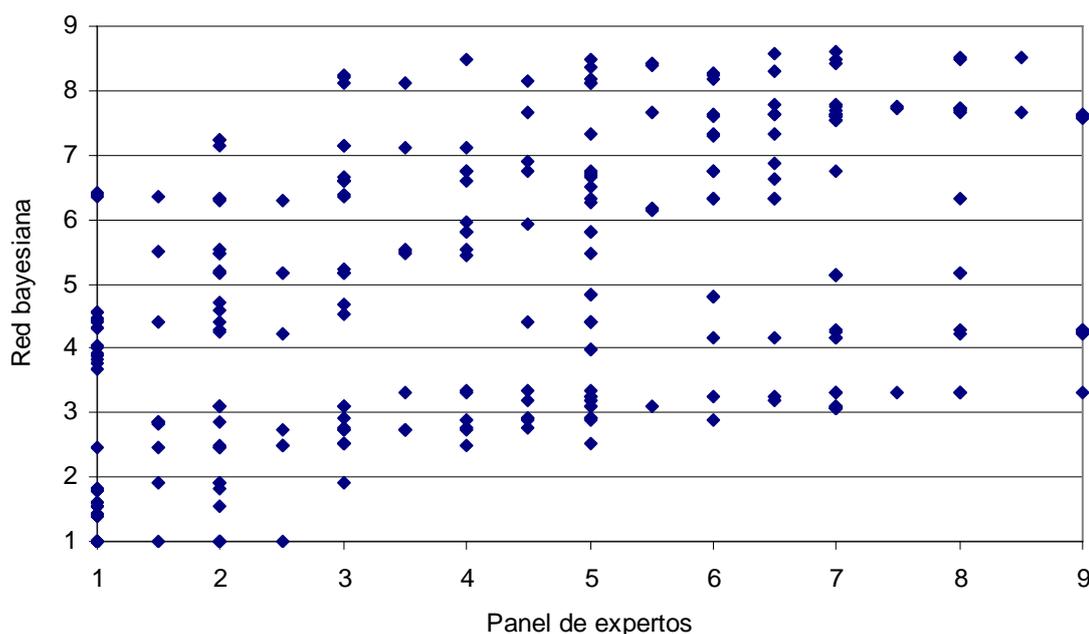


Figura 4.64: Puntuaciones para escenarios con distrofia de Fuchs.

b.4) Catarata asociada a otras patologías oculares

De los 306 escenarios comparados, el panel de expertos clasificó como apropiados el 25,2% de los escenarios y la red como aconsejados el 42,2%. El porcentaje de escenarios clasificados como inapropiados / desaconsejados fue del 43,5% y 16,0%, respectivamente (Tabla 4.65).

		Red			Total
		Aconsejado	Dudoso	Desaconsejado	
Método RAND	Apropiado	77	0	0	77
	Dudoso	52	44	0	96
	Inapropiado	0	84	49	133
Total		129	128	49	306

Tabla 4.65: Comparación de recomendaciones para otras patologías (distintas de retinopatías y distrofia de Fuchs).

El grado de concordancia entre ambos métodos, medido por el índice κ de Cohen ponderado, fue 0,67 [IC_{95%}: 0,63 - 0,72] ($p < 0,001$).

La Figura 4.66 representa la correlación entre las puntuaciones dadas por ambos métodos. El coeficiente de correlación intraclase (CCI) entre la puntuación del panel de expertos y la puntuación de la red fue de: 0,86 [IC_{95%}: 0,83-0,89] ($p < 0,001$).

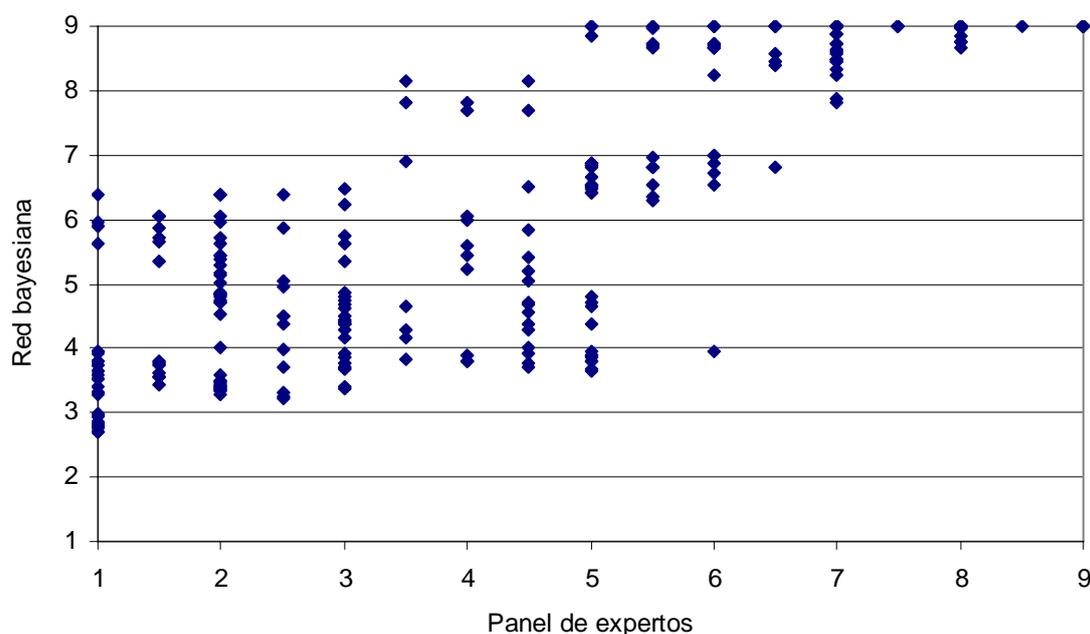


Figura 4.66: Puntuaciones para escenarios con otras patologías (distintas de retinopatías y distrofia de Fuchs).

c) Comparación desglosada por función visual

En función del grado de repercusión que tiene la catarata en la vida del paciente, los resultados obtenidos son:

Función visual	Escenarios apropiados / aconsejados	Escenarios inapropiados / desaconsejados	Escenarios con concordancia completa*	Concordancia entre recomendaciones**	Correlación† entre la mediana y la puntuación
Sin afectación	4 (2,0%) / 36 (18,2%)	162 (81,8%) / 90 (45,5%)	103 (52,0%)	0,41 [IC _{95%} : 0,31 - 0,50] ‡	0,67 [IC _{95%} : 0,59-0,74] ‡
Deslumbramientos	38 (13,9%) / 108 (39,6%)	125 (45,8%) / 68 (24,9%)	122 (44,7%)	0,55 [IC _{95%} : 0,49 - 0,61] ‡	0,82 [IC _{95%} : 0,77-0,85] ‡
Dificultades de actividades de ocio	86 (31,5%) / 140 (51,3%)	99 (36,3%) / 32 (11,7%)	121 (44,3%)	0,55 [IC _{95%} : 0,49 - 0,60] ‡	0,75 [IC _{95%} : 0,69-0,80] ‡
Dificultades AVD	186 (56,9%) / 181 (55,4%)	34 (10,4%) / 33 (10,1%)	248 (75,8%)	0,58 [IC _{95%} : 0,49 - 0,67] ‡	0,70 [IC _{95%} : 0,64-0,75] ‡

* Concordancia completa: apropiado según el panel de expertos y aconsejado según la red o inapropiado según el panel de expertos y desaconsejado según la red o dudoso según ambos métodos. ** Índice κ de Cohen. † Coeficiente de correlación intraclase. ‡ valor $p < 0,001$.

IC_{95%}: intervalo de confianza al 95%. AVD: actividades de la vida diaria.

Tabla 4.67: Comparación desglosada por función visual.

c.1) Escenarios sin afectación de la función visual

De los 198 escenarios comparados, el panel de expertos clasificó como apropiados el 2% de los escenarios y la red como aconsejados el 18,2%. El porcentaje de escenarios clasificados como inapropiados / desaconsejados fue del 81,8% y 45,5%, respectivamente (Tabla 4.68).

		Red			Total
		Aconsejado	Dudoso	Desaconsejado	
Método RAND	Apropiado	4	0	0	4
	Dudoso	23	9	0	32
	Inapropiado	9	63	90	162
Total		36	72	90	198

Tabla 4.68: Recomendaciones para escenarios sin afectación de la función visual.

El grado de concordancia entre ambos métodos, medido por el índice κ de Cohen ponderado, fue 0,41 [IC_{95%}: 0,31 - 0,50] ($p < 0,001$).

La Figura 4.69 representa la correlación entre las puntuaciones dadas por ambos métodos. El coeficiente de correlación intraclass (CCI) entre la puntuación del panel de expertos y la puntuación de la red fue de: 0,67 [IC_{95%}: 0,59-0,74] ($p < 0,001$).

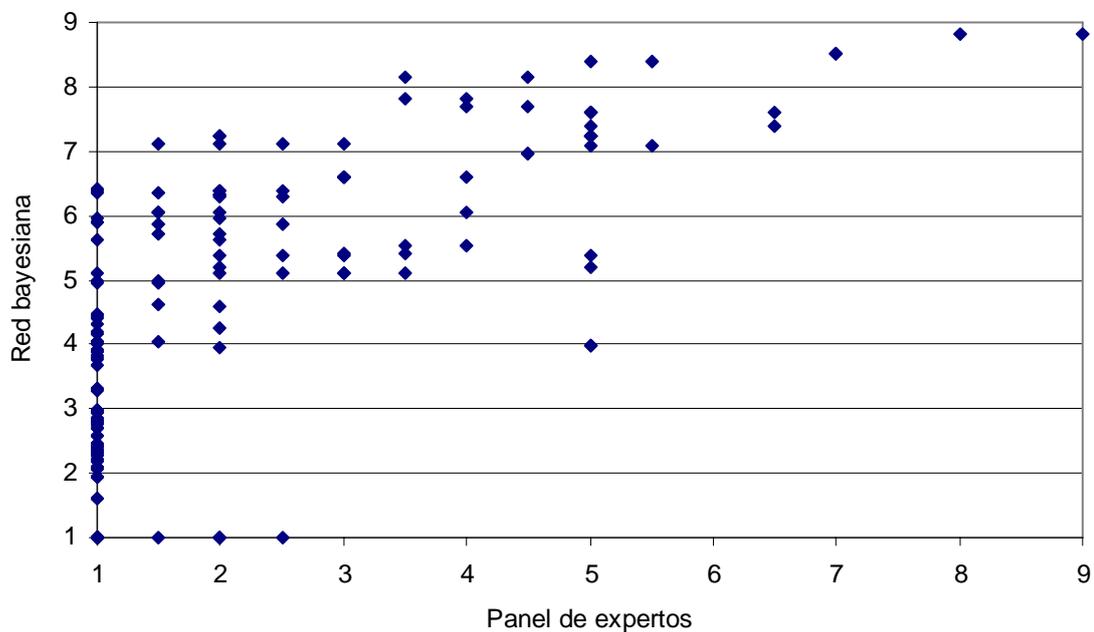


Figura 4.69: Puntuaciones para escenarios sin afectación de la función visual.

c.2) Deslumbramiento

De los 273 escenarios comparados, el panel de expertos clasificó como apropiados el 13,9% de los escenarios y la red como aconsejados el 39,6%. El porcentaje de escenarios clasificados como inapropiados / desaconsejados fue del 45,8% y 24,9%, respectivamente (Tabla 4.70).

		Red			Total
		Aconsejado	Dudoso	Desaconsejado	
Método RAND	Apropiado	34	4	0	38
	Dudoso	70	30	10	110
	Inapropiado	4	63	58	125
Total		108	97	68	273

Tabla 4.70. Recomendaciones para escenarios con deslumbramiento.

El grado de concordancia entre ambos métodos, medido por el índice κ de Cohen ponderado, fue 0,55 [IC_{95%}: 0,49 - 0,61] ($p < 0,001$).

La Figura 4.71 representa la correlación entre las puntuaciones dadas por ambos métodos. El coeficiente de correlación intraclase (CCI) entre la puntuación del panel de expertos y la puntuación de la red fue de: 0,82 [IC_{95%}: 0,77-0,85] ($p < 0,001$).

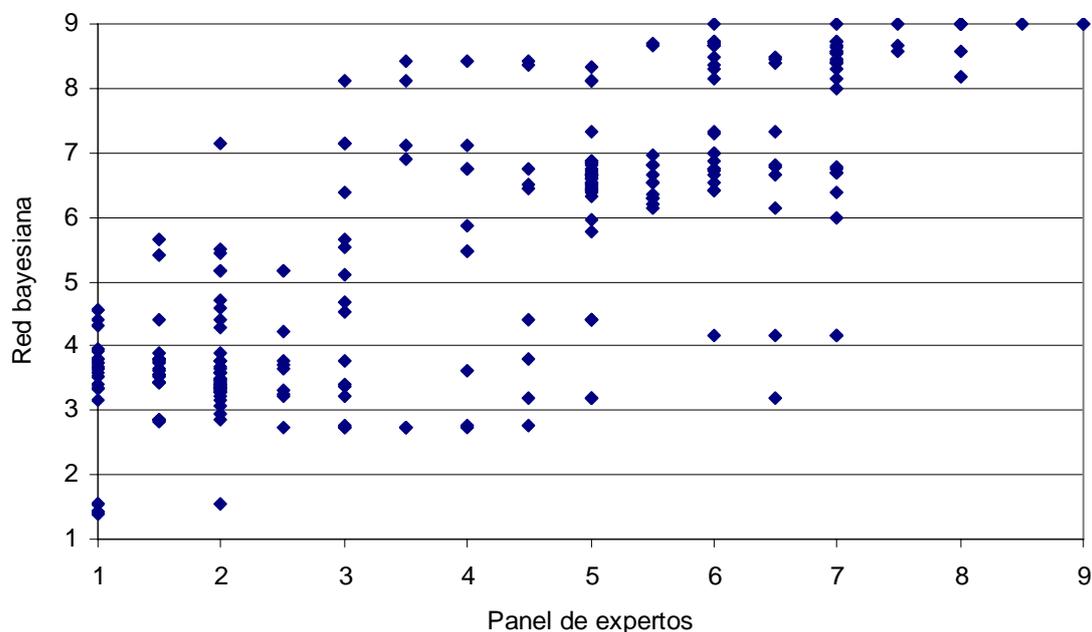


Figura 4.71: Puntuaciones para escenarios con deslumbramiento.

c.3) *Dificultades en actividades de ocio*

De los 273 escenarios comparados, el panel de expertos clasificó como apropiados el 31,5% de los escenarios y la red como aconsejados el 51,3%. El porcentaje de escenarios clasificados como inapropiados / desaconsejados fue del 36,3% y 11,7%, respectivamente (Tabla 4.72).

		Red			Total
		Aconsejado	Dudoso	Desaconsejado	
Método RAND	Apropiado	82	4	0	86
	Dudoso	53	21	14	88
	Inapropiado	5	76	18	99
Total		140	101	32	273

Tabla 4.72: Recomendaciones para los escenarios con dificultades para actividades de ocio.

El grado de concordancia entre ambos métodos, medido por el índice κ de Cohen ponderado, fue 0,55 [IC_{95%}: 0,49 - 0,60] ($p < 0,001$).

La Figura 4.73 representa la correlación entre las puntuaciones dadas por ambos métodos. El coeficiente de correlación intraclass (CCI) entre la puntuación del panel de expertos y la puntuación de la red fue de: 0,75 [IC_{95%}: 0,69-0,80] ($p < 0,001$).

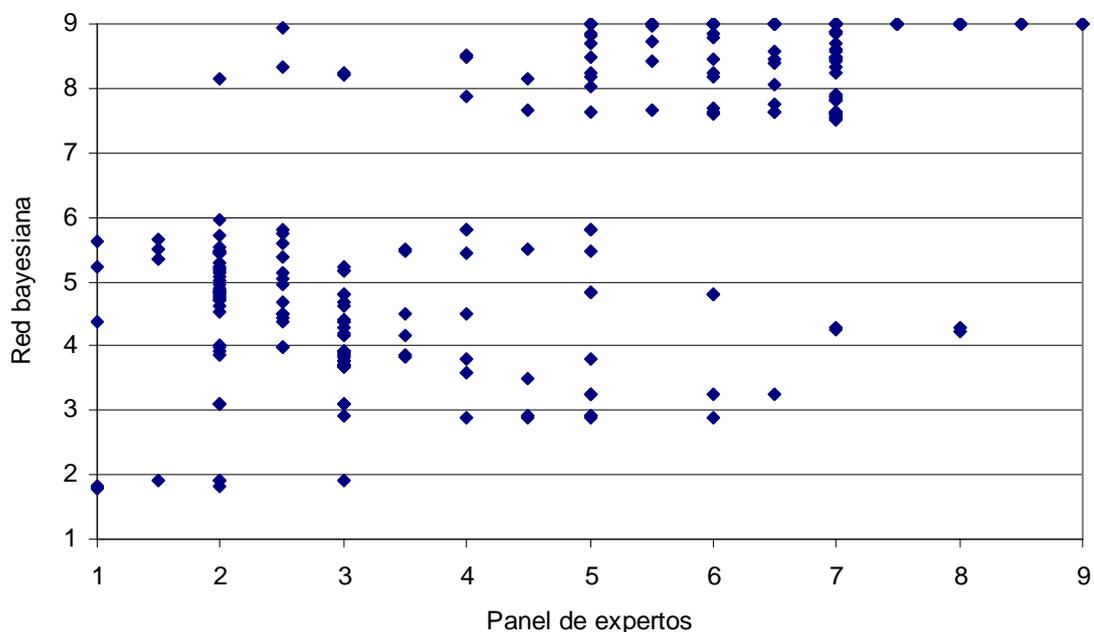


Figura 4.73: Puntuaciones para los escenarios con dificultades para actividades de ocio.

c.4) Dificultades en actividades de la vida diaria

De los 327 escenarios comparados, el panel de expertos clasificó como apropiados el 56,9% de los escenarios y la red como aconsejados el 55,4%. El porcentaje de escenarios clasificados como inapropiados / desaconsejados fue del 10,4% y 10,1%, respectivamente (Tabla 4.74). El grado de concordancia entre ambos métodos, medido por el índice κ de Cohen ponderado, fue 0,58 [IC_{95%}: 0,49 - 0,67] ($p < 0,001$).

		Red			Total
		Aconsejado	Dudoso	Desaconsejado	
Método RAND	Apropiado	160	13	13	186
	Dudoso	19	78	10	107
	Inapropiado	2	22	10	34
Total		181	113	33	327

Tabla 4.74: Recomendaciones para los escenarios con dificultades para la vida diaria.

La Figura 4.75 representa la correlación entre las puntuaciones dadas por ambos métodos. El coeficiente de correlación intraclass (CCI) entre la puntuación del panel de expertos y la puntuación de la red fue de: 0,70 [IC_{95%}: 0,64-0,75] ($p < 0,001$).

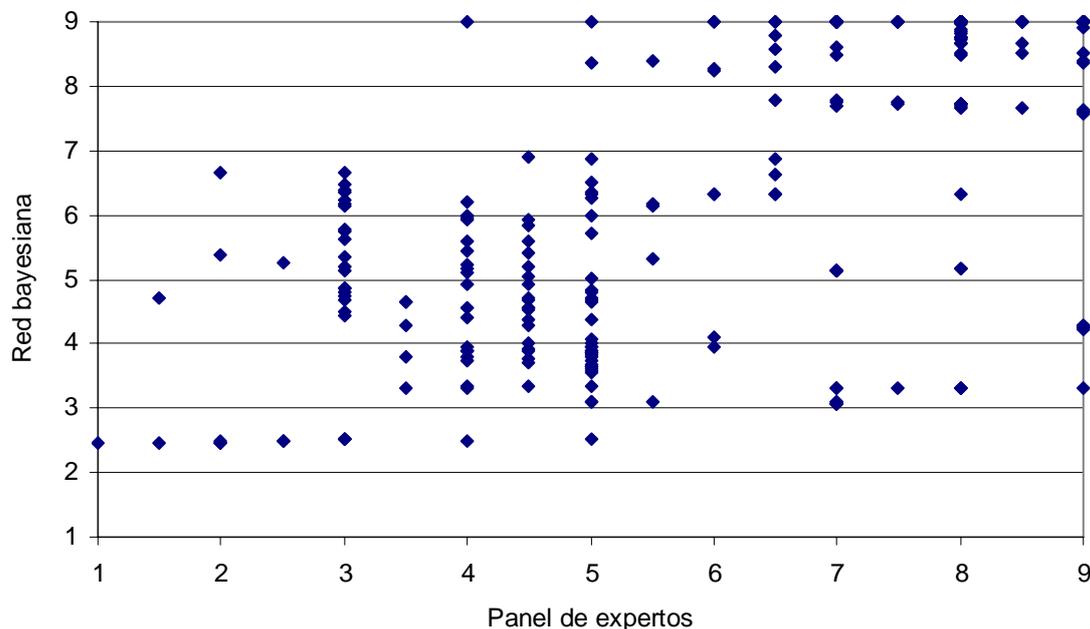


Figura 4.75: Puntuaciones para los escenarios con dificultades para la vida diaria.

La influencia de cada una de las variables de los escenarios clínicos en la concordancia observada entre ambos métodos, se representa en las tablas 4.76 y 4.77, para los subgrupos de escenarios sin y con distrofia corneal de Fuchs, respectivamente.

Catarata sin distrofia corneal de Fuchs		Concordancia entre métodos			
		No concordancia completa (n=312)	Concordancia completa (n=453)	OR crudo [IC _{95%}] (valor p)	OR ajustado* [IC _{95%}] (valor p)
Patología asociada	Catarata simple	41,8%	58,2%	Ref (0,137)	Ref (0,062)
	Retinopatía diabética	36,6%	63,4%	1,25 [0,84-1,85] (0,278)	1,22 [0,73-2,02] (0,446)
	Otra patología (excepto Fuchs)	44,4%	55,6%	0,90 [0,61-1,33] (0,594)	0,76 [0,46-1,27] (0,294)
AV contralateral	≤0,1	33,3%	66,7%	1,73 [1,13-2,66] (0,012)	1,63 [0,92-2,88] (0,095)
	0,2-0,4	36,9%	63,1%	1,48 [1,08-2,04] (0,016)	1,63 [1,11-2,39] (0,013)
	≥0,5	46,4%	53,6%	Ref (0,01)	Ref (0,03)
AV precirugía	≤0,1	34,2%	65,8%	2,62 [1,75-3,90] (<0,001)	4,07 [2,33-7,11] (<0,001)
	0,2-0,4	40,0%	60,0%	2,04 [1,36-3,07] (0,001)	2,07 [1,24-3,44] (0,005)
	≥0,5	57,6%	42,4%	Ref (<0,001)	Ref (<0,001)
AV esperada tras la intervención	≤0,1	55,2%	44,8%	0,59 [0,38-0,93] (0,021)	0,19 [0,10-0,36] (<0,001)
	0,2-0,4	31,0%	69,0%	1,63 [1,16-2,31] (0,005)	1,32 [0,83-2,09] (0,242)
	≥0,5	42,3%	57,7%	Ref (<0,001)	Ref (<0,001)
Lateralidad	Unilateral	44,4%	55,6%	Ref	Ref
	Bilateral	35,8%	64,2%	1,43 [1,07-1,93] (0,016)	1,53 [1,06-2,22] (0,024)
Complejidad técnica	Baja	28,6%	71,4%	3,45 [2,39-4,98] (<0,001)	5,39 [3,46-8,40] (<0,001)
	Moderada	35,7%	64,3%	2,49 [1,74-3,56] (<0,001)	3,54 [2,30-5,44] (<0,001)
	Alta	58,0%	42,0%	Ref (<0,001)	Ref (<0,001)
Función visual	Sin afectación	50,0%	50,0%	Ref (<0,001)	Ref (<0,001)
	Deslumbramiento	51,8%	48,2%	0,93 [0,60-1,44] (0,747)	0,77 [0,47-1,27] (0,306)
	Dificultades ocio	57,9%	42,1%	0,73 [0,47-1,13] (0,152)	0,57 [0,35-0,93] (0,026)
	Dificultades AVD	12,2%	87,8%	7,17 [4,30-11,97] (<0,001)	8,47 [4,72-15,19] (<0,001)

Tabla 4.76. Comparación de las recomendaciones del panel de expertos y de la red bayesiana para cataratas sin distrofia de Fuchs, para cada una de las variables que definen los escenarios.

Las variables que presentaron una asociación más fuerte con la concordancia entre métodos en las puntuaciones de los escenarios correspondientes a catarata sin distrofia corneal de Fuchs fueron, por orden decreciente: la función visual, la complejidad técnica, la AV precirugía en el ojo a operar, la AV esperada tras la intervención, la AV contralateral y la lateralidad. La patología ocular asociada a la catarata no se relacionó de forma estadísticamente significativa con la concordancia entre los dos métodos (Tabla 4.76). La probabilidad de que hubiera concordancia completa entre los dos métodos fue mayor cuando la función visual correspondía a dificultades en actividades de la vida diaria, cuando la complejidad técnica era menor, cuando la agudeza visual previa en el ojo a operar era menor, cuando la agudeza visual esperada tras la intervención era mayor, cuando la AV contralateral era menor y cuando la catarata era bilateral. Por otra parte, cuando la función visual correspondía a dificultades al realizar actividades de ocio, había más riesgo de no concordancia que cuando no había afectación de la función visual.

En el caso de los escenarios con distrofia corneal de Fuchs asociada a la catarata, las variables que más se asociaron con la presencia de concordancia entre los métodos fueron el número de células endoteliales y la AV precirugía en el ojo a operar. Las demás variables no se asociaron de forma estadísticamente significativa con la concordancia (Tabla 4.77). La probabilidad de que hubiera concordancia completa entre los dos métodos fue mayor cuando el número de células endoteliales era escaso y cuando la agudeza visual previa en el ojo a operar era mayor.

4.2.3. Análisis de discrepancias

Vamos a examinar a continuación cinco de los escenarios en que las discrepancias entre las recomendaciones de la red y del panel fueron más significativas.

a) *Escenarios inapropiados según el RAND y apropiados según la red*

a.1) *Escenario 22*

agudepre = 2	($\geq 0'5$)
contrala = 0	($\leq 0'1$)
patolo = 0	(catarata simple)
laterali = 1	(unilateral)
comtec = 3	(alta)
funcion = 3	(dificultades ocio)
mediana = 2	
uso apropiado = 1	(inapropiado)
acuerdo = 0	(acuerdo)
puntuación AV = 2'62	
puntuación deslu = 2'52	
puntuación = 8'15	

Catarata asociada a distrofia corneal de Fuchs		Concordancia entre métodos			
		No concordancia completa (n=165)	Concordancia completa (n=141)	OR ajustado* [IC95%] (p valor)	
AV contralateral	<=0,1	57,4%	42,6%	0,76 [0,41-1,43] (0,400)	0,71 [0,34-1,49] (0,370)
	0,2-0,4	56,5%	43,5%	0,79 [0,48-1,31] (0,363)	0,88 [0,50-1,54] (0,653)
	>=0,5	50,7%	49,3%	Ref (0,562)	Ref (0,662)
AV precirugía	<=0,1	54,2%	45,8%	0,63 [0,36-1,12] (0,113)	0,61 [0,32-1,16] (0,132)
	0,2-0,4	63,2%	36,8%	0,44 [0,25-0,76] (0,003)	0,39 [0,21-0,72] (0,003)
	>=0,5	42,7%	57,3%	Ref (0,013)	Ref (0,01)
Celularidad	Adecuada	70,6%	29,4%	Ref	Ref
	Escasa	37,3%	62,7%	4,04 [2,51-6,52] (<0,001)	4,47 [2,71-7,38] (<0,001)
Lateralidad	Unilateral	53,2%	46,8%	Ref	Ref
	Bilateral	55,0%	45,0%	0,93 [0,59-1,48] (0,761)	0,96 [0,56-1,64] (0,872)
Complejidad técnica	Baja	57,8%	42,2%	0,85 [0,49-1,48] (0,573)	0,83 [0,45-1,51] (0,538)
	Moderada	50,0%	50,0%	1,17 [0,68-2,03] (0,575)	1,21 [0,66-2,20] (0,540)
	Alta	53,9%	46,1%	Ref (0,533)	Ref (0,471)
Función visual	Sin afectación	43,3%	56,7%	Ref (0,092)	Ref (0,085)
	Deslumbramiento	64,1%	35,9%	0,43 [0,22-0,85] (0,016)	0,39 [0,19-0,84] (0,016)
	Dificultades ocio	50,0%	50,0%	0,77 [0,39-1,50] (0,437)	0,78 [0,37-1,64] (0,509)
	Dificultades AVD	55,6%	44,4%	0,61 [0,32-1,18] (0,144)	0,62 [0,30-1,29] (0,198)

Ref: categoría de referencia; AVD: actividades de la vida diaria; OR: odds ratio. Un OR >1 indica un mayor "riesgo" de que se haya observado concordancia.

* OR ajustado por las demás variables.

Tabla 4.77. Comparación de las recomendaciones del panel de expertos y de la red bayesiana para cataratas con distrofia de Fuchs, para cada una de las variables que definen los escenarios.

La mediana tan baja adjudicada por el panel se debe, probablemente, a que la agudeza visual es buena ($\geq 0'5$) y la complejidad técnica alta. Sin embargo, la red considera que para este escenario hay una probabilidad del 76'1% de que la agudeza visual esté entre 0'5 y 0'7, y una probabilidad del 10'8% de que esté entre 0'8 y 1'0 (véase la figura 4.78). En el primer caso, aún hay posibilidad de mejorar la agudeza visual, lo cual evitaría las dificultades para el ocio y por eso recomienda la operación. Al parecer, la red está subestimando el riesgo de complicaciones debidas a la alta complejidad técnica, pues la puntuación que asigna la red sólo tiene en cuenta la ganancia en AV y la reducción del deslumbramiento en el ojo a operar, sin considerar que en este caso la AV contralateral es menor o igual que 0'1, de modo que una complicación en la operación implicaría una pérdida de visión en el ojo mejor y, por tanto,

las consecuencias de tales complicaciones serían mayores. Una de las líneas de investigación para mejorar la calidad de las recomendaciones de la red es tener en cuenta este aspecto.

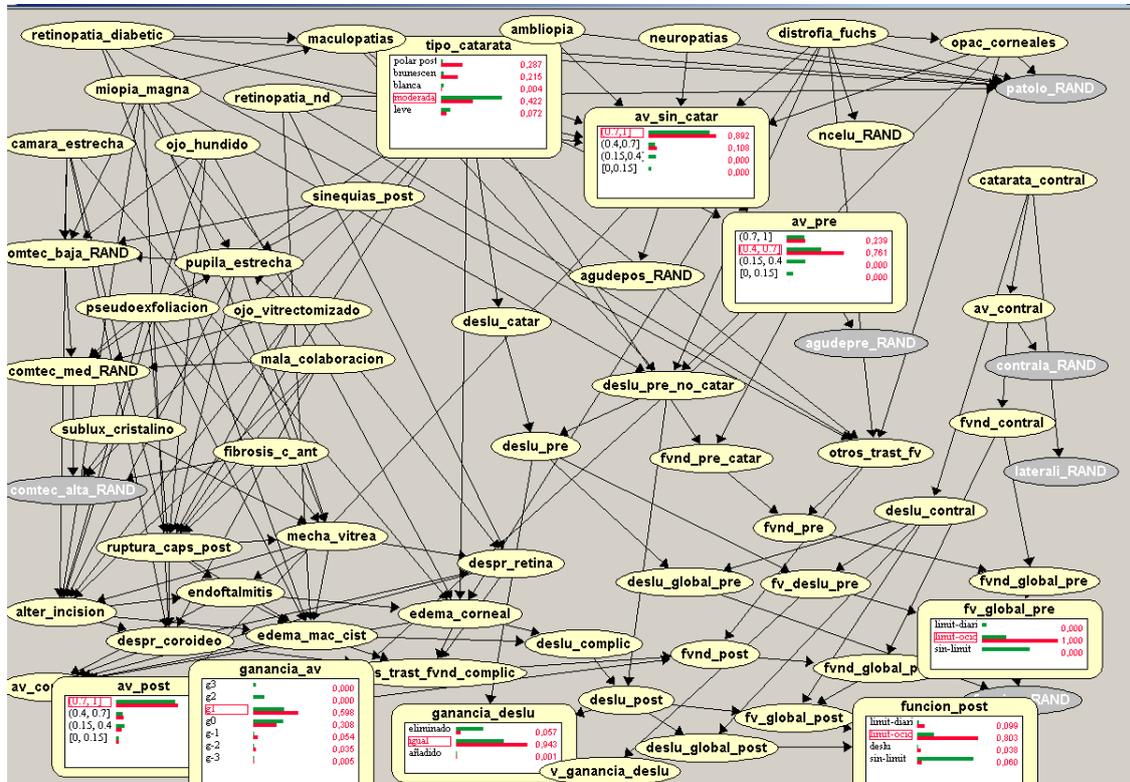


Figura 4.78: Escenario 22, tal y como lo muestra Elvira.

a.2) Escenario 49

- agudepre = 1 (0,2–0,4)
- contrala = 1 (0,2–0,4)
- patolo = 0 (catarata simple)
- lateralis = 1 (unilateral)
- comtec = 3 (alta)
- funcion = 1 (sin afectación)
- mediana = 1'5**
- uso apropiado = 1 (inapropiado)
- acuerdo = 0 (acuerdo)
- puntuación AV = 4'34
- puntuación deslu = -0'24
- puntuación = 7'10**

La mediana tan baja adjudicada por el panel se debe, probablemente, a que el paciente no tiene afectación de la función visual y a que la complejidad técnica es alta. Sin embargo, según la red la probabilidad de que haya una ganancia de dos niveles (g+2) es el 86'4%, como puede verse en la figura 4.79, lo cual contribuye con $0'864 \times 5 = 4'32$ puntos a la puntuación AV. Por tanto, la red recomienda operar

teniendo en cuenta la ganancia esperada en agudeza visual, a pesar de que no hay afectación de la función visual y de que hay riesgo de complicaciones por la complejidad técnica alta.

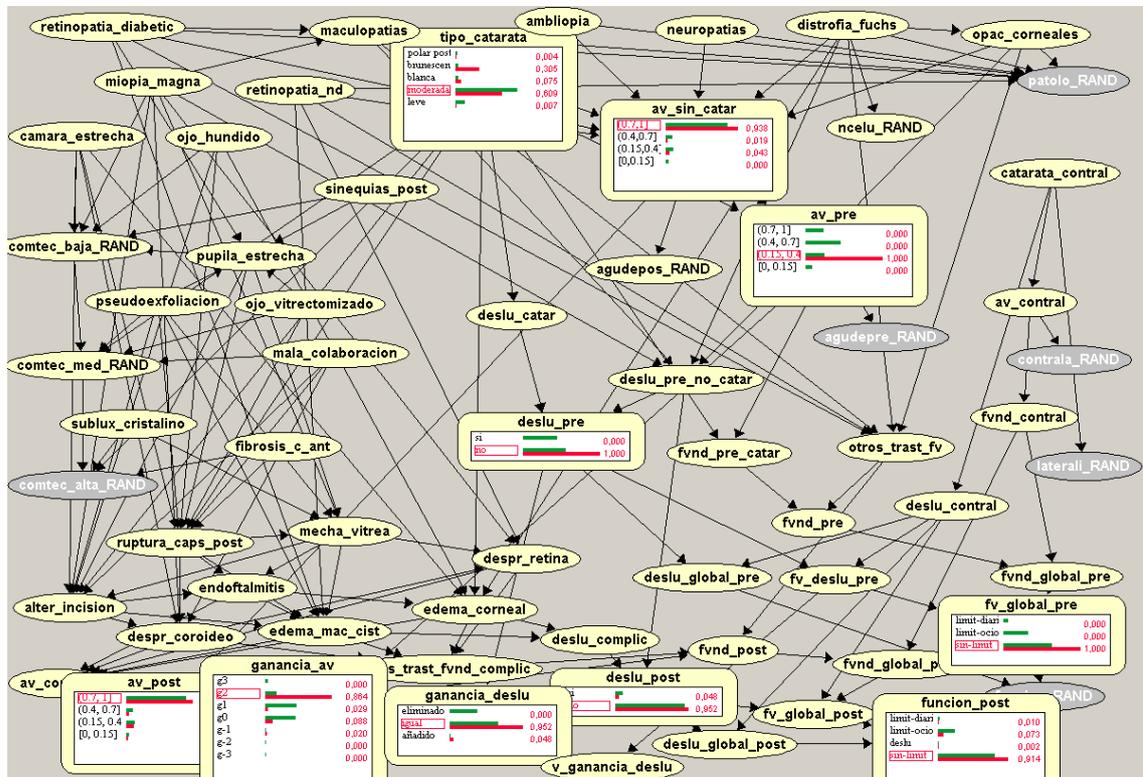


Figura 4.79: Escenario 49, tal y como lo muestra Elvira.

Quizá convendría modificar la columna de la derecha de la tabla 3.71, para reducir la puntuación en el caso de que la función visual previa sea “sin limitaciones” o “deslumbramiento”. De este modo se lograría una mayor concordancia entre la recomendación de la red y la del panel de expertos, al menos para este escenario.

a.3) Escenario 55

agudepre = 2	($\geq 0'5$)
contrala = 1	(0,2–0,4)
patolo = 0	(catarata simple)
lateral = 1	(unilateral)
comtec = 3	(alta)
funcion = 3	(dificultades ocio)
mediana = 2'5	
uso apropiado = 1	(inapropiado)
acuerdo = 2	(indeterminado)
puntuación AV = 2'66	
puntuación deslu = 2'68	
puntuación = 8'34	

a.4) Escenario 91

agudepre = 2	($\geq 0'5$)
contrala = 2	($\geq 0'5$)
patolo = 0	(catarata simple)
lateral = 1	(unilateral)
comtec = 3	(alta)
funcion = 3	(dificultades ocio)
mediana = 2'5	
uso apropiado = 1	(inapropiado)
acuerdo = 2	(indeterminado)
puntuación AV = 2'58	
puntuación deslu = 3'34	
puntuación = 8'93	

Estos escenarios son casi idénticos, salvo que en el segundo la AV contralateral es mayor. Ambos (sobre todo el primero), son muy semejantes al escenario 49, salvo que la AV previa en el ojo a operar es mayor y la función visual peor (lo cual es una paradoja, pero puede ocurrir en la realidad). Tanto la mediana del panel de expertos como la puntuación dada por la red son mayores que en el escenario 49, aunque en el 55 y el 91 el acuerdo del panel es menor (“indeterminado” significa que no hubo acuerdo completo ni desacuerdo completo, según los criterios del estudio).

Las probabilidades a posteriori pueden verse en la figura 4.80. Las probabilidades del escenario 55 se muestran con barras rojas y las del 91 con barras azules.

En estos dos escenarios, pero al ser mayor la AV previa a la cirugía la ganancia esperada es menor: la probabilidad de mejorar dos niveles ($g+2$) es nula, y la probabilidad de mejorar un nivel ($g+1$) es del 72'2%, lo cual aporta $0'722 \times 4 = 2'66$ puntos a la puntuación AV en el escenario 55; para el escenario 91, esta probabilidad es casi idéntica, 70'4%, y su aportación es $0'704 \times 4 = 2'58$. Como consecuencia, las puntuaciones AV son menores que en el escenario 49.

En cambio, la puntuación por deslumbramientos es mayor, pues aumenta hasta 2'68 para el escenario 55 y 3'34 para el escenario 91. Es decir, según nuestro modelo, en estos escenarios la razón para operar al paciente se debe a la reducción del deslumbramiento tanto o más que a la ganancia esperada en agudeza visual.

Como en los casos anteriores, es posible que la red esté subestimando el riesgo debido a la alta complejidad técnica, pero también es posible que los expertos del panel hayan subestimado el beneficio que la operación puede aportar en este escenario.

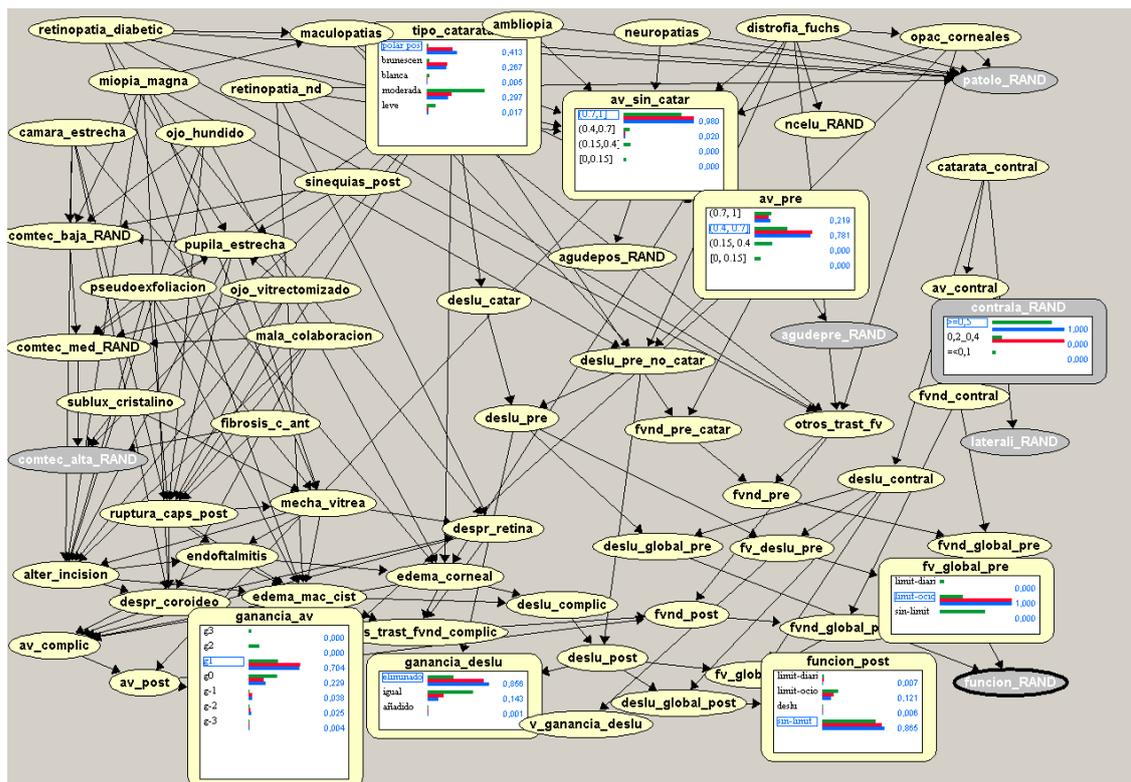


Figura 4.80: Escenario 91, tal y como lo muestra Elvira.

b) Escenarios apropiados según el RAND e inapropiados o dudosos según la red:

Son escenarios con distrofia corneal, celularidad escasa, dificultades para las actividades de la vida diaria y complejidad técnica baja o media.

En los casos en que la celularidad es escasa, la red asigna una probabilidad del 100% a distrofia de Fuchs moderada o severa, lo cual lleva a su vez a una probabilidad del 100% de que tenga deslumbramientos no debidos a la catarata y que, por lo tanto, seguirán existiendo tras la cirugía. Por eso, la puntuación por deslumbramiento es siempre en estos casos 0, por lo cual habría que obtener una puntuación por AV alta para llegar a la recomendación de “apropiada”.

Dentro de ellos vamos a analizar con más detenimiento el siguiente, que es el que muestra la mayor discrepancia entre la mediana de los expertos y la puntuación de la red bayesiana, pero en sentido contrario, pues los expertos recomiendan unánimemente operar, con la máxima puntuación y acuerdo total, mientras que la red lo considera “dudoso”. (No ha habido ningún escenario en que los expertos considerasen la cirugía apropiada la red recomendará no operar.)

b.1) Escenario 765

Las variables que definen este escenario son las siguientes:

agudepre = 0	($\leq 0'1$)
contrala = 0	($\leq 0'1$)
patolo = 4	(distrofia corneal de Fuchs)
ncelu = 0	(nº de células adecuado)
lateral = 1	(unilateral)
comtec = 1	(complejidad técnica baja o nula)
funcion = 4	(dificultades para la vida diaria)
mediana = 9	
uso apropiado = 0	(apropiado)
acuerdo = 0	(acuerdo)
puntuación AV = 1'14	
puntuación deslu = 0'09	
puntuación = 4'23	

Como vemos, las puntuaciones de la red son positivas tanto para AV como para deslumbramiento, pero con valores pequeños, por lo que la puntuación final es de sólo 4'23, por debajo del promedio de la escala, que es 5'00.

Lo más característico de este escenario es que hay una distrofia de Fuchs y una AV muy reducida en cada ojo. Ésta parece ser la razón por la que los expertos recomendaron la cirugía sin dudarlo. Sin embargo, la red afirma que hay un 80'8% de probabilidad de que no se consiga ninguna ganancia en AV, como puede verse en la figura 4.81, lo cual resulta sorprendente a primera vista. Indagando el motivo, observamos en el nodo `av_sin_catar` que, aunque elimináramos la catarata, seguiría habiendo un 80'7% de probabilidad de que la AV sea igual a 0'15 o inferior. Eso se debe a que en este escenario la complejidad técnica es baja o nula, y por eso la catarata no puede ser polar posterior, brunesciente ni blanca (véanse las probabilidades del nodo `tipo_catarata`), pues estos tipos de catarata hacen que la complejidad técnica sea moderada o severa. Por tanto, la catarata sólo puede ser moderada o leve. Según las tablas de probabilidad que definen la red (véase la fig. 4.81), una catarata leve no puede provocar una reducción tan severa de la AV, y una catarata moderada sólo la produce en el 1% de los casos. De ahí se deduce que la causa más probable de la AV igual o inferior a 0'15 es la distrofia de Fuchs, que va a seguir estando presente aunque el paciente sea operado de cataratas. Éste es el motivo por el que la red da una probabilidad de éxito inferior al 20%.

Al parecer, los expertos pensaron que la causa más probable de la AV tan reducida se debía a la catarata, sin tener en cuenta la relación entre complejidad técnica y tipo de catarata; reconocemos que también para nosotros fue sorprendente al principio observar una probabilidad de ganancia de AV tan baja, pero examinando el modelo con más detalle pudimos comprobar que el resultado ofrecido por la red era razonable.

Una explicación alternativa podría ser que los expertos hayan considerado que en este caso, una probabilidad de éxito del 20%, aunque relativamente pequeña, es suficiente como para recomendar la cirugía, dado el pequeño margen que le queda al paciente para empeorar (tiene una $AV \leq 0.1$ en ambos ojos y limitaciones para la vida diaria).

entre la puntuación calculada por la red y la mediana de las puntuaciones de los expertos fueron algo mayores que en el total de escenarios. El hecho de que observemos mayor discrepancia entre los dos métodos en escenarios poco frecuentes en la práctica clínica, podría deberse a que los expertos, al tener menos experiencia clínica en dichas situaciones, dieran puntuaciones menos precisas sobre el grado de adecuación de la indicación de la cirugía. Esto supondría que la red bayesiana sería especialmente útil en la valoración de la indicación quirúrgica en pacientes con combinaciones poco frecuentes de los factores o variables estudiadas.

Por patologías asociadas a la catarata, observamos que hay mayor concordancia entre ambos métodos en presencia de retinopatía diabética o de otras patologías oculares (excepto la distrofia corneal), que en catarata simple. En las primeras, el coeficiente de correlación intraclase es superior a 0,85, indicando un nivel alto de correlación entre la mediana de las puntuaciones de los expertos y la puntuación calculada a partir de las probabilidades calculadas mediante la red bayesiana. En el caso de la catarata simple el valor de este coeficiente es de 0,73.

Por nivel de afectación de la función visual, donde menor nivel de acuerdo observamos entre ambos métodos es en ausencia de afectación de la función visual debida a la catarata. En este grupo de escenarios, la puntuación de la red era mayor que la del panel de expertos en más del 80% de los casos, lo cual es consistente con lo observado en el conjunto de todos los escenarios, pero en un mayor grado. Esto puede deberse a que en el cálculo que realiza la red para obtener la puntuación, y a partir de él la recomendación sobre cirugía, se tienen en cuenta principalmente la AV y los deslumbramientos. De este modo, podría ser que los expertos hayan dado menor importancia que la red a la ganancia en agudeza visual en los casos en los que la catarata no conllevaba ninguna limitación para el paciente y que esto se haya reflejado en que dieron puntuaciones más bajas en la relación riesgo-beneficio de la cirugía. También es posible que, a pesar de que para el cálculo de la puntuación la red pondera la ganancia en AV y en reducción del deslumbramiento según el grado de afectación de la función visual, la diferencia entre los pesos asignados a los distintos niveles de función visual sea menor que la aplicada por los expertos.

Hemos realizado un análisis multivariante para estudiar el efecto de las diferentes variables que forman parte de la red bayesiana y de los escenarios valorados por el panel de expertos, con el objetivo de ver si las discrepancias observadas dependían en mayor o menor medida de alguna de estas variables, o si, por el contrario, las discrepancias estaban distribuidas aleatoriamente entre los diferentes escenarios. En el grupo de escenarios sin distrofia corneal de Fuchs, se observa en general que, como era previsible, los escenarios en los que no hay una concordancia completa entre ambos métodos corresponden a situaciones en las que el potencial beneficio de la extracción de la catarata es más dudoso, bien porque la afectación de la AV o de la función visual sea pequeña o bien porque el riesgo de complicaciones sea mayor. Con respecto a la variable complejidad técnica, relacionada con el riesgo de complicaciones quirúrgicas, observamos que en los escenarios con mayor complejidad técnica, el acuerdo entre la recomendación de la red y la del panel de expertos es menor. En concreto, mientras que, como media, la puntuación obtenida de la red se mantiene alrededor del 6,4 en los tres niveles de complejidad técnica establecidos, la mediana de los expertos disminuye desde 5,2 en escenarios con complejidad técnica baja hasta 4,2 en aquellos con complejidad alta. Esta diferencia puede ser debida a una diferente valoración del riesgo de

complicaciones asociado a las patologías incluidas en los niveles de complejidad técnica. Es posible que los expertos se vieran de algún modo influenciados por la nomenclatura utilizada para las categorías de la variable complejidad técnica, en el sentido de que, a pesar de que contaron con una definición explícita de cada categoría, al hablar de complejidad técnica *alta* quizá tendieron a sobreestimar el riesgo de complicaciones asociado. Por otra parte, también es posible que con las probabilidades incluidas en la red, ésta subestimara el riesgo de complicaciones. Si fuera éste el caso, con la implantación del sistema de ayuda a la decisión en la práctica clínica y la consiguiente recogida de datos clínicos, se conseguiría ajustar mejor dichas probabilidades y mejorar las estimaciones dadas por la red.

En el otro grupo de escenarios, aquellos con distrofia corneal de Fuchs, no observamos prácticamente diferencias en el porcentaje de escenarios con concordancia completa entre los dos métodos (red bayesiana y panel de expertos) en función de la AV contralateral, la lateralidad o la complejidad técnica. La variable que mostró una asociación más fuerte con la presencia de concordancia entre los métodos fue el número de células endoteliales; independientemente de las demás variables, en los escenarios con celularidad escasa la probabilidad de concordancia completa entre los dos métodos fue 4 veces mayor que en aquellos con celularidad adecuada. Esto parece razonable, dado que existe un acuerdo bastante generalizado de que cuando el número de células endoteliales es pequeño, la cirugía de cataratas no suele estar indicada.

En resumen, las recomendaciones que da la red concuerdan en la mayor parte de los casos con las del panel de expertos, y en los casos en que se producen discrepancias, no está claro, a nuestro juicio, cuáles son más adecuadas, pues hay argumentos tanto a favor de unas como de otras, por lo que será necesario realizar una nueva evaluación cuando dispongamos de mayor cantidad de datos (por ejemplo, los resultados del proyecto Eurequo, del que ya hemos hablado) para poder llegar a conclusiones fiables. En cualquier caso, puede resultar útil para el oftalmólogo conocer tanto la recomendación del panel de expertos como la de la red bayesiana, porque ello le puede llevar a analizar con más detalle los casos dudosos, considerando un mayor número de puntos de vista.

Capítulo 5. CONCLUSIONES

5.1. Principales resultados y aportaciones

Tal como estaba previsto al inicio de nuestro trabajo, hemos alcanzado los objetivos siguientes.

- Hemos realizado una revisión de la literatura sobre cirugía de cataratas (cf. sec. 2.1.), en la cual hemos analizado unas 500 referencias bibliográficas.
- Hemos realizado la construcción de la red como un sistema de ayuda a la decisión para cirugía de cataratas, basándonos en dicha revisión bibliográfica, en una base de datos de la Agencia Laín Entralgo y en la experiencia clínica de la autora de esta tesis, como se explica en el capítulo 3.
- Hemos realizado la evaluación de la red con pacientes reales del Hospital Comarcal de Melilla y de la base de datos de la Agencia Laín Entralgo (sec. 4.1.).
- La hemos evaluado también comparando sus recomendaciones con las del panel de expertos reunido por la red IRYSS (sec. 4.2.).

En cuanto a la evaluación con pacientes reales, hemos visto que en general la red da puntuaciones más altas que el panel de expertos, y dado que para la mayor parte de los pacientes la cirugía resultó ser beneficiosa, parece ser que las recomendaciones de la red son más adecuadas. Sin embargo, tal como hemos discutido en la sección 4.1.2, el hecho de haber realizado la evaluación con un número pequeño de pacientes ($n=47$) impide sacar conclusiones con certeza.

En cuanto a la comparación con los resultados del estudio RAND de la red IRYSS, las recomendaciones que da la red concuerdan en la mayor parte de los casos con las del panel de expertos, y en los casos en que se producen discrepancias, no está claro, a nuestro juicio, cuáles son más adecuadas, pues hay argumentos tanto a favor de unas como de otras (cf. sec. 4.2.4). En cualquier caso, siempre puede resultar útil para el oftalmólogo contar con una segunda opinión (la del panel de expertos) y una tercera (la de nuestra red), para que él o ella, aplicando su juicio clínico, pueda tomar la decisión más adecuada en cada caso.

Las ventajas de que aporta la red frente al panel de expertos son las siguientes:

- La red ofrece más grado de detalle en la evaluación de cada paciente. Por ejemplo, el estudio RAND sólo tuvo en cuenta tres grados de complejidad, sin distinguir los efectos que cada uno de los factores de riesgo puede producir, mientras que la red Catarnet tiene en cuenta los efectos que cada uno de los 14 factores de riesgo incluidos en ella puede producir. Como consecuencia de ello, el estudio RAND sólo considera un millar de escenarios, mientras que nuestra red admite más de mil millones de casos de evidencia posibles.
- La red da una justificación detallada de su recomendación, pues es capaz de mostrar la probabilidad esperada de cada una de las variables: agudeza visual, deslumbramientos, complicaciones posibles, etc. De este modo, aunque el oftalmólogo no estuviera completamente de acuerdo con la recomendación de la red, al menos podría examinar

cuáles de los “argumentos” que ésta aporta son válidos y cuáles no. En cambio, la recomendación del panel de expertos es como una caja negra, pues no permite saber cuáles son los motivos por los que llegaron a cada recomendación: no indica los beneficios esperados ni las complicaciones que pueden surgir.

- La red es fácilmente modificable: se pueden añadir nuevas variables, se pueden modificar las probabilidades, etc. Sin embargo, los resultados del panel de expertos no se pueden refinar ni se pueden modificar las probabilidades. Si como consecuencia, por ejemplo, de una mejoría en la técnica quirúrgica disminuyera la probabilidad de cierto tipo de complicaciones, la red bayesiana podría adaptarse fácilmente, mientras que los resultados del panel de expertos quedarían obsoletos, y habría que repetir el estudio de nuevo para llegar a recomendaciones actualizadas.
- En la línea del punto anterior, la red se puede realimentar con datos de la literatura, con casos recogidos en los hospitales donde se implante SAD-Catar, con los datos del proyecto Eurequo, etc. Así, con los datos obtenidos podremos ajustar las probabilidades condicionadas de nuestra red bayesiana, lo cual permitirá aumentar la precisión y fiabilidad de sus recomendaciones.

Por todo ello, consideramos que los objetivos planteados inicialmente en general se han alcanzado de forma bastante satisfactoria.

El único que no se ha logrado es la implantación del sistema de ayuda a la decisión en el Hospital de Fuenlabrada. A pesar de que los informáticos de dicho hospital y del Dpto. de Inteligencia Artificial de la UNED han realizado un gran esfuerzo para integrar SAD-Catar (el sistema de ayuda a la decisión desarrollado en esta tesis doctoral) en Selene (el sistema de gestión hospitalaria de Fuenlabrada), cuando el sistema estaba a punto de empezar a funcionar, un cambio en la organización jerárquica del hospital ha impedido alcanzar este objetivo. En la actualidad estamos considerando la posibilidad de implantar el programa SAD-Catar en varios hospitales de España y de otros países.

5.2. Futuras líneas de investigación

Concluimos esta memoria señalando las líneas de trabajo que quedan abiertas para el futuro.

En primer lugar, es deseable comparar las recomendaciones de la red con las del panel de expertos, para ver cuáles son más acertadas, pues ninguna de las dos evaluaciones realizadas en esta tesis es concluyente: por un lado, la evaluación con 47 pacientes reales no tiene un tamaño muestral suficiente como para poder llegar a una conclusión (véase la discusión de la sección 4.1.2); por otro, la comparación realizada en la sección 4.2. tampoco es concluyente porque está realizada sobre un conjunto de escenarios, no sobre pacientes reales, y por tanto no hay datos sobre el resultado de la cirugía.

En segundo lugar, está previsto implantar el programa SAD-Catar en distintos hospitales, como acabamos de indicar. Ello nos permitirá recoger una cantidad importante de datos, con los cuales podremos ajustar las probabilidades condicionadas de nuestra red bayesiana, lo cual permitirá aumentar la precisión y fiabilidad de sus recomendaciones.

Otra línea posible es realizar una evaluación de SAD-Catar para medir su utilidad en la práctica clínica, la cual depende no sólo de la calidad de sus recomendaciones, sino también de otros factores, como la facilidad de uso, el tiempo que consume o ahorra a los oftalmólogos, etc.

También está prevista la integración de nuestros resultados con los del proyecto Euroqu, co-financiado por la Unión Europea y por la Sociedad Europea de Cirugía de Cataratas y Refractiva (ESCRS), bajo la dirección científica del Dr. Mats Lundström. En la actualidad, la actividad principal de dicho proyecto consiste en la recogida de datos sobre los resultados de cirugía de cataratas y refractiva en clínicas, hospitales y universidades de varios países europeos. Tras analizar dichos datos, se construirán sendas guías de práctica clínica. La colaboración con dicho proyecto será bidireccional: por un lado, las probabilidades obtenidas de un estudio tan amplio pueden ayudar a refinar las probabilidades de nuestra red, Catarnet, que en su mayor parte han sido estimadas de forma subjetiva; por otro, Catarnet puede servir para la construcción de la guía de práctica clínica, pues las redes bayesianas, por ser modelos causales probabilistas en los cuales las relaciones de dependencia e independencia se representan explícitamente, ofrecen numerosas ventajas frente a los métodos estadísticos tradicionales, como la regresión logística; entre ellos, la posibilidad de explicación del razonamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Abbasoglu E, Tekeli O, Celikdogan A, Gursel E (2000). A topical or oral carbonic anhydrase inhibitor to control ocular hypertension after cataract surgery. *Eur J Ophthalmol* 10:27-31.
- Acosta, R., Hoffmeister, L., Roman, R. *et al.* (2006). Revisión sistemática de estudios poblacionales de prevalencia de catarata. *Arch Soc Esp Oftalmol*; 81: 509-516 515.
- Agency for Healthcare Research and Quality (2000). Evidence Report/Technology Assessment: Number 16. Anesthesia management during cataract surgery. Disponible en: www.ahrq.gov/clinic/epcsums/anestsum.htm. Descargado el 12/6/2007.
- Aiello LM, Wand M, Liang G. (1983). Neovascular glaucoma and vitreous hemorrhage following cataract surgery in patients with diabetes mellitus. *Ophthalmology*; 90: 814-20.
- Alió L J, Rodríguez-Prats JL, *et al* (2006). *Buscando la Excelencia en la Cirugía de la Catarata*. Editorial Glosa, Barcelona
- Allredge CD, Elkins B, Allredge OC, Jr. (1998) Retinal detachment following phacoemulsification in highly myopic cataract patients. *J Cataract Refract Surg*; 24:777-80.
- Alonso J, Espallargues M, Andersen TF, Cassard SD *et al.* (1997) international applicability of the VF-14, an index of visual function in patients with cataracts. *Ophthalmology* 104:799-807.
- Alonso J. (2000). La medida de la calidad de vida relacionada con la salud en la investigación y la práctica clínica. *Gac Sanit* 14:163-167.
- Antón López A. (1994). Valor de las redes neuronales y la discriminación logística en el análisis de los defectos del campo visual. Tesis Doctoral. Universidad Valladolid. Facultad de Medicina
- American Association of Ophthalmology (2006): American Academy of Ophthalmology Cataract in the Adult Eye, *Preferred Practice Pattern*. San Francisco: *American Academy of Ophthalmology, 2006*. disponible en: www.American Association of Ophthalmology.org/ppp. Descargado el 12/6/2007.
- American Diabetes Association. Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. (1997). Report of the Expert Committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*; 20: 1183-97.
- American Journal Ophthalmology. October (2000); abstracts , the role of corticosteroids in the management of acute monosymptomatic optic neuritis: 541ed Essilor. ISBN :87001
- Apple DJ, Sims J, *et al.* (1996). Harold Ridley and the intervention of the intraocular lens. *Surv Ophthalmology* 40:279-292.
- Aranguéz C, Bohórquez P, Cortés I. (1999). Manual de refracción para residentes de oftalmología.

- Arias Calleja M (2009). *Carmen: Una Herramienta de Software Libre para Modelos Gráficos Probabilistas*. Tesis doctoral. Dpto. Inteligencia Artificial. UNED, Madrid.
- Arias M. y Díez. F. J. (2008). *Carmen: An open source project for probabilistic graphical models*. Ponencia (artículo + póster). Congreso: Fourth European Workshop on Probabilistic Graphical Models (PGM-08). Hirtshals (Dinamarca).
- Aroca PR, Salvat M, Fernandez J, Mendez I (2004). Risk factors for diffuse and focal macular edema. *Diabetes Complications*; 18:211-5.
- Arshinoff SA, Strube YN, Yagev R. (2003). Simultaneous bilateral cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*; 29: 1281-91.
- Attebo K, Mitchell P, Smith W. (1996). Visual acuity and the causes of visual loss in Australia. The Blue Mountains Eye Study. *Ophthalmology*; 103: 357-364.
- Azen SP, Varma R, Preston-Martin S, et al. (2002). Binocular visual acuity summation and inhibition in an ocular epidemiological study: the Los Angeles Latino Eye Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*; 43:1742-8.
- Barak A, Desatnik H, Ma-Naim T, et al. (1996). Early postoperative intraocular pressure pattern in glaucomatous and nonglaucomatous patients. *J Cataract Refract Surg*; 22:607-11.
- Barbón García JJ, Viña Escalar C, Álvarez Suarez M et al. (2002). Estudio de cataratas preseniles. Factores de riesgo y tipo de cataratas. *Microcirugía ocular* nº1. Marzo.
- Barraquer (1998) neuritis óptica retrobulbar en la esclerosis múltiple. Barraquer: Imágenes diagnósticas en oftalmología; 181-182
- Barry P (2007). ESCRS Endophthalmitis Study Group. Prophylaxis of postoperative endophthalmitis following cataract surgery: Results of the ESCRS multicenter study and identification of risk factors. *J Cataract Refract Surg* 33:978–98.
- Barry P, Seal DV, Gettinby G, et al. (2006). ESCRS study of prophylaxis of postoperative endophthalmitis after cataract surgery; preliminary report of principal results from a European multicenter study; the ESCRS Endophthalmitis Study Group. *J Cataract Refract Surg* 2006; 32:407–410.
- Bayo J., Sola C., García F., Latorre P. M., Vázquez J.A.(1993). Prevalencia de la diabetes mellitus no dependiente de la insulina en Lejona (Vizcaya). *Med Clin (Barc)*; 101: 609-12.7.
- Bellan L, Mathen M. (2001). The Manitoba Cataract Waiting List Program. *CMAJ*; 164: 1177-1180.
- Bergner M, Bobbitt RA, Carter WB, Gilson BS. (1981). The Sickness Impact Profile: development and final revision of a health status measure. *Med Care*; 19:787-805.
- Bernth-Petersen P. (1981). Visual functioning in cataract patients. Methods of measuring and results. *Acta Ophthalmol (Copenh)*; 59:198-205.
- Bonafonte S, García CA, et al. (1998): *Retinopatía diabética*, Harcourt Brace Ed. 1998.
- Bonafonte S, García CA, Ruiz RS. (1996). *Cataratas y retinopatía diabética*. In: Bonafonte S, García CA. *Retinopatía diabética*. Madrid: Mosby-Doyma: Cap 10: 195-210.

- Braunstein RE, Airiani S. (2003). Cataract surgery results after pars plana vitrectomy. *Curr Opin Ophthalmol*; 14: 150-154.
- Brémond-Gignac D, Tixer J, Missotten T, Laroche L, *et al.* (2002). Evaluation de la qualité de vie en ophtalmologie. *Press Med* 31:1607-1612.
- Brenner MH, Curbow B, Javitt JC, *et al.* (1993). Vision change and quality of life in the elderly. Response to cataract surgery and treatment of other chronic ocular conditions. *Arch Ophthalmol* ; 111:680-5.
- Bresnick GH, Condit R, Syrjala S, Palta M, Groo A, Korth K. (1984). Abnormalities of the foveal avascular zone in diabetic retinopathy. *Arch Ophthalmol*; 102:1286-93.
- Bresnick GH, Engerman R, Davis MD, De Venecia G, Myers FL. (1976). Patterns of ischemia in diabetic retinopathy. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol*; 81:694-709.
- Bresnick GH. (1983). Diabetic maculopathy. A critical review highlighting diffuse macular edema. *Ophthalmology*; 90:301-1317.
- Bressler NM, Bressler SB, West SK, Fine SL, Taylor HR. (1989). The grading and prevalence of macular degeneration in Chesapeake Bay watermen. *Arch Ophthalmol*. Jun;107(6):847-852.
- Brian G, Taylor H (2001). Cataract blindness: Challenges for the 21st century. *Bull World Health Organ*. 79:249-256.
- Brockhurst RJ. (1990). Cataract surgery in nanophthalmic eyes. *Arch Ophthalmol* 108:965-7.
- Broman AT, Munoz B, Rodriguez J, *et al.* (2002). The impact of visual impairment and eye disease on vision-related quality of life in a Mexican-American population: proyecto VER. *Invest Ophthalmol Vis Sci*; 43:3393-8.
- Brook RH, Chassin MR, Fink A, Solomon DH, Kosecoff J, Park RE. (1986). A method for the detailed assessment of the appropriateness of medical technologies. *Int J Technol Assess Health Care*; 2:53-63.
- Browning DJ, Zhang Z, Benfield JM, Scott AQ. (1997) The effect of patient characteristics on response to focal laser treatment for diabetic macular edema. *Ophthalmology*; 04:466-472.
- Busbee BG, Brown MM, Brown GC, Sharma S. (2002). Incremental cost-effectiveness of initial cataract surgery. *Ophthalmology*; 109:606-12; discussion 12-3.
- Busbee BG, Brown MM, Brown GC, Sharma S. (2003a). Cost-utility analysis of cataract surgery in the second eye. *Ophthalmology*; 110:2310-7.
- Busbee BG, Brown MM, Brown GC, Sharma S. (2003b). CME review: A cost-utility analysis of laser photocoagulation for extrafoveal choroidal neovascularization. *Retina* ;23:279-87; quiz 443-4.
- Cabezas M, García J, Morente P (2005). Calidad de vida en pacientes intervenidos de cataratas. *Arch Soc Esp Oftalmol* 80:440-456.
- Cabezas-Cerrato J. (1998). The prevalence of clinical diabetic polyneuropathy in Spain: a study in primary care and hospital clinic groups. Neuropathy Spanish Study Group of the Spanish Diabetes Society (SDS). *Diabetología*; 41: 1263-9.

- Cagenello R, Arditi A, Halpern DL. (1993). Binocular enhancement of visual acuity. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis*; 10:1841-8.
- Carmona EJ, M. Rincón M, García-Feijoó J, Martínez de la Casa JM (2008) Identification of the optic nerve head with genetic algorithms. *Artificial Intelligence In Medicine* 43 (3) pp. 243-259. 2008.
- Canadian Task Force on the Periodic Health Examination. (1979). The periodic health examination. *Can Med Assoc J*; 121: 1193-254.
- Caprioli J, Park HJ, Kwon YH, Weitzman M. (1997). Temporal corneal phacoemulsification in filtered glaucoma patients. *Trans Am Ophthalmol Soc*; 95:153-67; discussion 67-70.
- Carrillo Domínguez A. (2000). Incidencia de la diabetes mellitus tipo 1 en las Islas Canarias (1995-1996). *Rev Clin Esp*; 200: 257-60.
- Castell C., Tresserras R., Serra J., Goday A., Lloveras G, Salleras LI. (1999). Prevalence of Diabetes in Catalonia (Spain): an oral glucose tolerance test based population study. *Diabetes Res Clin Pract*; 43: 33-40.
- Castells X, Alonso J, Ribo C, *et al.* (1999). Comparison of the results of first and second cataract eye surgery. *Ophthalmology*; 106:676-82.
- Castells X, Comas M, Alonso J, *et al.* (2006). In a RANDOMIZED controlled trial, cataract surgery in both eyes increased benefits compared to surgery in one eye only. *J Clin Epidemiol*; 59:201-7.
- Cataract management guideline panel. (1993). Management of functional impairment due to cataract in adults. *Ophthalmology*; 100(suppl):221S-222S.
- Cekic O, Batman C. (1999). Effect of intracameral carbachol on intraocular pressure following clear corneal phacoemulsification. *Eye* 13 (Pt 2):209-11.
- Cerezo J., Tormo M. J., Rodríguez-Barranco M., Navarro C., Marco Aledo R., Egea Caparrós J. M., Pérez-Flores D., *et al.* (2005). Diabetes y obesidad en la población adulta de la Región de Murcia. *Consejería de Sanidad de la Región de Murcia. Serie Informes*, nº 40.
- Cetinkaya A, Akman A, Akova YA. (2004). Effect of topical brinzolamide 1% and brimonidine 0.2% on intraocular pressure after phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 30:1736-41.
- Chakrabarti A, Singh S. (2000). Phacoemulsification in eyes with white cataract. *J Cataract Refract Surg*; 26(7): 1041-1047.
- Chakrabarti A, Singh S, Krishnadas R. (2000). Phacoemulsification in eyes with white cataract. *J cataract Refract Surg* 26:1041-1047.
- Chan CK, Lawrence FC (2001). Macular hole after laser in situ keratomileusis and photorefractive keratectomy. *Am J Ophthalmol* May; 131(5):666-7
- Chang DF, Campbell JR. (2005). Intraoperative floppy iris syndrome associated with tamsulosin. *J Cataract Refract Surg*; 31:664-73.
- Chassin MR, Koseoff J, Park RE, Winslow CM *et al.* (1987). Does Inappropriate Use Explain Geographic Variations in the Use of Health Care Services? *JAMA* 258: 2533-2537.

- Chen PP, Weaver YK, Budenz DL, *et al.* (1998). Trabeculectomy function after cataract extraction. *Ophthalmology*; 105: 1928-35.
- Chew EY, Sperduto RD, Hiller R, Nowroozi L, Seigel D, Yanuzzi LA, *et al.* (1999). Clinical course of macular holes: the Eye Disease Case-Control Study. *Arch Ophthalmol*; 117: 242-246.
- Chew EY, Williams GA, Burton TC, *et al.* (1992). Aspirin effects on the development of cataracts in patients with diabetes mellitus. Early treatment diabetic retinopathy study report 16. *Arch Ophthalmol* 110:339-42.
- Choi YJ, Hong YJ, Kang HG (2004). Appropriateness ratings in cataract surgery. *Yonsei Med J* vol 45, n°3: 396-405.
- Christen WG, Glynn RJ, Ajani UA, *et al.* (2000). Smoking cessation and risk of age-related cataract in men. *JAMA* 284:713-6.
- Christen WG, Manson JE, Seddon JM, *et al.* (1992). A prospective study of cigarette smoking and risk of cataract in men. *JAMA* 268:989-93.
- Chylack LT Jr, Wolfe JK, Singer DM *et al.* (1993). The Lens Opacities Classification System III. The longitudinal study of Cataract Study Group. *Arch Ophthalmol* 1993; 111: 831-836.
- Chylack LT, Wolfe JK, Singer DM, Leske MC, Bullimore MA, *et al.* (1993). The Lens Opacities Classification System III. The Longitudinal Study of Cataract Study Group. *Arch Ophthalmol*. Jun; 111(6):831-6.
- Cionni RJ, Osher RH. (1995). Endocapsular ring approach to the subluxated cataractous lens. *J Cataract Refract Surg*; 21: 245-249.
- Cionni RJ, Osher RH. (1998). Management of profound zonular dialysis or weakness with a new endocapsular ring designed for scleral fixation. *J Cataract Refract Surg*; 24:1299-306.
- Ciulla TA, Starr MB, Masket S. (2002). Bacterial endophthalmitis prophylaxis for cataract surgery: an evidence-based update. *Ophthalmology* 109:13-24.
- Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas relacionados con la Salud. 10ma. Revisión. Organización Panamericana de la salud. Vol. 1-3. (Publicación científica No. 554)
- Clemons TE, Chew EY, Bressler SB, McBee W. (2003). National Eye Institute Visual Function Questionnaire in the Age-Related Eye Disease Study (AREDS): AREDS Report No. 10. *Arch Ophthalmol*;121:211-7.
- Colleaux KM, Hamilton WK. (2000). Effect of prophylactic antibiotics and incision type on the incidence of endophthalmitis after cataract surgery. *Can J Ophthalmol* 2000; 35:373-8.
- Collins JF, Gaster RN, Krol WF, *et al.* (2003). A comparison of anterior chamber and posterior chamber intraocular lenses after vitreous presentation during cataract surgery: the Department of Veterans Affairs Cooperative Cataract Study. *Am J Ophthalmol* 136:1-9.comlications trial. *Ophthalmology*; 102:647-61.
- Congdon N, Vingerling JR, Klein BE *et al.* (2004). Prevalence of cataract and pseudo-phakia/aphakia among adults in the United States. *Arch Ophthalmol* 122:487-494.

- Cooper BA, Holekamp NM, Bohigian G, Thompson PA. (2003). Case-control study of endophthalmitis after cataract surgery comparing scleral tunnel and clear corneal wounds. *Am J Ophthalmol* 136:300-5.
- Coscas G, Gaudric A (1984). Natural course of nonaphakic cystoid macular edema. *Surv Ophthalmol*; 28 (suppl):471-84.
- Cumming RG, Mitchel P (1997). Alcohol, smoking and cataracts: The Blue Mountain Eye Study. *Ophthalmology*. 115:1296-1303.
- Cumming RG, Mitchell P. (1998). Medications and cataracts. The Blue Mountains Eye Study. *Ophthalmology*; 105: 1751-58.
- Cummings SR, Nevitt MC, Browner WS, *et al.* (1995). Risk factors for hip fracture in white women. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *N Engl J Med*; 332:767-73.
- Cunha-Vaz J. (1998). Diabetic macular oedema. *Eur J Ophthalmol*; 8:127-30.
- Damiano AM, Steinberg EP, Cassard SD, *et al.* (1995). Comparison of generic versus disease-specific measures of functional impairment in patients with cataract. *Med Care* ;33:AS120-30.
- Dayanir V, Ozcura F, Kir E, *et al.* (2005). Medical control of intraocular pressure after phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 31:484-8.
- De Pablos-Velasco P. L., Martínez-Martín F. J., Rodríguez-Pérez F., Anía B. J., Losada A., Betancor P. Guía Study.(2001). Prevalence and determinants of diabetes mellitus and glucosa intolerance in canarian caucasian population comparison of the ADA and the 1985 WHO criteria: The guía study. *Diabet Med*; 18: 235-41.
- Derefeldt G, Lennerstrand G, Lundh B. (1979). Age variations in normal human contrast sensitivity. *Acta Ophthalmol (Copenh)*; 57:679-90.
- Des Diz JJ (2007) Un Sistema de Ayuda al Diagnóstico en el Dominio de las Urgencias Oftalmológicas. Tesis doctoral. Dpto. Inteligencia Artificial, UNED, Madrid.
- Desai P, Minassian DC, Reidy A (1999). National cataract surgery survey 1997-8: a report of the results of the clinical outcomes. *Br J Ophthalmol* 83:1336-40.
- Desai P, Reidy A, Minassian DC, Vafidis G, Bolger J. (1996). Gains from cataract surgery: visual function and quality of life. *Br J Ophthalmol*; 80: 868-873.
- Díez, F.J. (1994). *Sistema Experto Bayesiano para Ecocardiografía*. Tesis doctoral, Dpto. Informática y Automática, UNED, Madrid.
- Díez, F.J. (1998). *Aplicaciones de los modelos gráficos probabilistas en medicina*. En: Gámez, J.A., y Puerta, J.M. *Sistemas Expertos Probabilísticos*. Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, Cuenca, págs. 239-263.
- Díez, F.J. (2000). *Probabilidad y Teoría de la Decisión en Medicina*. UNED, Madrid. Revisado en 2009.
- Díez, F.J. (2007). *Introducción a los Modelos Gráficos Probabilistas*. UNED, Madrid.
- Díez, F.J., Mira, J., Iturralde, E., y Zubillaga, S. (1997). DIAVAL, a Bayesian expert system for echocardiography. *Artificial Intelligence in Medicine* 10, 59-73.

- Díez, F.J., y Druzdzel, M.J. (2006). *Canonical probabilistic models for knowledge engineering..* Informe Técnico CISIAD-06-01. UNED, Madrid, 2006. Disponible en Internet.
- Dinsmore SC. (1996). Modified stretch technique for small pupil phacoemulsification with topical anesthesia. *J Cataract Refract Surg*; 22: 27-30.
- Dodds E, Devoto M, R Dodds. Actas del 15º Congreso argentino de Oftalmología , 1995: 360-363.
- Donovan JL, Brookes ST, Laidlaw DA, Hopper CD, Sparrow JM, *et al.* (2003). The development and validation of a questionnaire to assess visual symptoms/dysfunction and impact on quality of life in cataract patients: the Visual Symptoms and Quality of life (VSQ) Questionnaire. *Ophthalmic Epidemiol* 10:49-65.
- Dowler JG, Hykin PG, Lightman SL, Hamilton AM. (1995). Visual acuity following extracapsular cataract extraction in diabetes: a meta-analysis. *Eye*; 9:313-7.
- Dowler JG, Sehmi KS, Hykin PG, Hamilton AM. (1999). The natural history of macular edema after cataract surgery in diabetes. *Ophthalmology*; 106:663-8.
- Drolsum L, Haaskjold E, Sandvig K. (1998). Phacoemulsification in eyes with pseudo-exfoliation. *J Cataract Refract Surg*; 24:787-92.
- Duane (2006). *Duane´s Clinical Ophthalmology*. Lippincott Williams and Wilkins eds, 2006.
- Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group (1991). Early photocoagulation for diabetic macular retinopathy. ETDRS report number 9. *Ophthalmology*; 98:766-85.
- Eaton AM, Jaffe GJ, McCuen BW II, Mincey GJ (1995). Condensation on the posterior surface of silicone intraocular lenses during fluid-air exchange. *Ophthalmolog*; 102:733-736.
- Edelhauser HF, Gonnering R, Van Horn DL (1978). Intraocular irrigating solutions. A comparative study of BSS Plus and lactated Ringer´s solution. *Arch Ophthalmolgy*; 96: 516-520.
- Ederer F, Hiller R, Taylor HR (1981). Senile lens changes and diabetes in two population studies. *Am J Ophthalmol*; 91:381-95.
- Eifrig CW, Flynn HW, Jr, Scott IU, Newton J. (2002). Acute-onset postoperative endophthalmitis: review of incidence and visual outcomes (1995-2001). *Ophthalmic Surg Lasers* 33:373-8.
- Elliott DB, Patla A, Bullimore MA. (1997). Improvements in clinical and functional vision and perceived visual disability after first and second eye cataract surgery. *Br J Ophthalmol*; 81:889-95.
- Elliott DB, Patla AE, Furniss M, Adkin A. (2000). Improvements in clinical and functional vision and quality of life after second eye cataract surgery. *Optom Vis Sci* 77:13-24.
- Encuesta Nacional de Salud, 2003. Ministerio de Sanidad y Consumo. Disponible en [http:// www.msc.es / estadEstudios / estadisticas / docs / ENSE2003_SN.pdf](http://www.msc.es/estadEstudios/estadisticas/docs/ENSE2003_SN.pdf). Descargado el 15 de Marzo de 2006.

- Endophthalmitis Vitrectomy Study Group (1995). A RANDOMized trial of immediate vitrectomy and of intravenous antibiotics for the treatment of postoperative bacterial endophthalmitis. *Arch Ophthalmol* 113:1479-96.
- Erie JC, Raecker MA, Baratz KH, Schleck CD, Burke JP, Robertson DM (2006). Risk of retinal detachment after cataract extraction, 1980-2004: a population-based study. *Ophthalmology*. Nov; 113(11):2026-32. Epub 2006 Aug 28.
- Ermis SS, Ozturk F, Inan UU. (2005). Comparing the effects of travoprost and brinzolamide on intraocular pressure after phacoemulsification. *Eye* 19:303-7.
- Eshete A, Bergwerk KL, Masket S, Miller KM. (2000). Phacoemulsification and lens implantation after scleral buckling surgery. *Am J Ophthalmol* ;129:286-90.
- Estrategia en diabetes del sistema nacional de salud. 2006 63
- ETDRS (1991). Ferris FL, Podgor MJ, Davis MD. ETDRS report n° 12. Macular oedema in diabetic retinopathy study patients. *Ophthalmology*; 98:823-33.
- ETDRS (1991). Fundus photographic risk factors for progression of diabetic retinopathy. ETDRS report number 12. Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group. *Ophthalmology*; 98:823
- ETDRS report n° 11. (1991). Classification of diabetic retinopathy from fluorescein angiograms. *Ophthalmology*; 98:807-22.
- ETDRS report n° 11. (1991). Classification of diabetic retinopathy from fluorescein angiograms. *Ophthalmology*; 98:807-22.
- ETDRS (2003). Chew EY, Ferris FL, Csaky KG, Murphy RP, Agrón E, Thomson DJS, eed GF, Schachat AP. Th long term effects of laser treatment in patients with diabetic retinopathy. The ETDRS follow-up study. *Ophthalmology*; 10:1683-9.
- Evans RG. (1990). *The Dog in the Nirht-time: Medical Practice Variations and Health Policy*. In: Andersen TF, Mooney G, eds. The Challenge of medical Practice Variations. London: MacMillan Press: 17-152.
- Fan DS, Lam DS, Li KK. (1999). Retinal complications after cataract extraction in patients with high myopia. *Ophthalmology* ;106:688-91; discussion 91-2.
- Federman FL, Schubert HD. (1998) Complications associated with the use of silicone oil in 150 eyes after retina-vitreous surgery. *Ophthalmology*; 95: 870-876.
- Felson DT, Anderson JJ, Hannan MT, *et al.* (1989). Impaired vision and hip fracture. The Framingham Study. *J Am Geriatr Soc*; 37:495-500.
- Fernandez del Coteró JN, Velarde JI, Gutierrez C, Rolón L. (2005). Mala interpretación del uso diario de lentes de contacto de reemplazo frecuente en paciente con absceso corneal porpseudomonas. *Rev Esp Contact* ;12:75-78.
- Fernandez Leyba H, Licea ME, Morales Martínez M (2002). Frecuencia de maculopatía en pacientes con diabetes mellitus tipo2. Reporte preliminar. *Rev cubana Endocrinol* 12(2):124-32.
- Fernández-Vigo J (1992). *Diabetes Ocular*. LXVIII Ponencia de la Sociedad Española de Oftalmología. Barcelona: Edika-Med: 308-327.
- Ferris FL, Bailey I (1996). Standarizing the measurements of visual acuity for clinical research studies. *Am J Ophthalmol*, 103:181-182

- Ferris FL, Kassoff A., Bresnick GH, Bailey I (1982). New visual acuity charts for clinical research. *Am J Ophthalmol*, 94:91-6.
- Fine IH (1994). Pupilloplasty for small pupil phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg*; 20: 192-6.
- Fitch K, Bernstein SJ, Aguilar MD, Burnand B, Lacalle JR, Lázaro P, van het Loo M, McDonnell J, Vader JP, Kahan JP. (2001). *The RAND/UCLA Appropriateness Method User's Manual*. Santa Monica, CA: RAND publication MR-1269.
- Flores CM, Castellanos, Piñero A. RD, (1996) situación de nuestra área hospitalaria. *Arch Soc Esp Oftalmol*; 71: 65-72.
- Fong DS, Ferris III FL, Davis MD, Chew EY, and for the Early Treatment Diabetic Retinopathy Study Research Group (1999). Causes of severe visual loss in the early treatment diabetic retinopathy study: ETDRS report no. 24. *Am J Ophthalmol*; 127: 137-41.
- Fong DS, Segal PP, Myers F, Ferris FL, Hubbard LD, Davis MD. (1997). Subretinal fibrosis in diabetic macular edema. ETDRS Report 23. *Arch Ophthalmol*; 115: 873-7.
- Fong DS. Discussion of Takagi H, Otani A, Kiryu J, Ogara (1999). New surgical approach for removing massive foveal hard exudates in diabetic macular edema. *Ophthalmology*; 106:257-8.
- Fonseca A, Sánchez E, Abelairas J, Peralta J. (2000). *Actualización en cirugía oftálmica pediátrica*. Tecnimedia Editorial; 234.
- Francés-Muñoz E, Lopez Sanchez E, Martinez Costa R (2005). Queratopatía bullosa. *Annals d'Oftalmologia* 13(3):150-159.
- Franch Nadal J., Álvarez Torrices J. C., Álvarez Guisasola F., Diego Domínguez F., HernándezMejía R., Cueto Espinar A. (1992). Epidemiología de la Diabetes Mellitus en la provincia de León. *Med Clin (Barc)*; 98: 607-11.
- Fridkin SK, Kremer FB, Bland LA, et al (1996). *Acremonium kiliense* endophthalmitis that occurred after cataract extraction in an ambulatory surgical center and was traced to an environmental reservoir. *Clin Infect Dis* 22:222-7.
- Fritch CD. (1998). Risk of retinal detachment in myopic eyes after intraocular lens implantation: a 7 year study. *J Cataract Refract Surg*; 24: 1357-60.
- Fry LL (1992). Comparison of the postoperative intraocular pressure with Betagan, Betoptic, Timoptic, Iopidine, Diamox, Pilopine Gel, and Miostat. *J Cataract Refract Surg* 18:14-9.
- Fuller JH (1993). Hypertension and diabetes: Epidemiologic aspects as a guide to management. *J Cardiovasc Pharmacol*; 21:S63-S66.
- Funatsu H, Yamashita H, Noma H, Shimizu E, Mimura T, Hori S. (2002) Prediction of macular edema exacerbation after phacoemulsification in patients with non proliferative diabetic retinopathy. *J of Cataract and Refract Surg*; 28:1355-63.
- Galán S. F., Aguado F, Díez F. J. y. Mira J (2001). NasoNet, joining Bayesian networks and time to model nasopharyngeal cancer spread. *Lecture Notes in Computer Science*.2101: 207-216.

- Gandorfer A, Messmer EM, Ulbig MW, Kampik A.(2000). Resolution of diabetic macular edema after surgical removal of the posterior hyaloid and the inner limiting membrane. *Retina*; 20:126-33.
- Garat M, Moser CL, Alonso-Tarres C, *et al.* (2005). Intracameral cefazolin to prevent endophthalmitis in cataract surgery: 3-year retrospective study. *J Cataract Refract Surg* 31:2230-4.
- García Arumi J (2002). Hemorragia supracoroidea masiva. *Annals d'oftalmologia*; 10(1):12-16.
- García GE. (1992). *Manual de refracción. 1º edición española*. Salvat Medicina.
- García Feijoó J (2002). Sistema automático de discriminación del campo visual glaucomatoso basado em um clasificador neurofuzzy. *Arch Soc Español* v 77, n 12.
- García Ibor F. (1994) Queratotomía radial mediante sistema experto. Tesis Doctoral.. Universidad: Valencia. Facultad de Medicina.
- García-Serrano JL, Quijada Pinos C, El Rubaidi García A, *et al.* (2004). *Impacto de la comorbilidad en la cirugía de la catarata. Microcirugía ocular* 1; Marzo
- Gass JDM. (1988). Idiopathic senile macular hole: its early stages and pathogenesis. *Arch Ophthalmol*; 106:629-639.
- Gass JDM. (1995). Reappraisal of biomicroscopic classification of stages of development of a macular hole. *Am J Ophthalmol*; 119:752-759.
- Gayton JL, Sanders VN (1993). Implanting two posterior chamber intraocular lenses in a case of microphthalmos. *J Cataract Refract Surg* ;19:776-7.
- Gegúndez Fernandez JA. (1996) Sistema computarizado de aproximacion al diagnostico etiologico de las uveitis (uvemaster). Tesis Doctoral. Universidad: Complutense de Madrid. Facultad de Medicina.
- Gimbel HV, Sun R, Heston JP (1997). Management of zonular dialysis in phacoemulsification and IOL implantation using the capsular tension ring. *Ophthalmic Surg Lasers*; 28:273-81.
- Giralt Muiña P., Santillana Ferrer L., Madrigal Barchino D., Merlo Garrido A., Toledo de la Torre B., Anaya Barea F. (2001) Incidencia en menores de 16 años y prevalencia de la diabetes mellitus tipo 1 en la provincia de Ciudad Real. *Ann Esp Pediatr*; 55: 213-8.
- Giuffre G, Giammanco R, Di Pace F, Ponte F. (1994) Casteldaccia eye study: prevalence of cataract in the adult and elderly population of a Mediterranean town. *Int Ophthalmol*; 18: 363-371.
- Goar L. (1934). Dystrophy of the corneal endotelium (cornea guttata) with a report of an histological examination. *Am J Ophthalmol* 17:215-221
- Goday A., Castell C., Tresserras R., Lloveras R. (1994). La diabetes mellitus tipo 1 en España.Estimación de la incidencia anual y su distribución por Comunidades Autónomas y provincias.*Endocrinología*; 41: 301-4.
- Goday A., Díaz Cadórniga F., Delgado E., Soto E., Vázquez J. A., De Pablos P (2002). Epidemiología de la diabetes mellitus. *Endocrinol Nutr*; 49: 113-26.

- Goday A., Serrano-Ríos M., Castell C., Lloveras G., Gutiérrez R., Martull P., *et al.* (1996). Lostudios de incidencia de diabetes mellitus tipo 1 en España. Análisis comparativo y consensode metodología estandarizada. *Av Diabetol*; 12: 24-8.
- Gold D H, Lewis R A. (2006). *Clinical eye atlas*, Ed. American medical association/ Marban. ISBN: 84-7101-509-9.
- Gómez-Ulla F., Marín F., Ramírez J M. y Triviño, A. (1993). *La mácula senil*. Edita CibaVisión, Barcelona 1993. 250.
- Gordon B, Chang S, Kavanagh M, Berrocal M, Yannuzzi L, Robertson C, Drexler A.(1991.) The effects of lipid lowerig on diabetic retinopathy. *Am J Ophthmlol*;112: 385-91.
- Green WT, Muir MG. (1994). Corneal complications of cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol*; 5: 98-104.
- Grusha YO, Masket S, Millar KM. (1998.) Phacoemulsification and lens implantation after pars plana vitrectomy. *Ophthalmology*; 105: 287-294.
- Grusha YO, Masket S, Miller KM. (1998). Phacoemulsification and lens implantation after pars plana vitrectomy. *Ophthalmology*; 105:287-94.
- Gupta A, Bansal RK, Grewal SP (1992). Natural course of intraocular pressure after cataract extraction and the effect of intracameral carbachol. *J Cataract Refract Surg* 18:166-9.
- Guzek JP, Holm M, Cotter JB, *et al.* (1987) Risk factors for intraoperative complications in 1000 extracapsular cataract cases. *Ophthalmology*; 94:461-6.
- Guzey M, Karadede S, Dogan Z *et al.* (2000). Ketorolac-tobramycin combination vs fluorometholone-tobramycin combination in reducing inflammation following phacoemulsification cataract extraction with scleral tunnel incision *Ophthalmic Surg Lasers* 31:451-6.
- Hadom DC, Bauer D, Hodges JS *et al.*(1966). Rating the cuality of evidence for clinical practice guidelines. *J Clin Epidemiol* 49:749-754.
- Haffner S. M. Epidemiology of type 2 diabetes: risk factors.(1998) *Diabetes Care* 1998; 21:C3-C6.
- Halbert RJ, Figlin RA, Atkins MB, Bernal M, Hutson TE, Uzzo RG, Bukowski RM, Khan KD, Word CG, Dubois RW. (2006). Treatment of Patients With Metastatic Renal Cell Cancer. A RAND *Appropriateness Panel*. *Cancer*; 107(10):2375–83.
- Hanley D, Gorelick PB, Elliott WJ, Broder MS, Saver JL, Kidwell CS, Fagan SC, Wilson A, Lennihan L, Schwer WA, Rubenstein LZ, Crowell RM, Haines SJ, Lopez CC, Zorowitz R and Dubois RW. (2004) Determining the Appropriateness of Selected Surgical and Medical Management Options in Recurrent Stroke Prevention: A Guideline for Primary Care Physicians from the National Stroke Association Work Group on Recurrent Stroke Prevention. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*; 13(5):196-207.
- Harbour JW, Smidy WE, Flynn HW, Rubsamen PE. (1996) Vitrectomy for diabetic macular edema ssoiated with a thickened and taut posterior hyaloid membrane. *Am J Ophthalmol* ;121: 405-13.

- Hariprasad SM, Shah GK, Mieler WF, *et al.* (2006) Vitreous and aqueous penetration of orally administered moxifloxacin in humans. *Arch Ophthalmol* 124:178-82.
- Harris RP, Helfand M, Woolf SH, Lohr KN, Mulrow CD, Teutsch SM, Atkins D, for the Methods Work Group, Third U.S. Preventive Services Task Force. (2001). Current methods of the U.S. Preventive Services Task Force: a review of the process. *Am J Prev Med*; 20(3S):21-35.
- Harwood RH, Foss AJ, Osborn F, *et al.* (2005). Falls and health status in elderly women following first eye cataract surgery: a RANdomised controlled trial. *Br J Ophthalmol*; 89:53-9.
- Hayashi H, Hayashi K, Nakao F, Hayashi F. (1998). Anterior capsule contraction and intraocular lens dislocation in eyes with pseudoexfoliation syndrome. *Br J Ophthalmol*; 82:1429-32.
- Hayashi K, Hayashi H. (2004). Pupil size before and after phacoemulsification in nondiabetic and diabetic patients. *J Cataract Refract Surg*; 30:2543-50.
- Hee MR, Puliafito CA, Wong C, Duker JS, *et al.* (1995). Quantitative assessment of macular edema with optical coherence tomography. *Arch Ophthalmology*; 113: 1019-1029.
- Heier JS, Topping TM, Baumann W, *et al.* (2000). Ketorolac versus prednisolone versus combination therapy in the treatment of acute pseudophakic cystoid macular edema. *Ophthalmology* 107:2034-8; discussion 9.
- Helmer O. (1966). *Social Technology*. Basic Books, New York.
- Hemingway H, Crook AM, Feder G, Banerjee S, Dawson JR, Magee P, Philpott S, Sanders J, Wood A, Timmis AD: (2001) Underuse of coronary revascularization procedures in patients considered appropriate candidates for revascularization. *N Engl J Med*, 344:645-54.
- Hennis A, Wu SY, Nemesure B, Leske MC. (2004). Risk factors for incident cortical and posterior subcapsular lens opacities in the Barbados Eye Studies. *Arch Ophthalmol* 122:525-30.
- Herbort CP, Jauch A, Othenin-Girard P, *et al* (2000). Diclofenac drops to treat inflammation after cataract surgery. *Acta Ophthalmol Scand* 78:421-4.
- Hernández Mira G, Macarro Merino J., Fernández Perianes J., Fernández Vigo J.(1996). Prevalenciade retinopatía diabética en Extremadura.*Av Diabetol*; 12: 165-71.
- Herreman, R. (1981) *Manual de refractometría clínica*. Salvat Mexicana .Ed. México.
- Hikichi T, Fujio N, Akiba J, Azuma Y, Takahashi M, Yoshida A. (1997) Association between the short-term natural history of diabetic macular oedema and the vitreo-macular relationship in type II diabetes mellitus. *Ophthalmology*;104:473-8.
- Hilborne LH, Leape LL, Kahan JP, Park RE, Kamberg CJ, Brook RH.(1991). *Per-cutaneous transluminal angioplasty. A literature review and ratings of appropriateness and necessity*:RAND, JRA-01;Santa Monica (CA):RAND Corporation.
- Hoffer KJ (1995). Intraocular lens power calculation for eyes after refractive keratotomy. *J Refract Surg*; 11:490-3.
- Holland GN, Van Horn SD, Margolis TP. (1999) Cataract surgery with ciliary sulcus fixation of intraocular lenses in patients with uveítis. *Am J Ophthalmo* ; 128:21-30.

- Hollands RH, Drance SM, House PH, Schulzer M. (1990). Control of intraocular pressure after cataract extraction. *Can J Ophthalmol* 25:128-32.
- Hollick EJ, Spalton DJ, Ursell PG, *et al.* (2000). Posterior capsular opacification with hidrogel, polymethylmetracrlate and silicones intraocular lenses (2000) *Am J Ophthalmol* 129:577-584.
- Holló G., Konstas A.G.P. (2008). *Exfoliation syndrome y exfoliative glaucoma*.European Glaucoma Society Ed Dogma. ISBN :978-99-87434-26-2.
- Home R (1978). Binocular summation: a study of contrast sensitivity, visual acuity and recognition. *Vision Res*; 18:579-85.
- Horiguchi M, Miyake K, Ohta I, Ito Y. (1998) Staining of the lens capsule for circular continuous capsulorrhexis in eyes with white cataract. *Arch Ophthalmol*; 116:535-7.
- Horowitz. (2001). Internal carotid hypoplasia presenting as AION. *American Journal Ophthalmolog* ; may, vol.131,nº 5:673-674.
- Human aqueous humor levels of oral ciprofloxacin, levofloxacin, and moxifloxacin. *J Cataract Refract Surg* 27:1969-74.
- Iglesias García e, Sayagués Gómez a, Maíz Cal d, Rodríguez Enríquez m, Vilela plaza c. (1998). Pseudoexfoliación, diámetro pupilar y cirugía de catarata. *Arch Soc Esp Oftalmo* Número 3. Marzo.
- Inatomi M, Ishii K, Koide R, *et al.* (1997) Intraocular lens power calculation for microphthalmos. *J Cataract Refract Surg* 23:1208-12.
- Informe anual del Sistema Nacional de Salud 2004. Ministerio de Sanidad y Consumo.Disponible en: analisisSituacion.pdf.Descargado el 14/Marzo/2006.
- Irvine AR, Bresky R, Crowder BM (1971). Macular edema after cataract extraction. *Ann Ophthalmol* 1234-1240.
- Jacobs DS, Cox TA, Wagoner MD, *et al.* (2006). Capsule staining as an adjunct to cataract surgery: a report from the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology*;113:707-13.
- Jaffe NS, Jaffe MS (1997). *Cataract surgery and its complications*. 6th ed St. Louis, Mo: Mosby.
- Javitt JC, Brenner MH, Curbow B, *et al.* (1993). Outcomes of cataract surgery. Improvement in visual acuity and subjective visual function after surgery in the first, second, and both eyes. *Arch Ophthalmol*; 111: 686-91.
- Javitt JC, Steinberg EP, Sharkey P, *et al.* (1995). Cataract surgery in one eye or both. A billion dollar per year issue. *Ophthalmology*; 102:1583-92; discussion 92-3.
- Javitt JC, Steinert RF, *et al.* (2000). Cataract extraction with multifocal intraocular lens implantation. *Ophthalmology* 107:2940-248.
- Jenner B. (1984). *Present balance between beneficts and burdens. En : High technology medicine.Beneficts and burdens*.London. The Nuffield Provincial Hospital Trust.:103-134.
- Jick SS, Vasilakis-Scaramozza C, Maier WC (2001). The risk of cataract among users of inhaled steroids. *Epidemiology* 12:229-34.

- Joanne K, Tobacman JK, Paul Lee JD, *et al.* (1996). Assesment of appropriateness of cataract surgery at ten academic medical centers in 1990. *Ophthalmology* 103; 207-215.
- Johansson BA, Lundh BL (2003). Bilateral same day phacoemulsification: 220 cases retrospectively reviewed. *Br J Ophthalmol*; 87:285-90.
- Johnson CA, Casson EJ. (1995). Efects of luminance, contrast, and blur on visual acuity. *Optom Vis Sci*,72(12):864-9
- Kador PD (1983). Overview of the current attemps toward medical treatment of cataract. *Ophthalmology*: 90:352-364.
- Kahn HA, Leibowitz HM, Ganely JP, Kini MM, Colton TL, Nickerson RS, Dawber TR: (1977). The Framingham Eye Study: Outline and major prevalence findings. *Am J Epidemiol*; 106:17-32.
- Kahn HA, Leibowitz HM, Ganley JP, Kini MM, Colton T, Nickerson RS, *et al.* (1977). The Framingham Eye Study. I. Outline and major prevalence findings. *Am J Epidemiol*; 106: 17-32.
- Kalio H, Risto J., Uusitalo J, *et al.* (2001) Topical anesthesia with or without propofol sedation versus retrobulbar/peribulbar anesthesia for cataract extraction: Prospective RANdOmized trial. *J Cat Refractive Surg* 27:1372-79.
- Kampougeris G, Antoniadou A, Kavouklis E, *et al.*(2005) Penetration of moxifloxacin into the human aqueous humour after oral administration. *Br J Ophthalmol* 89:628-31.
- Kanski J.J (1996). *Enfermedades del cristalino*. En Kansky, *Oftalmología clínica*, ed. Mosby,:227-247.
- Kansky JJ (1999). *Clinical Ophthalmology*. 4º Ed. Oxford: Butterworth-Heinemann: 158-62.
- Kaplan, R.M., y Bush, W. (1981). Health-related quality of life measurement for evaluation research and policy analysis". *Health Psychology* 1, 61-80.
- Kasetti SR, Desai SP, Sivakumar S, Sunderraj P. (2002). Preventing intraocular pressure increase after phacoemulsification and the role of perioperative apraclonidine. *J Cataract Refract Surg* 28:2177-80.
- Kastner JK, Weiss SM, Kulikowski CA, Dawson CR (1984). Therapy selection in an expert medical consultation system for ocular herpes simplex. *Computers in Biology and Medicine*, 14:285-301.
- Katsimpris JM, Siganos D, Konstas AG, *et al.* (2003). Efficacy of brimonidine 0.2% in controlling acute postoperative intraocular pressure elevation after phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* 29:2288-94.
- Kattan HM, Flynn HW, Pflugfelder SC *et al.* (1991). Nosocomial endophthalmitis survey: current incidence of infectiona after intraocular surgery. *Ohthalmology* 98:227-238
- Kelly NE, Wendel RT. (1991). Vitreous surgery for idiopathic macular holes. Results for a pilot study. *Arch Ophthalmol*; 109:654-659.
- Kelman CD (1967). Phacoemulsification and aspiration: a new technique of cataract removal. *Am J Ophthalmology* 64: 23-55.

- Kelman CD. (1967). Phacoemulsification and aspiration. A new technique of cataract removal. A preliminary report. *Am J Ophthalmol* 64; 23-35.
- Kerrison JB, Marsh M, Stark WJ, Haller JA (1996). Phacoemulsification after retinal detachment surgery. *Ophthalmology*; 103:216-9.
- Kiessling LA, Ernest PH, Lavery KT. (1993). Scleral tunnel incision with internal corneal lip in patients with low preoperative corneal endothelial cell counts. *J Cataract Refract Surg*; 19:610-2.
- Kim JY, Sohn JH, Youn DH. (1994). Effects of intracameral carbachol and acetylcholine on early postoperative intraocular pressure after cataract extraction. *Korean J Ophthalmol* 8:61-5.
- Kim, J.H., y Pearl, J. (1983). *A computational model for combined causal and diagnostic reasoning in inference systems*. En: Proceedings of the 8th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-83), Karlsruhe, Germany, 190-193.
- Kimura H, Kuroda S, Mizoguchi N, *et al.* (1999). Extracapsular cataract extraction with a sutureless incision for dense cataracts. *J Cataract Refract Surg* 25:1275-9.
- Kitakawa K, Kojima M, Sasaki K (2002). Prevalence of primary cornea guttata and morphology of corneal endothelium in aging Japanese and Singaporean subjects. *Ophthalmic Res* 34:135-138.
- Klaver CC, Wolfs RC, Vingerling JR, Hofman A, de Jong PT. (1998). Age-specific prevalence and causes of blindness and visual impairment in an older population: the Rotterdam Study. *Arch Ophthalmol*; 116: 653-658.
- Klein BE, Klein R, Lee KE, Danforth LG. (2001). Drug use and five-year incidence of age-related cataracts: The Beaver Dam Eye Study. *Ophthalmology* 108:1670-4.
- Klein BE, Klein R, Lee KE. (1998). Diabetes, cardiovascular disease, selected cardiovascular disease risk factors, and the 5-year incidence of age-related cataract and progression of lens opacities: the Beaver Dam Eye Study. *Am J Ophthalmol* 126:782-90.
- Klein BE, Klein R, Lee KE. (1998). Incidence of age-related cataract: the Beaver Dam Eye Study. *Arch Ophthalmol*; 116: 219-225.
- Klein BE, Klein R, Linton KL (1992). Prevalence of age-related lens opacities in a population. The Beaver Dam Eye Study. *Ophthalmology*; 99: 546-552.
- Klein BE, Klein R, Moss SE, Palta M. (1995). A cohort study of the relationship of diabetic retinopathy to blood pressure. *Arch Ophthalmol*; 113:601-6
- Klein BE, Klein R, Moss SE (1995). Incidence of cataract surgery in the Wisconsin Epidemiologic Study of Diabetic Retinopathy. *Am J Ophthalmol*. 119 (3):295-300.
- Klein BE, Klein R, Moss SE (1995). Incidence of cataract surgery in the Wisconsin Epidemiologic Study of Diabetic Retinopathy. *Am J Ophthalmol*. 119 (3):295-300.
- Klein BE, Moss SE, Klein R, Surawicz TS (1991). The Wisconsin Epidemiologic Study of Diabetic Retinopathy. XIII. Relationship of serum cholesterol to retinopathy and hard exudates. *Ophthalmology*; 98: 1261-5.
- Klein BEK, Klein R, Moss SE (1985). Prevalence of cataracts in a population-based study of persons with diabetes mellitus. *Ophthalmology*; 92:1191-6.

- Klein R, Klein BE, Moss SE, Cruickshanks KJ (1994). The Wisconsin Epidemiology Study of Diabetic retinopathy. XIV. Ten year incidence and progression of diabetic retinopathy. *Arch Ophthalmol*; 112:1217-28.
- Klein R, Klein BEK, Moss SE, Cruickshanks KJ (1998). The Wisconsin Epidemiologic Study of Diabetic Retinopathy: XVII. The 14-year incidence and progression of diabetic retinopathy and associated risk factors in type 1 diabetes. *Ophthalmology*;105: 1801-15.
- Klein R, Klein BEK, Moss SE, Davis MD, Demets KJ (1984). The Wisconsin epidemiologic study of diabetic retinopathy: IV. Diabetic macular edema. *Ophthalmology*91:1464-74.
- Klein R, Klein BEK, Moss SE (1992). Epidemiology of proliferative diabetic retinopathy. *Diabetes Care*; 15: 1875-91.
- Klein R, Moss SE, Klein BEK. (1993). Is gross proteinuria a risk factor for the incidence of proliferative diabetic retinopathy? *Ophthalmology*; 100:1140-6.
- Klein R., Klein B. E., Moss S. E. (1996) Relation of glycemic control to diabetic microvascular complications in diabetes mellitus. *Ann Intern Med*; 124: 90-6.
- Kobelt G, Lundstrom M, Stenevi U (2002) Cost-effectiveness of cataract surgery. Method to assess cost-effectiveness using registry data. *J Cataract Refract Surg*; 28: 1742-9.
- Koc F, Sen E, Demirbay P, *et al.* (2002). Factors influencing treatment results in pseudophakic endophthalmitis. *Eur J Ophthalmol* 12:34-9.
- Koch OD (1997). *Simplifying phacoemulsification*. 5th ed. Thorofare; NJ: Slack Inc.
- Kocur I, Resnikoff S (2002). Visual impairment and blindness in Europe and their prevention. *Br J Ophthalmol* 86: 716-722.
- Kodjikian L, Renaud FN, Roques C, *et al.* (2005). In vitro influence of vancomycin on adhesion of a Staphylococcus epidermidis strain encoding intercellular adhesion locus ica to intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 31:1050-8.
- Kofoed-Enevoldsen A, Jensen T, Borch-Johnsen K, *et al* (1987). Incidence of retinopathy in type 1 diabetes: association with clinical nephropathy. *J Diabet Complications*; 1:96-9.
- Kontkanen M, Kaipiainen S. (2002). Simultaneous bilateral cataract extraction: a positive view. *J Cataract Refract Surg*; 28:2060-1.
- Krishna R, Meisler DM, Lowder CY, *et al.* (1998). Long-term follow-up of extracapsular cataract extraction and posterior chamber intraocular lens implantation in patients with uveitis. *Ophthalmology*; 105: 1765-9.
- Krolicki TJ, Tasman W. (1995). Cataract extraction in adults with retinopathy of prematurity. *Arch Ophthalmol*; 113:173-7.
- Kuchle M, Viestenz A, Martus P, *et al.*(2000). Anterior chamber depth and complications during cataract surgery in eyes with pseudoexfoliation syndrome. *Am J Ophthalmol*; 129:281-5.
- Kuchle M, Viestenz A, Martus P, Handel A, Junemann A, Naumann G.(2000). Anterior chamber depth and complications during cataract surgery in eyes with pseudoexfoliation syndrome. *Am J Ophthalmol*; 129(3): 281-285.

- Kullberg C E, Abrahamsson M., Arnqvist H. J., Finnstrom K., Ludvigsson J. Vissstudy Group. (2002). Prevalence of retinopathy differs with age at onset of diabetes in a population with patients with type 1 diabetes. *Diabet Med*; 19: 924-33.
- Lacave C y Díez FJ (2003). Knowledge Acquisition in PROSTANET, a Bayesian network for diagnosing prostate cancer. *Lecture Notes in Computer Science*. A: 2774: 1345-1350.
- Lacave C, Oniško C A y. Díez F J (2006). Use of Elvira's explanation facility for debugging probabilistic expert systems. *Knowledge Based Systems: A*. 19: 730-738.
- Laforge RG, Spector WD, Sternberg J (1992). The relationship of vision and hearing impairment to one-year mortality and functional decline. *J Aging Health*; 4:126-48.
- Lago-Bouza JR, Millán-Calenti JC, Gómez-Ulla-Irazazábal F (2001) Enfermedad de alzheimer y degeneración macular asociada a la edad *Ach Soc Esp Ofatmo*, 2, 81.
- Lai JS, Chua JK, Leung AT, Lam DS (2000). Latanoprost versus timolol gel to prevent ocular hypertension after phacoemulsification and intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 26:386-91.
- Lai JS, Chua JK, Loo A, *et al.* (2001a). Effect of intracameral acetylcholine on latanoprost in preventing ocular hypertension after phacoemulsification and intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 27:700-5.
- Lai JS, Loo A, Tham CC, *et al.* (2001b). Preoperative latanoprost to prevent ocular hypertension after phacoemulsification and intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 27:1792-5.
- Lai YK, Fan RF. (1996). Effect of heparin-surface-modified poly (methyl methacrylate) intraocular lenses on the postoperative inflammation in an Asian population. *J Cataract Refract Surg*; 22 Suppl 1:830-4.
- Laidlaw A, Harrad R. (1993). Can second eye cataract extraction be justified? *Eye*; 7 (Pt 5):680-6.
- Laidlaw DA, Harrad RA, Hopper CD, *et al.*(1998). RANDomised trial of effectiveness of second eye cataract surgery. *Lancet*; 352:925-9.
- Laroche L, Lewisson DA, Montard M (1998). *Cirugía de la catarata*. Barcelona: Masson S.A.
- Laurell CG, Zetterstrom C. (2002). Effects of dexamethasone, diclofenac, or placebo on the inflammatory response after cataract surgery. *Br J Ophthalmol* 86:1380-4.
- Layden WE, Shaffer RN *et al.* (1974). Exfoliation syndrome. *Am J Ophthalmol* 78: 835-841.
- Lázaro P, Fitch K. (1996). From universalism to selectivity :is appropriatness the answer? *Health Policy*; 36: 261-72.
- Lázaro P, Fitch K, Martin Y (1998). Estandares para el uso apropiado de la angioplastia coronaria transluminal percutánea y cirugía aortocoronaria. *Rev Esp Cardiol*; 51:689-715.
- Lázaro P. Fitch K, Luengo S, Aguilar MD. (1999). Algunos problemas metodológicos em la estimación de la necesidad sanitaria. En: Necesidad Sanitaria, demanda y utilización. Asociación de Economía de la Salud. Zaragoza.

- Leape LL, Hilborne LH, Kahan JP *et al.* (1991). *Coronary artery bypass graft surgery: a literature review and ratings of appropriateness and necessity*: RAND, JRA-02; Santa Monica (CA): RAND Corporation.
- Lee P, Smith JP, Kington R (1999). The relationship of self-rated vision and hearing to functional status and well-being among seniors 70 years and older. *Am J Ophthalmol*; 127:447-52.
- Lee PP, Kamberg CJ, Hilborne LH, Massanari RM, Kahan JP, Park RE, Carter CS, Brook RH, Tobacman J. (1993). *Cataract surgery. A literature review and ratings of appropriateness and cruciality*. Santa Monica: RAND.
- Lee PP, Spritzer K, Hays RD (1997). The impact of blurred vision on functioning and well-being. *Ophthalmology*; 104:390-6.
- Leske MC, Wu SY, Hennis A *et al.* (1993). Diabetes, hypertension, and central obesity as cataract risk factors in a black population in Barbados Eye Study. *Ophthalmology* 111: 110-112.
- Leske MC, Wu SY, Hennis A, *et al.* (1999). Diabetes, hypertension, and central obesity as cataract risk factors in a black population. The Barbados Eye Study. *Ophthalmology* 106:35-41.
- Leslie T, Aitken DA, Barrie T, Kirkness CM (2003). Residual debris as a potential cause of postphacoemulsification endophthalmitis. *Eye* 17:506-12.
- Lewis H, Abrams GW, Blumenkranz MS, Campo RV. (1992). Vitrectomy for diabetic macular traction and edema associated with posterior hyaloidal traction. *Ophthalmol*; 99:753-9.
- Linstone, H. A. y Turoff, M. (ed.) (1975). *The Delphi Method, Techniques and Applications*, Addison-Wesley Publishing Co., Massachusetts
- Livingston PM, Carson CA, Taylor HR. (1995). The epidemiology of cataract: a review of literature. *Ophthalmic Epidemiology* 2:151-164.
- Lorente R, Mendicute J, *et al.*, (2008). *Cirugía del cristalino*. Ed Sociedad Española de Oftalmología. ISBN: 978-84-89085-36-7.
- Lorenzetti DW, Uotila MH, Parikh N, Kaufman HE (1967). central cornea guttata. *Am J Ophthalmol* 64, 1155- 1158.
- Lövestam-Adrian M, Agardh E. (2000). Photocoagulation of diabetic oedema complications and visual outcome. *Acta Ophthalmol Scand*; 78:667-71.-33.
- Lundstrom M, Albrecht S, Nilsson M, Astrom B. (2006). Benefit to patients of bilateral same-day cataract extraction: RANDomized clinical study. *J Cataract Refract Surg*; 32:826-30.
- Lundstrom M, Fregell G, Sjoblom A. (1994). Vision related daily life problems in patients waiting for a cataract extraction. *Br J Ophthalmol*; 78:608-11.
- Lundstrom M, Stenevi U, Thorburn W. (2001). Quality of life after first- and second-eye cataract surgery: five-year data collected by the Swedish National Cataract Register. *J Cataract Refract Surg*; 27:1553-9.
- Lyle WA, Jin GJ. (1996). Phacoemulsification with intraocular lens implantation in high myopia. *J Cataract Refract Surg*; 22:238-42.

- Lyle WA, Jin GJ. (1997). Intraocular lens power prediction in patients who undergo cataract surgery following previous radial keratotomy. *Arch Ophthalmol*; 115:457-61.
- Maestría en oftalmología a distancia. CAO – **Universidad** Católica de Salta; fasc. 15, 2001:33- 35.
- Mangione CM, Lee PP, Gutierrez PR, *et al.* (2001). Development of the 25-item National Eye Institute Visual Function Questionnaire. *Arch Ophthalmol*; 119:1050-8.
- Mangione CM, Orav EJ, Lawrence MG, *et al.* (1995). Prediction of visual function after cataract surgery. A prospectively validated model. *Arch Ophthalmol* 113:1305-11.
- Mangione CM, Phillips RS, Lawrence MG, *et al.* (1994) Improved visual function and attenuation of declines in health-related quality of life after cataract extraction. *Arch Ophthalmol* ;112:1419-25.
- Mangione CM, Phillips RS, Seddon JM, *et al.* (1992). Development of the 'Activities of Daily Vision Scale'. A measure of visual functional status. *Med Care*; 30:1111-26.
- Manoj B, Chako D, Khan MY (2000). Effect of extracapsular cataract extraction and phacoemulsification performed after trabeculectomy on intraocular pressure. *J Cataract Refract Surg*; 26:75-8.
- Mansour AM, Husseini ZM, Schakal AR (2002). Macular hole following photodynamic therapy. *Ophthalmic Surg Lasers* Nov-Dec; 33(6):511-3.
- Mansur AM, Schachat A, Bodiford G, Haymond R (1993). Foveal avascular zone in diabetes mellitus. *Retina* ; 13:125-8.
- Martidis A, Duker JS, Greenberg PB, Rogers AH, *et al.* (2002). Intravitreal triamcinolone for refractory diabetic macular edema. *Ophthalmology* 109:920-927.
- Massin P, Duguid G, Erginay A, Haouchine B, Gaudric A (2003). Optical coherence tomography for evaluating diabetic macular edema before and after vitrectomy. *Am J Ophthalmol*; 135:169-77.
- Massin-Korobelnik P, Gaudric A, Coscas G (1994). Spontaneous evolution and treatment of diabetic cystoid macular edema. *Grafés Arch Ophthalmol*; 232:279-89.
- Mayer E, Cadman D, Ewings P, *et al.* (2003). A 10 year retrospective survey of cataract surgery and endophthalmitis in a single eye unit: injectable lenses lower the incidence of endophthalmitis. *Br J Ophthalmol* 87:867-9.
- McCarty CA, Keefe JE, Taylor HR. (1999). The need for cataract surgery: projections based on lens opacity, visual acuity, and personal concern. *Br J Ophthalmol*; 83: 62-65.
- McCuen BW II, Klombers L (1990). The choice of posterior chamber intraocular lens style in patients with diabetic retinopathy. *Arch Ophthalmol* 108:1376-1377.
- McDermott ML, Puklin JE, Abrams GW, Elliott D. (1997). Phacoemulsification for cataract following pars plana vitrectomy. *Ophthalmic Surg Lasers*; 28:558-64.
- McDonald HR, Schatz H. (1985). Macular edema following panretinal photocoagulation. *Retina*; 5:5-10.
- McDonnell PJ, Taban M, Sarayba M, *et al.* (2003). Dynamic morphology of clear corneal cataract incisions. *Ophthalmology* 110:2342-8.

- McFadzean RM. (1998). Ischemic optic neuropathy and giant cells arteritis. *Curr Opin ophthalmol*; 9(6): 10-17.
- McGwin G, Jr, Chapman V, Owsley C.(2000). Visual risk factors for driving difficulty among older drivers. *Accid Anal Prev* ; 32:735-44.
- McGwin G, Jr, Scilley K, Brown J, Owsley C. (2003). Impact of cataract surgery on self-reported visual difficulties: comparison with a no-surgery reference group. *J Cataract Refract Surg*; 29:941-8.
- McLemore CS (2005). Aphakic correction from an aphake's point of view (letter) *Arch Ophthalmolgy* :74: 443.
- McPherson K, (1990). *Why do variations occur?* In.Mooney G, Andersen, eds. The challenge of medical practice variations. London: Mac Millian Press: 16-34.
- Menchini U, Bandello F, Brancato R, Camesaca F, Galdini M. (1993). Cystoid macular oedema after extracapsular cataract extraction and intraocular lens implantation in diabetic patients without retinopathy. *Br J Ophthalmol*; 77:208-11.
- Meyers SM. (1980). Macular edema after scatter laser photocoagulation for proliferative diabetic retinopathy. *Am J Opthlmol*; 0:210-216.
- Mikuzawa A, Okisaka S, Jing LG. (1991) Histopathological study on the monkey retina and choroid by diode laser endophotoagulation. *Nippon Gakkai Zasshi*;95: 114-22.
- Miller JJ, Scott IU, Flynn HW, Jr, *et al.* (2005). Acute-onset endophthalmitis after cataract surgery (2000-2004): incidence, clinical settings, and visual acuity outcomes after treatment. *Am J Ophthalmol* 139: 983-7.
- Miller KM, Keener GT, Jr. (1994). Stretch pupilloplasty for small pupil phacoemulsification. *Am J Ophthalmol*; 117:107-8.
- Miller SJH. (1991). Parson's diseases of the oye.18^o edición. *Baltimore: Churchill Livingstone*: 107-109.
- Minassian DC, Rosen P, Dart JK, *et al.* (2001) Extracapsular cataract extraction compared with small incision surgery by phacoemulsification: a RANDomised trial. *Br J Ophthalmol* 85:822-9.
- Ministerio de Sanidad y Consumo (2005). Conjunto Mínimo Básico de Datos Hospitalarios. Disponible en www.msc.es/estadEstudios/estadisticas. Descargado en Abril 2007.
- Mino de Kaspar H, Grasbon T, Kampik A. (2000) Automated surgical equipment requires routine disinfection of vacuum control manifold to prevent postoperative endophthalmitis. *Ophthalmology* 107:685-90.
- Missotten L, Richard C, Trinquand C. (2001) Topical 0.1% indomethacin solution versus topical 0.1% dexamethasone solution in the prevention of inflammation after cataract surgery. The Study Group. *Ophthalmologica* 215:43-50.
- Mitchell P, Cumming RG, Attebo K, Panchapakesan J. (1997). Prevalence of cataract in Australia: the Blue Mountains eye study. *Ophthalmology*; 104: 581-588.
- Mitchell P, Smith W, Attebo K, Wang JJ (1995). Prevalence of age-related maculopathy in Australia. The Blue Mountains Eye Study. *Ophthalmology*. Oct;102 (10):1450-60.

- Mittra RA, Borrillo JL, Dev S, *et al.* (2000). Retinopathy progression and visual outcomes after phacoemulsification in patients with diabetes mellitus. *Arch Ophthalmol*; 118:912-7.
- Miyake K, Masuda K, Shirato S, *et al.* (2000). Comparison of diclofenac and fluorometholone in preventing cystoid macular edema after small incision cataract surgery: a multicentered prospective trial. *Jpn J Ophthalmol* 44:58-67.
- MMWR (1996). Outbreaks of postoperative bacterial endophthalmitis caused by intrinsically contaminated ophthalmic solutions--Thailand, 1992, and Canada, 1993. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 1996; 45:491-4.
- Mollan SP, Gao A, Lockwood A. (2007). Postcataract endophthalmitis. incidence and microbial isolates in a United Kingdom region from 1996 through 2004. *J Cataract Refract Surg* 33: 265-268.
- Monés J, Gómez-Ulla F *et al* (2005). *Degeneración macular asociada a la edad*. Ed Sociedad Española de Oftalmología.
- Mönestam E *et al.* (2001) Topical anaesthesia for cataract surgery: a population-based perspective. *J Cat Refractive Surg* 27:445-451.
- Monestam E, Wachtmeister L. (1999). Impact of cataract surgery on visual acuity and subjective functional outcomes: a population-based study in Sweden. *Eye*; 13 (Pt 6):711-9.
- Montan PG, Koranyi G, Setterquist HE, *et al.* (1998). Endophthalmitis after cataract surgery: risk factors relating to technique and events of the operation and patient history: a retrospective case-control study. *Ophthalmology*; 105:2171-7.
- Montan PG, Wejde G, Koranyi G, Rylander M (2002). Prophylactic intracameral cefuroxime. Efficacy in preventing endophthalmitis after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 28:977-81.
- Moser CL, Martin-Baranera M, Garat M, *et al.* (2004). Corneal edema and intraocular pressure after cataract surgery: RANdomized comparison of Healon5 and Amvisc Plus. *J Cataract Refract Surg* 30:2359-65.
- MSC. Ministerio de sanidad y consumo de España. Instituto de información. www.msc.es/información Enero 2008.
- Munoa Roiz, JL (1974). Especialidades quirúrgicas: la oftalmología. En: Laín, P. (dir.). *Historia Universal de la Medicina*. Barcelona, Salvat, vol. 6, pp. 327-336, 1974.
- Munoz B, West SK, Rubin GS, Schein OD, Quigley HA, Bressler SB, *et al.* (2000). Causes of blindness and visual impairment in a population of older Americans: The Salisbury Eye Evaluation Study. *Arch Ophthalmol*; 118: 819-825.
- Muñoz B, West SK, Rubin GS, *et al.* (2000) Causes of blindness and visual impairment in a population of older Americans: the Salisbury Eye Evaluation study. *Arch Ophthalmol*. 118:819-825.
- Muñoz Ruiz G. (2001) *El cristalino en la alta miopía*. In: Menezzo JL, Güell JL. *Corrección quirúrgica de la alta miopía*. Barcelona: Espaxs,; Cap. 4: 63-67.
- Murata T, Nakagawa K, Khalil A, Ishibashi T, Inomata H, Sueishi K. (1996) The relation between expression of vascular endothelial growth factor and breakdown of the blood retinal barrier in diabetic rat retinas. *Lab Invest*; 74:89-825.

- Nagaki Y, Hayasaka S, Kadoi C, *et al.* (2003). Bacterial endophthalmitis after small-incision cataract surgery. effect of incision placement and intraocular lens type. *J Cataract Refract Surg* 29:20-6.
- National Cancer Institute. (1994). Tobacco and the clinician: interventions for medical and dental practice. *Monograph #5 (Publ #M492)*. Bethesda: National Cancer Institute, 1994; 1-22.
- Nelson LB (2000). *Oftalmología Pediátrica*. 4ª Edición. Capítulo 6. 2000.
- NEON.(2000) Lum F, Schein O, Schachat AP, *et al.* (2000) Initial two years of experience with the AMERICAN ASSOCIATION OF OPHTHALMOLOGY National Eyecare Outcomes Network (NEON) cataract surgery database. *Ophthalmology* ;107:691-7.
- Nichamin LD, Chang DF, Johnson SH, *et al.* (2006) ASCRS White Paper: What is the association between clear corneal cataract incisions and postoperative endophthalmitis? *J Cataract Refract Surg* 32:1556-9.
- Nichamin LD. (1993). Enlarging the pupil for cataract extraction using flexible nylon iris retractors. *J Cataract Refract Surg* ;19:793-6.
- Nieto I. (1999). *Cirugía de la catarata en enfermedades vitreoretinianas*. In: Corcóstegui B. Cirugía vitreoretiniana. LXXV Ponencia de la Sociedad Española de Oftalmología. Madrid: Tecnimedia editorial, 1999: Cap. 5: 91-103.
- Nihalani BR, Jani UD, Vasavada AR, Auffarth GU. (2005). Cataract surgery in relative anterior microphthalmos. *Ophthalmology*; 112:1360-7.
- Novak MA, Rice TA, Michels RG, Auer C. (1984). The crystalline lens after vitrectomy for diabetic retinopathy. *Ophthalmology*; 91: 1480-1484.
- Obstbaum JM, American Academy of Ophthalmology. American Society of Cataract and Refractive Surgery. European Society of Cataract and Refractive Surgeons. (2006) Utilization, appropriate care and quality of life for patients with cataracts: American Academy of Ophthalmology and American Society of Cataract and Refractive Surgery and Refractive Surgery and European Society of Cataract and Refractive Surgeons. *Ophthalmology* 113:1878-1882.
- Ockene JK. (1987). Smoking intervention: the expanding role of the physician. *Am J Public Health* 77:782-3.
- O'Day DM. (1993). Management of cataract in adults. Quick referenceguide for clinicians. The Cataract Management Guideline Panel of the Agency for Health Care Policy and Research Arch Ophthalmol; 111: 453-459.
- Ohguro N, Matsuda M, Kinoshita S. (1997). Effects of posterior chamber lens implantation on the endothelium of transplanted corneas. *Br J Ophthalmol*; 81:1056-9.
- Okhravi N, Lightman SL, Towler HM. (1999). Assessment of visual outcome after cataract surgery in patients with uveítis. *Ophthalmology*; 106:710-22.
- Olson RJ, Crandall AS (1998) Silicone versus polymethylmethacrylate intraocular lenses with regard to capsular opacification. *Ophthalmology Surg Lasers* 29:55-58.
- OMS Global Burden of Diabetes 1995-2025: Prevalence, Numerical Estimates and Projections.

- Omulecki W, Nawrocki J, Palenga-Pydyn D, Sempinska-Szczewczyk J. (1998). Pars plana vitrectomy, lensectomy, or extraction in transscleral intraocular lens fixation for the management of dislocated lenses in a family with Marfan's syndrome. *Ophthalmic Surg Lasers*; 29: 375-379.
- Oniśko A., Druzdzel M.J., Wasyluk, H. (1999). *A Bayesian network model for diagnosis of liver disorders*. In Proceedings of the Eleventh Conference on Biocybernetics and Biomedical Engineering, pages 842-846, Warsaw, Poland, December 2-4.
- Osher RH, Yu BC, Koch DD (1990). Posterior polar cataracts: a predisposition to intraoperative posterior capsular rupture. *J Cataract Refract Surg*; 16(2): 157-162.
- Osher RH (1983). Surgical management of zonular dehiscence and posterior capsular rents. *J Am Intraocul Implant Soc*; 9:186-9.
- OTAN T, Kishi S, Maruyana Y. (1999) Patterns of diabetic macular edema with optical coherence tomography. *Am J Ophthalmol*; 127:688-93.
- Oteo Ochoa LA.(2006).*Manuales de direccion medica y gestion clinica.: Gestión clínica: desarrollo e instrumentos*.ed. Diez de Santos.
- Owsley C, McGwin G, Sloane M, *et al.* (2002) Impact of cataract surgery on motor vehicle crash involvement by older adults *Jama* 288: 841-849.
- Owsley C, Stalvey B, Wells J, Sloane ME.(1999) Older drivers and cataract: driving habits and crash risk. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*; 54:M203-11.
- Owsley C, Stalvey BT, Wells J, *et al.* (2001) Visual risk factors for crash involvement in older drivers with cataract. *Arch Ophthalmol* 2001; 119:881-7.
- Ozkan B, Karabas VL, Gundes S, *et al.* (2005). Effect of vancomycin, teicoplanin, and cefuroxime on Staphylococcus epidermidis adherence to intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg* 31:1814-20.
- Pardhan S. (1996). A comparison of binocular summation in young and older patients. *Curr Eye Res* ; 15:315-9.
- Pardhan S.(1993) Binocular performance in patients with unilateral cataract using the Regan test: binocular summation and inhibition with low-contrast charts. *Eye*; 7 (Pt 1):59-62.
- Pareja Ríos A, Martínez Piñero A, Abreu Reyes JA, *et al.* (2000). Estudio de la agudeza visual y ambliopía en los niños de 3 a 5 años de el Hierro. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología* 6.
- Parra T, Baamonde B, Riaño M, Fdez. Vega L. (1991). Complicaciones de la cirugía extracapsular con implante de LIO en el síndrome de pseudoexfoliación. *Arch Soc Esp Oftalmol*; 61: 539-554.
- Parssinen O, Leppanen E, Keski-Rahkonen P, *et al.* (2006) Influence of tamsulosin on the iris and its implications for cataract surgery. *Invest Ophthalmol Vis Sci* ; 47:3766-71.
- Pasquale L. R., Kang J. H., Manson J. E, Willett W. C., Rosner B. A., Hankinson S. E. (2006). Prospective study of type 2 diabetes mellitus and risk of primary open-angle glaucoma in women. *Ophthalmology*; 113: 1081-6.

- Patterson JA, Ezra E, Gregor ZJ (2001). Acute full-thickness macular hole after uncomplicated phacoemulsification cataract surgery. *Am J Ophthalmol Jun*; 131(6):799-800.
- Pearl, J. (1986). Fusion, propagation and structuring in belief networks. *Artificial Intelligence*, 32, 245-257. Reproducido en [Shafer y Pearl, 1990], 366-414.
- Pearl, J. (1988) *Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems: Networks of Plausible Inference*. Morgan Kaufmann, San Mateo, CA, 1988. Reimpreso con correcciones en 1991.
- Pederson LL, Baskerville JC, Wanklin JM.(1982). Multivariate statistical models for predicting change in smoking behavior following physician advice to quit smoking. *Prev Med* 11:536-49.
- Peiró S, Meneu R (1998). Variaciones en la práctica médica: implicaciones para la práctica clínica y la política sanitaria. *Gaceta Sanitaria* 12:55-58.
- Peto R, Gray R, Collins R, *et al.* (1998). RANDomised trial of prophylactic daily aspirin in British male doctors. *Br Med J (Clin Res Ed)*: 296:313-6.
- Pinter SM, Sugar A. (1999). Phacoemulsification in eyes with past pars plana vitrectomy: case-control study. *J Cataract Refract Surg*; 25: 556-561.
- Pollack A, Dotan S, Oliver M. (1991). Course of diabetic retinopathy following cataract surgery. *Br J Ophthalmol*; 75:2-8.
- Pollack A, Dotan S, Oliver M. (1991) Progression of diabetic retinopathy after cataract extraction. *Br J Ophthalmol*; 75:547-51.
- Ponte F, Giuffre G, Giammanco R. (1994). Prevalence and causes of blindness and low vision in the Casteldaccia Eye Study. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*; 232: 469-472.
- PORT.(1994) Powe NR, Schein OD, Gieser SC, *et al.* (1994) Synthesis of the literature on visual acuity and complications following cataract extraction with intraocular lens implantation. Cataract Patient Outcome Research Team. *Arch Ophthalmol* 112:239-52.
- Powe NR, Schein OD, Geiser SC *et al.* (1994). Synthesis of the literature on visual acuity and complications following cataract extraction with intraocular lens implantation. Cataract Patient Outcome research team. *Arch Ophthalmol* 112: 239-252.
- Prieto-Díaz J y Souza-Díaz C (1985). *Estrabismo*. 2ª Edición. Capítulo 1.
- Puska P (1995) The amount of lens exfoliation and chamber-angle pigmentation in exfoliation syndrome with or without glaucoma. *Acta Ophthalmol Scand* 73: 226-232.
- Quintana JM, Escobar A, Azkarate J, Goenaga JI, Bilbao A: (2005). Appropriateness of total hip joint replacement. *Int J Qual Health Care*, 17(4):315-321.
- Quintana JM, Escobar A, Bilbao A., and the Red IRYSS.-Appropriateness Cataract Group. (2006a). Explicit criteria for prioritization of cataract surgery. *BMC Health Services Research* 6; 24.
- Quintana JM, Escobar A, Aróstegui I and the Red IRYSS.-Appropriateness Cataract Group (2006b). Development of appropriateness Explicit criteria for cataract extrac-

- tion by phacoemulsification. *BMC Health Services Research* 6:23. Published online 2006 March 2. doi: 10.1186/1472-6963-6-23.
- Quintana JM, Escobar A, Bilbao A, Blasco JA, Lacalle JR, Bare M, Begiristain JM, for the IRYSS-Cataract Group (2009). Validity of Newly Developed Appropriateness Criteria for Cataract Surgery. *Ophthalmology*; 116:409–417.
- Rahmani B, Tielsch JM, Katz J, Gottsch J, Quigley H, Javitt J, *et al.* (1996). The cause-specific prevalence of visual impairment in an urban population. The Baltimore Eye Survey. *Ophthalmology* 103: 1721-1726.
- Rainer G, Menapace R, Findl O, *et al.* (2000). RANDomised fellow eye comparison of the effectiveness of dorzolamide and apraclonidine on intraocular pressure following phacoemulsification cataract surgery. *Eye* 14 Pt 5:757-60.
- Rainer G, Menapace R, Findl O, *et al.* (2001). Effect of topical brimonidine on intraocular pressure after small incision cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 27:1227-31.
- RAND:<http://www.rand.org/about/history/Rand.IT.Summer04.pdf> Descargado 8/08/09.
- Ranney L, Melvin C, Lux L, *et al.* (2006). Tobacco Use: Prevention, Cessation, and Control. Evidence Report/Technology Assessment No. 140. (Prepared by the RTI International -- University of North Carolina *Evidence-Based Practice Center under Contract No. 290-02-0016*). AHRQ Publication No. 06-E015. Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality. June 2006.
- Raskin EM, Speaker MG, McCormick SA, *et al.* (1993). Influence of haptic materials on the adherence of staphylococci to intraocular lenses. *Arch Ophthalmol* 111:250-3.
- Reddy MS, Suneetha N, Thomas RK, Battu RR.(2000). Topical diclofenac sodium for treatment of postoperative inflammation in cataract surgery. *Indian J Ophthalmol* 48:223-6.
- Reidy A, Minassian DC, Vafidis G, Joseph J, Farrow S, Wu J, *et al.* (1998). Prevalence of serious eye disease and visual impairment in a north London population: population based, cross sectional study. *BMJ*; 316: 1643-1646.
- Resnikoff, Pascolini D, Etya'ale D, Kocur I, Pararajasegaram R, Pokharel GP, *et al.* (2004). Global data on visual impairment in the year 2002. *Bull World Health Organ*; 82: 844-851.
- Results of the Endophthalmitis Vitrectomy Study (1995). A RANDomized trial of immediate vitrectomy and of intravenous antibiotics for the treatment of postoperative bacterial endophthalmitis. Endophthalmitis Vitrectomy Study Group. *Arch Ophthalmol*; 113: 1479-96.
- Reynolds MG, Haimovici R, Flynn HW Jr, *et al.* (1993) Suprachoroidal hemorrhage: clinical features and results of secondary surgical management. *Ophthalmology*. 100:460-5
- Rho DS. (2003). Treatment of acute pseudophakic cystoid macular edema: Diclofenac versus ketorolac. *J Cataract Refract Surg* 29:2378-84.
- Riba García J, Ortega Usobiaga J, Cortés Valdés C (2002). Sistema de clasificación de opacidad cristaliniiana (LOCSIII): relación entre opacidad nuclear y rotura capsular en facoemulsificación. *Microcirugía ocular* nº 3. Sept.

- Rincón Zamorano M. (2003) Model Based Image Understanding: Application to the Identification of the Optic Nerve Head in Diagen. Tesis doctoral. Dpto. Inteligencia Artificial, UNED, Madrid.
- Rincón M, Bachiller M, Mira J. (2005) Knowledge modeling for the image understanding task as a design task. *Expert Systems With Applications*. 29:207-217.
- Rodríguez Sanchez F A. (1998) Diseño y valoración de un sistema experto para el diagnóstico de las queratopatías superficiales puntiformes. Tesis Doctoral. Universidad: Granada. Facultad de Medicina.
- Rodríguez J, Sanchez R, Muñoz B, West SK, Broman A, Snyder RW, *et al.* (2002). Causes of blindness and visual impairment in a population-based sample of U.S. Hispanics. *Ophthalmology*; 109: 737-743.
- Rodríguez-Enríquez M, Maíz Csl D, Sayagués Gómez A, *et al.* (1998). Complicaciones intraoperatorias y resultados visuales en la transición a la facoemulsificación. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología* nº 5.
- Romero P, Almudena M, Baget M *et al.* (2005). Actualización en la epidemiología del edema macular diabético. *Annals d'Oftalmología* 13(2):92-102.
- Romero P, Calviño O, del Castillo D (1995). Estudio epidemiológico de RD, en una área básica de salud. *Arch Soc Esp Oftalmol* 2000;75:147-52. Vitale S, Maguire MG, Murphy RP, *et al.* Clinically significant macular edema in type 1 diabetes. Incidence and risk factors. *Ophthalmology*; 102:1170-6.
- Romero P, Mendez I, Salvat M, *et al.* (2006) Intracameral cefazolin as prophylaxis against endophthalmitis in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 32:438-41
- Rosenfeld SI (2005) *Basic and Clinical Science Course. Section 11: Lens and Cataract*. San Francisco, CA: American Academy of Ophthalmology; 2005.
- Ruiz RS, Saatci OA.(1991) Extracapsular cataract extraction with intraocular lens implantation after scleral buckling surgery. *Am J Ophthalmol*; 111:174-8.
- Ruiz-Moreno JM, Artola A, Perez-Santonja JJ, Alio JL (2002). Macular hole in a myopic eye after laser in situ keratomileusis.. *J Refract Surg* Nov-Dec; 18(6):746-9.
- Russell M, Gaskin B, Russell D, Polkinghorne PJ (2006). Pseudophakic retinal detachment after phacoemulsification cataract surgery: Ten-year retrospective review. *J Cataract Refract Surg* 32: 442-5.
- Ryan SJ. (1994). *Retina*. 2º ed. St Louis: Mosby.
- Sackett, D.L., Richardson, W.S., Rosenberg, W., y Haynes, R.B. (1997). *Evidence-Based Medicine. How to Practice and Teach EBM*. Churchill Livingstone, Nueva York, 1997.
- Sacristán JA, Oliva J, del Llano J, Prieto L, Pinto JL (2002) ¿Qué es una tecnología sanitaria eficiente en España? *Gac Sanit* 16: 334-43.
- Saha S, Hoerger TJ, Pignone MP, Teutsch SM, Helfand M, Mandelblatt JS, for the Cost Work Group of the Third U.S. Preventive Services Task Force. (2001). The art and science of incorporating cost effectiveness into evidence-based recommendations for clinical preventive services. *Am J Prev Med*; 20(3S): 36-43.

- Sainz Gómez C, Moreno-Montañés J, Escudero-Berasategui JM, *et al.* (2003). Prevalencia y factores de riesgo del síndrome pseudoexfoliativo en una población institucionalizada en Navarra *Arch Soc Esp Oftalmología* 78: 7.
- Sainz Gómez C (2000). *Estudio de la Prevalencia de Degeneración Macular asociada a la edad en una Población Navarra Institucionalizada y su relación con los factores de riesgo conocidos*. Pamplona: Universidad de Navarra; 2000; 217 pp. Thesis doctoralis.
- Salive ME, Guralnik J, Glynn RJ, *et al.* (1994). Association of visual impairment with mobility and physical function. *J Am Geriatr Soc* ; 42:287-92.
- Santos Bueso E., Fernández-Vigo J., Fernández Pérez C., Macarro Merino A., FernándezPerianes J. (2005). Prevalencia de retinopatía diabética en la Comunidad Autónoma de Extremadura 1997-2001 (Proyecto Extremadura para prevención de la ceguera). *Arch Soc Esp Oftalmol*; 80: 187-94.
- Sarayba MA, Taban M, Ignacio TS, *et al.* (2004). Inflow of ocular surface fluid through clear corneal cataract incisions: a laboratory model. *Am J Ophthalmol* 138:206-10.
- Satish-Srinivasan (2001). FRCSEd. Reversal of NAION associated with coexisting primary antiphospholipid syndrome and factor 5 mutation. *American Journal Ophthalmology*, 131 (5): 671-673.
- Schein OD, Steinberg EP, Cassard SD, *et al.* (1995). Predictors of outcome in patients who underwent cataract surgery. *Ophthalmology*; 102:817-23.
- Schein OD, Steinberg EP, Javitt JC, *et al.* (1994). Variation in cataract surgery practice and clinical outcomes. *Ophthalmology* 101:1142-52.
- Schein OD, Steinberg EP, Javitt JC, *et al.* (1994). Variation in cataract surgery practice and clinical outcomes. *Ophthalmology*;101:1142-52.
- Schein OD, Steinberg EP, Cassard SD, *et al.* (1995). Predictors of outcome in patients who underwent cataract surgery. *Ophthalmology* 102:817-823.
- Schmitz S, Dick HB, Krummenauer F, Pfeiffer N. (1999). Endophthalmitis in cataract surgery: results of a German survey. *Ophthalmology* 106:1869-77.
- Scorolli L, Scorolli L, Campos EC, *et al.* (1998). Pseudoexfoliation syndrome: a cohort study on intraoperative complications in cataract surgery. *Ophthalmologica* ; 212:278-80.
- Seal DV, Barry P, Gettinby G *et al.* (2006). ESCRS study of prophylaxis of postoperative endophthalmitis after cataract surgery; case for a European multicenter study; the ESCRS Endophthalmitis Study Group. *J Cataract Refract Surg* 32:396-406.
- Sean P, Donahue MD (2000). Recurrence of idiopathic intracranial hypertension after weight loss: the carrot craver. *American Journal ophthalmology* vol.130 n° 6 , december 850-851.
- Seitz B, Langenbucher A, Nguyen NX, *et al.* (1999). Underestimation of intraocular lens power for cataract surgery after myopic photorefractive keratectomy. *Ophthalmology* ; 106:693-702.
- Sharma S, Brown GC, Brown MM, *et al.* (2000) The cost-effectiveness of grid laser photocoagulation for the treatment of diabetic macular edema: results of a patient-based cost-utility analysis. *Curr Opin Ophthalmol*; 11:175-9.

- Shaw J. T., Purdie D. M., Neil H. A., Levy J. C., Turner R.C.(1999). The relative risks of hyperglycaemia, obesity and dyslipidaemia in the relative of patients with type 2 diabetes mellitus. *Diabetología* ; 42: 24-7.
- Shepherd DM. (1993). The pupil stretch technique for miotic pupils in cataract surgery. *Ophthalmic Surg* ;24:851-2.
- Simón Hurtado MA. (2001). Desarrollo de un sistema experto simbólico conexionista de ayuda al diagnóstico del glaucoma Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid. ETSI Informática.
- Sing R, Vasavada AR, Janaswamy G (2001). Phacoemulsification of brunescant and black cataracts. *J Cataract refract Surg* 27; 1762-9.
- Singal N, Hopkins J. (2004). Pseudophakic cystoid macular edema: ketorolac alone vs. ketorolac plus prednisolone. *Can J Ophthalmol* 39:245-50.
- Sjolie A. K., Stephenson J., Aldington S., Kohner E., Janka H., Stevens L., *et al.* (1997). Retinopathy and vision loss in insulin-dependent diabetes in Europe. The EURODIAB IDDM Complications Study. *Ophthalmology*; 104: 252-60.
- Sloane ME, Ball K, Owsley C, *et al.* (1992). The Visual Activities Questionnaire: developing an instrument for assessing problems in everyday visual tasks. Technical Digest, *Noninvasive Assessment of the Visual System*; 1: 26-9
- Sloane ME, Ball K, Owsley C, *et al.* (1992) The Visual Activities Questionnaire: developing an instrument for assessing problems in everyday visual tasks. Technical Digest, *Noninvasive Assessment of the Visual System*; 1:26-9.
- Smeeth L, Boullis M, Hubbard R, Fletcher AE. (2003) A population based case-control study of cataract and inhaled corticosteroids. *Br J Ophthalmol* 87:1247-51.
- Smiddy W, Flynn H (2004). Pathogenesis of Macular Holes and therapeutic Implications. *Am J Ophthalmol*; 137 : 525 – 537.
- Smiddy W. (2000). The Influence and Role of Vitreoretinal Surgery on Cataract Surgery. *Cataract Surgery in Complicated Cases*. SLACK 2000: 259-267.
- Smiddy WE, Stark WJ, Michels RG, Maumenee AE, *et al.* (1987). Caratact extraction after vitrectomy. *Ophthalmology*; 94: 483-487.
- Smith GT, Liu CS. (2001) Is it time for a new attitude to “simultaneous” bilateral cataract surgery? *Br J Ophthalmol*; 85:1489-96.
- Smith R, Lee CM, Charles HC, Farber M, Cunha-Vaz JG (1987). Quantification of diabetic macular edema. *Arch Ophthalmol*; 105: 218-22.
- Sneed S, Parrish RK 2nd, Mandelbaum S, O’Grady G. (1986) Technical problems of extracapsular cataract extractions after vitrectomy. *Arch Ophthalmol* 104: 1126-1127.
- Snyder RW, Siekert RW, Schwiegerling J, *et al.* (2000). Acular as a single agent for use as an antimiotic and anti-inflammatory in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* 26:1225-7.
- Solomon KD, Cheetham JK, DeGryse R, *et al.* (2001). Topical ketorolac tromethamine 0.5% ophthalmic solution in ocular inflammation after cataract surgery. *Ophthalmology* 108:331-7.

- Solomon KD, Stewart WC, Hunt HH, *et al.* (1998). Intraoperative intracameral carbachol in phacoemulsification and posterior chamber lens implantation. *Am J Ophthalmol* 125:36-43.
- Solomon R, Donnenfeld ED (2003) Recent advances and future frontiers in treating age-related cataracts. *Jama* 290:2.
- Somani S, Grinbaum A, Slomovic AR (1997). Postoperative endophthalmitis: incidence, predisposing surgery, clinical course and outcome. *Can J Ophthalmol*;32:303-10.
- Somme A, Tielsch JM, Katz J, *et al.* (1991) Racial differences in the cause-specific prevalence of blindness in east Baltimore. *N Engl J Med.* 325:1412-17.
- Speaker MG, Menikoff JA (1991b). Prophylaxis of endophthalmitis with topical povidone-iodine. *Ophthalmology* 98:1769-75.
- Speaker MG, Milch FA, Shah MK, *et al.* (1991) Role of external bacterial flora in the pathogenesis of acute postoperative endophthalmitis. *Ophthalmology* 98:639-49; discussion 50.
- Sperduto RD, Hu TS, Milton RC, *et al.* (1993.). The Linxian cataract studies. Two nutrition intervention trials. *Arch Ophthalmol* 111:1246-53.
- Squirrell D, Bhola R, Bush J, *et al.* (2002). A prospective, case controlled study of the natural history of diabetic retinopathy and maculopathy after uncomplicated phacoemulsification cataract surgery in patients with type 2 diabetes. *Br J Ophthalmol*;86:565-71.
- Stefánson E. (2001). The therapeutic effects of retinal lasertreatmentnd vitrectomy. A theory based on oxygen and vascular physiology. *Acta Ophthalmol Scand*; 79:435-40.
- Steinberg EP, Tielsch JM, Schein OD, *et al.* (1994a). National study of cataract surgery outcomes. *Ophthalmology* 101:1131-1140.
- Steinberg EP, Tielsch JM, Schein OD, *et al.* (1994b). The VF-14: an index of functional impairment in patients with cataracts. *Arch Ophthalmology* 112:630-638.
- Steinberg EP, Tielsch JM, Schein OD, *et al.* (1994c). National study of cataract surgery outcomes. Variation in 4-month postoperative outcomes as reflected in multiple outcome measures. *Ophthalmology* ; 101:1131-40; discussion 40.
- Steinberg EP, Tielsch JM, Schein OD, *et al.* (1994d). The VF-14. An index of functional impairment in patients with cataract. *Arch Ophthalmol*: 112:630-8.
- Stewart CE, Moseley MJ, Fielder AR, Stephens DA (2004). MOTAS Cooperative. Refractive adaptation in amblyopia: quantification of effect and implications for practice. *Br J Ophthalmology*; 88: 1552-1556.
- Strauss, S.E., Richardson, W.S., Glasziou, P., y Haynes R.B. (2005). *Evidence-Based Medicine. How to Practice and Teach EBM*. Churchill Livingstone, Nueva York. (3ª edición del libro de Sackett, D.L., Richardson, W.S., Rosenberg, W., y Haynes, R.B., publicado por primera vez en 1997).
- Suarez-Tata M, Villasenor-Diez, J, Suarez-Tata, LM *et al.* (2004). Facoemulsificación en ojos post-vitrectomía pars plana. *Arch Soc Esp Oftalmol*. [online] vol. 79, no. 11 [citado 2008-02-14], pp. 531-536. Disponible en: <<http://scielo.isciii.es/scielo.php>.

- Sunnes JS. Evaluating macular function. (1999). *Int Ophthalmol Clin* ; 39(4): 19-32.
- Syrdalen P. (1987). Pars plana technique for removal of congenital subluxated lenses in young patients. *Acta Ophthalmol*; 65: 585-588.
- Szlovits, P. y Pauker, S.G. (1978). Categorical and probabilistic reasoning in medicine. *Artificial Intelligence* 11, 115-144. Reproducido en [Shafer y Pearl, 1990], págs. 282-297.
- Taban M, Behrens A, Newcomb RL, *et al.* (2005a). Acute endophthalmitis following cataract surgery: a systematic review of the literature. *Arch Ophthalmol* 123:613-20.
- Taban M, Behrens A, Newcomb RL, *et al.* (2005b). Incidence of acute endophthalmitis following penetrating keratoplasty: a systematic review. *Arch Ophthalmol* 123:605-9.
- Taban M, Rao B, Reznik J, *et al.* (2004) Dynamic morphology of sutureless cataract wounds--effect of incision angle and location. *Surv Ophthalmol* 49 Suppl 2:S62-72.
- Tabbara KF, Al-Kaff AS, Al-Rajhi AA, *et al.* (1998) Heparin surface-modified intraocular lenses in patients with inactive uveítis or diabetes. *Ophthalmology*; 105:843-5.
- Takagi H, Otani A, Kiryu J, Ogara (1999) New surgical approach for removing massive foveal hard exudates in diabetic macular edema. *Ophthalmology*; 106:249-57.
- Takayuki B, Kyoko Ohno-Matsui, Soh Futagami, *et al.* (2003) Prevalence and Characteristics of Foveal Retinal Detachment Without macular Hole in High Myopia. *American Journal of Ophthalmology* 135 (3); 338-342.
- Talbot EM, Perkins A. (1998). The benefit of second eye cataract surgery. *Eye*; 12 (Pt 6):983-9.
- Tamayo-Marco B., Faure-Nogueras E., Roche-Asensio M. J., Rubio-Calvo E., Sánchez-Oriz E., Salvador-Oliván J. A. (1997). Prevalence of diabetes mellitus and impaired glucose tolerance in Aragon, Spain. *Diabetes Care*; 20: 534-6.
- Tarkkanen A, Raivio V, Anttila VJ, *et al.* (2004). Fungal endophthalmitis caused by *Paecilomyces variotii* following cataract surgery: a presumed operating room air-conditioning system contamination. *Acta Ophthalmol Scand* 82:232-5.
- Taylor H (2004). Access economics. Clear insight: the economic impact and cost of vision loss in Australia. Melbourne, Centre for Eye Research Australia, 2004.
- Taylor HR. (2000) Cataract: how much surgery do we have to do? *Br J Ophthalmol*; 84: 1-2.
- Taylor MC, Hadorn DC. (2002). Developing priority criteria for general surgery: results for the Western Canada Waiting List Project. *Can J Surg* 45: 351-357.
- Taylor RH, Misson GP, Moseley MJ. (1991). Visual acuity and contrast sensitivity in cataract: summation and inhibition of visual performance. *Eye*;5 (Pt 6):704-7.
- Teruel Maicas C., Fernández-Real J. M., Ricart W., Valent Ferrer R., Vallés Prats M. (2005). Prevalencia de la retinopatía diabética en la población de diabéticos diagnosticados en las comarcas de Gerona. Estudio de los factores asociados. *Arch Soc Esp Oftalmol*; 80: 85-91.

- Teus MA, Castejón MA, Calvo MA (1998). Intraocular pressure as a risk factor for visual field loss in pseudoexfoliative and in primary open-angle glaucoma. *Ophthalmology* 105: 2225-2235.
- The Diabetes Control and Complications Trial Research Group. (1995). Progression of retinopathy with intensive versus conventional treatment in the diabetes control and
- The Diabetes Control and Complications Trial Research Group. (1995). The effect of intensive diabetes treatment on the progression of diabetic retinopathy in insulin-dependent diabetes mellitus. *Arch Ophthalmol*; 113:36-51.
- The Diabetes Control and Complications Trial Research Group. (1993). The effect of intensive treatment of diabetes on the development and progression of long-term complications in insulin-dependent diabetes mellitus. *N Engl J Med* ;329:977-86.
- The Diabetes Control and Complications Trial Research Group. (1998) Early worsening of diabetic retinopathy in the diabetes control and complications trial. *Arch Ophthalmol*;116:874-86.
- Ticho U, Patz A. (1973). The role of capillary perfusion in the management of diabetic macular edema. *Am J Ophthalmol*;76:880-6.
- Tielsch JM, Sommer A, Witt K, Katz J, Royall RM. (1990). Blindness and visual impairment in an American urban population. The Baltimore Eye Survey. *Arch Ophthalmol*; 108: 286-290.
- Tielsch JM, Steinberg EP, Cassard SD, *et al.* (1995). Preoperative functional expectations and postoperative outcomes among patients undergoing first eye cataract surgery. *Arch Ophthalmology* 113:1312-1318.
- Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. (1988). Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med* ;319:1701.
- Tobacman JK, Lee P, Zimmerman B, Kolder H, Hilborne L, Brook R. (1996). assessment of appropriateness of cataract surgery at ten academic medical centers in 1990. *Ophthalmology* 103; 207-215.
- Tobacman JK, Paul Lee JD, Zimmerman B, *et al.* (1996). Assessment of appropriateness of cataract surgery at ten academic medical centers. *Ophthalmology* 103:297-215.
- Tobacman JK, Zimmerman B, Paul Lee JD, Hilborne I, Holder H, Brook R I. (2003). Visual acuity following cataract surgeries in relation to preoperative appropriateness ratings. *Med Decis Making* 23:122-130.
- Tong JT, Miller KM. (1998) Intraocular pressure change after sutureless phacoemulsification and foldable posterior chamber lens implantation. *J Cataract Refract Surg* 24:256-62.
- Tuomilehto J., Lindström J., Eriksson J. G., Valle T. T., HamaLáinen H., HanneParikkaP., *et al.*(2001). Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med*; 344: 1343-50.
- UK Prospective Diabetes Study (UKPDS) group. (1998). Tight blood pressure control and risk of macrovascular and microvascular complications in type 2 diabetes; UKPDS *Br Med J*;317:703-18.

- United Kingdom Prospective Diabetes Study Group. (1998). Intensive blood-glucose control with sulfonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS 33). *Lancet*; 352: 837-53.
- Urban RC, Jr, Cotlier E. (1986). Corticosteroid-induced cataracts. *Surv Ophthalmology* 31:102-10.
- Vajpayee RB, Bansal A, Sharma N, *et al.* (1999). Phacoemulsification of white hyper-mature cataract. *J Cataract Refract Surg* ;25:1157-60.
- ValderasMJ, Ferrer M, Alonso J. (2005). Instrumentos de medición de calidad de vida relacionada con la salud y otros resultados percibidos por los pacientes. *Med Clin* 125:55-60
- Valdés Hernández S., Botas Cervero P., Delgado Álvarez E., Díaz Cadórniga F. J., Álvarez Menéndez F. (2006) Incidencia de diabetes tipo 2 en la Comunidad Asturiana. *Av Diabetol*; 22:
- Van Effenterre G, Guyot-Argenton CL, Guiberteau B, Hany I, Lacotte H. (1993). Oedèmes maculaires induits par la contraction de la hyaloïde postérieure. *J fr Ophthalmol*;16:602-10.
- VanNewkirk MR, Weih L, McCarty CA, Taylor HR.(2001). Causespecific prevalence of bilateral visual impairment in Victoria, Australia: the Visual Impairment Project. *Ophthalmology*; 108: 960-967.
- Vargas LC, Peng Q, Escobar-Gómez M, *et al.* (2001) Overview of modern foldable intraocular lenses and clinically relevant anatomy and histology of the crystalline lens. *Int. Ophthalmology Clin* 41:1-15.
- Vasavada A, Singh R, Desai , Wallin T, Parker J, Jin Y, *et al.* (2005) Cohort study of 27 cases of endophthalmitis at a single institution. *J Cataract Refract Surg* 31:735-41
- Vasavada A, Singh R. (1998). Step-by-step chop in situ and separation of very dense cataracts. *J Cataract Refract Surg* 24:156-9.
- Vasavada A, Singh R. (1999). Phacoemulsification in eyes with posterior polar cataract. *J Cataract Refract Surg*; 25(2): 238-245.
- Vasavada A, Singh R. (1999). Surgical techniques for difficult cataracts. *Curr Opin Ophthalmol*;10:46-52.
- Vasavada A, Singh R. (1999B) Phacoemulsification in eyes with posterior polar cataract. *J Cataract Refract Surg*;25:238-45.
- Vázquez J. A., Gaztambide S., Soto-Pedre E. (2000) Estudio prospectivo a 10 años sobre lincidencia y factores de riesgo de la diabetes mellitus tipo 2. *Med Clin*; 115: 534-9.
- Vinding T. *et al.*, (1989). Age-related macular degeneration. Macular changes, prevalence and sex ratio. An epidemiological study of 1000 aged individuals. *Acta Ophthalmol* (Copenh). 1989 Dec; 67(6):609-16.
- Vingerling J. R., *et al.* (1995)The Prevalence of age related maculopathy in the Rotterdam Study, *Ophthalmology*; 102: 205-210.
- Walser R. L. and McCormick B. H. (1976) Organization of clinical knowledge in MEDICO. *Proc. Third Illinois Conference on Medical Information Systems*, Urbana, IL.

- Walsh & Hoyt's : Clinical neuro-ophthalmology (5° edition). Volume one: *Papilledema, ischemic optic neuropathies, optic neuritis, compressive optic neuropathies, toxic and deficiency neuropathies, infiltrative optic neuropathies, traumatic optic neuropathies*. 1997: 487-739
- Wang JJ, Klein R, Smith W, *et al.* (2003). Cataract surgery and the 5-year incidence of late-stage age-related maculopathy: pooled findings from the Beaver Dam and Blue Mountains eye studies. *Ophthalmology*; 110:1960-7.
- Ware JE, Jr, Sherbourne CD (1992). The MOS 36-item short-form health survey (SF-36). I. Conceptual framework and item selection. *Med Care*; 30:473-83.
- Wedrich A, Menapace R (1992). Intraocular pressure following small-incision cataract surgery and polyHEMA posterior chamber lens implantation. A comparison between acetylcholine and carbachol. *J Cataract Refract Surg* 18:500-5.
- Weih LM, VanNewkirk MR, McCarty CA, Taylor HR. (2000). Agespecific causes of bilateral visual impairment. *Arch Ophthalmol*; 118: 264-269.
- Weinstein MC, Stason WB. (1977). Foundations of cost-effectiveness analysis for health and medical practices. *N Engl J Med* ;296:716-21.
- Weiss, S. M., Kulikowski, C. A., Amarel, S., Safir, A. (1978). A Model-Based Method for Computer-Aided Medical Decision-Making. *Artificial Intelligence* 11, 145-172.
- Wejde G, Montan P, Lundström M, Stenevi U, Thorburn W(2005). Endophthalmitis following cataract surgery in Sweden: national prospective survey 1999-2001. *Acta Ophthalmol Scand*. Feb; 83(1):7-10.
- West ES, Behrens A, McDonnell PJ, *et al.* (2005). The incidence of endophthalmitis after cataract surgery among the U.S. Medicare population increased between 1994 and 2001. *Ophthalmology* 112:1388-94.
- West S, Munoz B, Emmett EA, Taylor HR. (1989). Cigarette smoking and risk of nuclear cataracts. *Arch Ophthalmol* 107:1166-9.
- Whitehouse G. (2000). Brimonidine and postoperative pressure spikes in cataract surgery. *Clin Experiment Ophthalmol* 28:364-6.
- Wilkinson CP, Ferris FL, Klein RE, Lee PP, Agardh CD, Davis M, Dills D, Kampic A, Pararajasegaram R, Verdaguer JT, representing the Global Diabetic Retinopathy Project Group. (2003). Proposed international clinical diabetic retinopathy and diabetic macular edema disease severity scales. *Ophthalmology*; 110: 1677-82.
- Willerscheidt AB, Healey ML, Ireland M (1995). Cataract surgery outcomes: importance of co-morbidities in case mix. *J Cataract Refract Surg* 21:177-81.
- Williams R, Airey M, Baxter H, Forrester J, Kennedy- Martin T, Girach A.(2004). Epidemiology of diabetic retinopathy and macular oedema: a systematic review. *Eye*; 18:963-83.
- Wilson FM. (1996). *Practical Ophthalmology*. 4° edición. San Francisco: American Academy of Ophthalmology.31-50.
- Wong TY, Chee SP. (2004). The epidemiology of acute endophthalmitis after cataract surgery in an Asian population. *Ophthalmology* 111:699-705.

- World Health Organization (1999). Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications: report of a WHO Consultation, Part 1. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. Geneva: World Health Organization: 5.
- World Health Organization (2000). *Global Initiative for the Elimination of Avoidable Blindness: Action Plan 2006-2011*. Wild S., Roglic G., Green A., Sicree R., King H. (2004) Global prevalence of Diabetes. Estimates for the 2000 year and projections for 2030. *Diabetes Care*; 27: 1047-53.
- Wu PC, Li M, Chang SJ, *et al.* (2006). Risk of endophthalmitis after cataract surgery using different protocols for povidone- iodine preoperative disinfection. *J Ocul Pharmacol Ther* 22:54-61.
- Yamaguchi Y, Otani T, Kishi S. Resolution of diabetic cystoid macular edema associated with spontaneous vitreofoveal separation. *Am J Ophthalmol* 135:116-8.
- Yamamoto T, Hitani K, Tsukahara I, Yamamoto S, Kawasaki R, Yamashita H, Takeuchi S. (2003). Early postoperative retinal thickness changes and complications after vitrectomy for diabetic macular edema. *Am J Ophthalmol*;135:14-9.
- Yaman Y, Oka Y, Ohnishi Y, Ishibashi T, Inoguchi T. (1988). Reflow of obstructed capillaries in the maculae of humans with diabetic retinopathy, observed by fluorescein angiography. *Br J Ophthalmol*; 72:660-5.
- Yorston D (2000). A perspective from a surgeon practicing in the developing world. *Surv Ophthalmol*. 45:S1-S2.
- Zaluski S, Clayman HM, Karsenti G, *et al.* (1999) Pseudomonas aeruginosa endophthalmitis caused by contamination of the internal fluid pathways of a phacoemulsifier. *J Cataract Refract Surg* 25:540-5.
- Zauberman H.(1992) Extreme deepening of the anterior chamber during phacoemulsification. *Ophthalmic Surg* ;23: 555-6.
- Zoega GM, Fujisawa A, Sasaki H *et al.* (2006). Prevalence and risk factors for cornea guttata in the Reykjavik Eye Study. *Ophthalmology* 113: 565-569.