



**PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATOLICA
DEL ECUADOR**

SEDE AMBATO

PROGRAMA DE OPTOMETRÍA

TEMA:

“ESTUDIO DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL POLICARBONATO Y TRIVEX COMO MATERIALES PARA LENTES OFTÁLMICOS EN USUARIOS DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA, EN EL PERÍODO NOVIEMBRE 2006 – ABRIL 2007”.

Disertación de grado previo a la obtención del título de Licenciado en Optometría

AUTOR:

LÓPEZ CALVA ANGEL PORFIRIO

DIRECTORA:

Dra. RIAÑO MALDONADO ANDREA

Ambato – Ecuador

Julio 2007



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE AMBATO

HOJA DE APROBACIÓN

Tema:

“ESTUDIO DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL POLICARBONATO Y TRIVEX
COMO MATERIALES PARA LENTES OFTÁLMICOS EN USUARIOS DE LA
PROVINCIA DE TUNGURAHUA, DURANTE EL PERÍODO
NOVIEMBRE 2006 – ABRIL 2007”.

Autor:

LÓPEZ CALVA ANGEL PORFIRIO

Andrea Riaño Maldonado Dra.
DIRECTORA DE LA DISERTACIÓN

f. Andrea Riaño

Paulina Inés Campaña Hidalgo Msc.
CALIFICADOR

f. Paulina Campaña

Patricio Rubén Jurado Robayo Dr.
CALIFICADOR

f. Patricio Jurado

Carmen Barba Guzmán, Msc.
DIRECTORA PROGRAMA DE OPTOMETRÍA

f. Carmen Barba Guzmán

Pablo Poveda Mora Ab.
SECRETARIO GENERAL PUCESA

f. Pablo Poveda



SECRETARIA GENERAL
PROCURADURIA

DECLARACIÓN DE AUTENCIDAD Y
RESPONSABILIDAD

Yo, Ángel Porfirio López Calva, portador de la cédula de ciudadanía No. 050116515-3 declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento como informe final, previo a la obtención del título de LICENCIADO EN OPTOMETRÍA son absolutamente originales, auténticos y personales.

En tal virtud, declaro que el contenido, las conclusiones y los efectos legales y académicos que se desprenden del trabajo propuesto de investigación y luego de la redacción de este documento son y serán de mi sola y exclusiva responsabilidad legal y académica.

Ángel Porfirio López Calva
CC. 050116515-3

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas que colaboraron en la elaboración de esta investigación, docentes y autoridades de la Universidad, compañeros y amigos que apoyaron en todo momento el desarrollo del presente trabajo.

Angel López

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi esposa e hijos, que siempre han estado pendientes de mi desarrollo y superación personal y profesional.

Angel López

RESUMEN

Este trabajo de investigación se ha realizado con el objetivo de esclarecer las razones por las que en la ciudad de Ambato, siendo tan comercial y en la que existen muchas ópticas dedicadas al cuidado de la visión, no ha tenido mucha acogida el policarbonato y el trivex como materiales para la fabricación de lentes. Así mismo se ha querido contribuir con la salud visual con la búsqueda de las mejores opciones válidas para solucionar los múltiples problemas de visión que padece nuestra población. Por esta razón se incluye en los primeros capítulos los ideales y objetivos de esta investigación, posteriormente se recurre a una amplia información bibliografía extraída principalmente de revistas especializadas en el campo de la optometría, así como de textos que tienen que ver con información acerca de las características físicas de estos materiales; a continuación constan los resultados de la investigación realizada a nivel de ópticas, realizando un sondeo para conocer sus criterios y conocimientos sobre estos tipos de lentes; luego se habla acerca de los resultados de la investigación realizada en pacientes usuarios de anteojos con refracciones de distinta índole, así como de diferentes edades y aplicada tanto a hombres como a mujeres, para demostrar esto se ha empleado cuadros ilustrativos y comparativos. Esta parte de la investigación ha sido realizada en Óptica Visual de esta ciudad, en donde se ha llevado un control en los pacientes y en los lentes que utilizan a fin de encontrar cambios, síntomas y problemas visuales en el paciente y aspectos que tienen que ver con las ventajas y desventajas de estos lentes. Debiendo para ello realizar exámenes visuales, citas a los pacientes, revisión de los lentes, biselado en el taller de la óptica, etc. Finalmente se realiza las respectivas conclusiones y recomendaciones que se espera puedan ser válidas para muchos profesionales inmersos en esta linda profesión, la Optometría.

ABSTRACT

The present investigation was made with the principal objective of clarifying the reasons why polycarbonate and trivex don't have such demand as expected in a high commercial city which has a lot of optometric centres like Ambato. Like wise, this work aims to contribute to visual health by searching the best options to solve multiple visual problems of the population. For this reason, the initial chapters include ideals and objectives of the investigation. You can find enough bibliographic information taken mainly from technical magazines about optometry, as well as from texts related to technical facts about characteristics of these materials. After that you can find the results of the investigation done to optometric centres, by applying a survey to know their knowledge about these types of ophthalmic lenses. Then you can find the results of the investigation made in men and women, users of eye glasses, with different refractive status and at different ages. To demonstrate this we used illustrative charts and corporative tables. This part of the investigation was made in Visual Optic in this city, where control was taken in patients and in the lenses that they use with the goal of finding out any changes, symptoms, and visual problems that they report. Also, the advantages and disadvantages of the lenses were analyzed. To do this we had to examine patients, check the lenses and facts of the optic laboratory. Finally, you can find the conclusions and recommendations that could be helpful for professionals related to this career.

TABLA DE CONTENIDOS

Páginas Preliminares	N° de página
1. Portada	
2. Hoja de aprobación	ii
3. Hoja de autenticidad	iii
4. Agradecimiento	iv
5. Dedicatoria	v
6. Resumen Ejecutivo.....	vi
7. Abstract	vii
8. Tabla de contenidos.....	viii
9. Tabla de gráficos y cuadros.....	xii

Cuerpo.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1. Introducción.....	1
1.2. Tema.....	2
1.3. Fundamentos teóricos.....	2
1.3.1. Lentes Oftálmicas	2
1.3.1.1 Reseña histórica.....	2
1.3.2. Tipo de lentes.....	5
1.3.2.1 Lentes esféricas	5
1.3.2.2. Lentes asféricas	6
1.3.2.3. Lentes tóricas	8
1.3.2.4. Formulación.....	9
1.3.2.5. Transposición.....	10
1.3.2.6. Lentes cilíndricas	10

1.3.3. Lentes monofocales.....	11
1.3.4. Lentes multifocales.....	11
1.3.4.1 Bifocales	11
1.3.4.1.1 Ventajas y desventajas	12
1.3.4.2. Trifocales	12
1.3.4.2.1. Ventajas y Desventajas.....	12
1.3.4.3. Progresivos	13
1.3.4.3.1. Diseños duros	14
1.3.4.3.2. Diseños Blandos	14
1.3.4.3.3. Características Técnicas.....	15
1.3.4.3.4. Teorema de Minkwitz.....	16
1.3.4.3.5. Marcaje.....	17
1.3.5. Prismas oftálmicos.....	18
1.3.5.1. Principios Básicos.....	18
1.3.5.2. Visión a través de un Prisma.....	20
1.3.5.3. Representación prismática de lentes esféricas.....	22
1.3.5.4. Prismas de Fresnel.....	23
1.3.6. Especificación de la potencia.....	23
1.3.6.1. Potencia efectiva	24
1.3.6.2. Potencia efectiva en visión de cerca	24
1.3.7. Índice de Refracción.....	25
1.3.8. Descomposición de la luz	25
1.3.8.1. Descomposición de la luz blanca	27
1.3.8.2. Fotoftalmía	28
1.3.8.3. Cataratas	28
1.3.8.4. Daño retiniano	29
1.3.8.5. Radiación infrarroja.....	30
1.3.9. Tratamiento antirreflejo	30
1.3.9.1. Concepto	30
1.3.9.2. Beneficios	30
1.3.9.2.1. Sentirse mejor en el trabajo.....	31
1.3.9.2.2. Sentirse mejor durante el trabajo nocturno.. ..	31
1.3.10. Aberraciones.....	32
1.3.10.1. Aberración cromática	32
1.3.10.2. Valor ABBE.....	34
1.3.10.3. Valor ABBE y como afecta al paciente	37
1.3.10.4. Aberración esférica.....	37

1.3.11. Efecto prismático inducido por el segmento.....	37
1.3.12. El coma	38
1.3.13. Diseño de lentes.....	38
1.3.13.1. Materiales de vidrio.....	40
1.3.13.2. Materiales de plástico.....	40
1.3.13.2.1. Monómero CR39	40
1.3.13.2.2. Policarbonato.....	41
1.3.13.2.3. Trivex.....	47
1.3.13.3. Pruebas de resistencia.....	49
1.3.13.3.1. La bola de acero.....	49
1.3.13.3.2. Prueba del misil.....	49
1.3.13.3.3. Prueba de firmeza.....	50
1.3.13.3.4. Fuerza tensil.....	51
1.3.13.3.5. Prueba de peso.....	52
1.3.13.3.6. Claridad.....	53
1.3.13.3.7. Protección solar.....	55
1.3.13.3.8. Tinturado del poly y trivex.....	55
1.3.13.3.9. Sensibilidad a productos químicos.....	55
1.3.13.3.10. Tratamiento para los materiales seguros.....	55
1.4. Objetivos	57
1.4.1 Objetivo General	57
1.4.1 Objetivo Específico	57

CAPITULO II LA METODOLOGÍA

2.1. Modalidad de la investigación	58
2.1.1. Investigación de Campo.....	58
2.1.2. Investigación de Laboratorio.....	58
2.1.3. Investigación Bibliográfica.....	59
2.2. Nivel o tipo de investigación.....	59
2.2.1 Exploratorio	59
2.2.2. Descriptivo	59
2.2.3. Explicativo.....	59
2.3. Técnicas de investigación	60
2.3.1. Observación.....	60
2.3.2. Encuesta.....	60
2.3.3. Entrevista.....	60
2.3.4. Revisión Bibliográfica.....	60
2.4. Hipótesis.....	61
2.5. Señalamiento de la variables.....	61
2.5.1. Variable Independiente	61
2.5.2. Variable Dependiente	61

CAPITULO III INTERPRETACIÓN, ANÁLISIS Y VALIDACIÓN62
DE RESULTADOS

3.1. Análisis de las encuestas.....	63
3.2. Clasificación de pacientes.....	70
3.3. Resultados de control a pacientes.....	79
3.4. Resultados de control en los lentes.....	85
3.5. Comparación de materiales: Policarbonato vs. Trivex.....	90
3.6. Biselado en policarbonato y trivex.....	92

CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones	96
4.2. Recomendaciones	98

MATERIAL DE REFERENCIA

1. Bibliografía	99
2. Glosario	100
3. Anexos	101
4 Hoja en blanco	

TABLA DE GRÁFICOS Y CUADROS

Gráfico 1. Elipse de tscherning	6
Gráfico 2. Grado de asferidad	7
Gráfico 3. Tipos de bifocales, executive, redondo, curvado	11
Gráfico 4. Lentes trifocales	13
Gráfico 5. Zona de la lente progresiva.....	15
Gráfico 6. Anchura del campo visual según la adición.....	17
Gráfico 7. Marcaje de las lentes progresivas.....	17
Gráfico 8. Composición de un prisma	18
Gráfico 9. Ángulo de desviación de un prisma	19
Gráfico 10. Definición de dioptría prismática	19
Gráfico 11. Sistema TABO	20
Gráfico 12. Formación de imágenes a través de un prisma	20
Gráfico 13. Convergencia producida por prescripción de prismas	21
Gráfico 14. Desplazamiento de la imagen producido por un prisma	21
Gráfico 15. Representación prismática de lentes esféricas	22
Gráfico 16. Índice de refracción	25
Gráfico 17. Descomposición de la luz por medio de un Prisma.....	26
Gráfico 18.El espectro solar.....	26
Gráfico 19. Espectro del carbono.....	27
Gráfico 20. Ventajas del antireflejo	32
Gráfico 21. Aberración cromática	33
Gráfico 22. Valor “ABBE”	36
Gráfico 23. Cadenas de policarbonato	42
Gráfico 24. Cadenas de policarbonato	44
Gráfico 25. Reacción de las cadenas de policarbonato	44
Gráfico 26. Policarbonato del bisfenol A.	44
Gráfico 27. Cadenas de entrecruzamiento del policarbonato	45
Gráfico 28. Resistencia a los impactos	46
Gráfico 29. Comparación de resistencia contra impactos	51

Gráfico 30. Fuerza tensil del Trivex	52
Gráfico 31. Comparación de aberración cromática	53
Gráfico 32. Ventajas policarbonato.....	64
Gráfico 33. Ventajas Trivex	65
Gráfico 34. Desventajas policarbonato	67
Gráfico 35. Desventajas Trivex	69
Gráfico 36. Clasificación de pacientes por edades	71
Gráfico 37. Clasificación de pacientes por sexo	72
Gráfico 38. Clasificación de lentes de policarbonato	74
Gráfico 39. Tipo de lente en policarbonato	75
Gráfico 40. Tipo de lentes en Trivex	76
Gráfico 41. Clasificación de lentes policarbonato y Trivex	77
Gráfico 42. Tipo de lente en policarbonato y Trivex	78
Gráfico 43. Síntomas del paciente después de 15 días Policarbonato.....	80
Gráfico 44. Síntomas del paciente después de 15 días Trivex.....	81
Gráfico 45. Síntomas del paciente después de 2 meses Policarbonato.....	83
Gráfico 46. Síntomas del paciente después de 2 meses Trivex.....	84
Gráfico 47. Estado de los lentes 15 días Policarbonato.....	86
Gráfico 48. Estado de los lentes 15 días Trivex.....	87
Gráfico 49. Estado de los lentes 2 meses Policarbonato.....	88
Gráfico 50. Estado de los lentes 2 meses Trivex.....	89
Gráfico 51. Taller de biselado.....	92
Gráfico 52. Biseladora automática.....	92
Gráfico 53. Biseladora manual.....	93
Gráfico 54. Ranuradora.....	94
Gráfico 55. Monturas al aire y semi al aire.....	42
Gráfico 56. Perforadora.....	95

Cuadro 1. Propiedades físicas de lentes	35
Cuadro 2. Características técnicas del policarbonato	43
Cuadro 3. Características del policarbonato	47
Cuadro 4. Cuadro comparativo de los materiales para lentes oftálmicos	54
Cuadro 5. Ventajas policarbonato	63
Cuadro 6. Ventajas Trivex	65
Cuadro 7. Desventajas policarbonato	67
Cuadro 8. Desventajas Trivex	69
Cuadro 9. Clasificación de pacientes por edades	71
Cuadro 10. Clasificación de pacientes por sexo	72
Cuadro 11. Clasificación de lentes de policarbonato	73
Cuadro 12. Tipo de lente en policarbonato	74
Cuadro 13. Tipo de lentes en Trivex	75
Cuadro 14. Clasificación de lentes policarbonato y Trivex	77
Cuadro 15. Tipo de lente en policarbonato y Trivex	78
Cuadro 16. Síntomas del paciente después de 15 días Policarbonato.....	79
Cuadro 17. Síntomas del paciente después de 15 días Trivex.....	81
Cuadro 18. Síntomas del paciente después de 2 meses Policarbonato.....	82
Cuadro 19. Síntomas del paciente después de 2 meses Trivex.....	84
Cuadro 20. Estado de los lentes 15 días Policarbonato.....	85
Cuadro 21. Estado de los lentes 15 días Trivex.....	86
Cuadro 22. Estado de los lentes 2 meses Policarbonato.....	88
Cuadro 23. Estado de los lentes 2 meses Trivex.....	89

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. INTRODUCCIÓN

En nuestra ciudad existe gran cantidad de ópticas, grandes y pequeñas, que ofrecen sus servicios para corregir problemas visuales causados por los diferentes tipos de ametropías.

Para esto, ventajosamente se dispone de gran variedad de productos ópticos ofrecidos por algunas casas comerciales y por algunos laboratorios principalmente de Quito y Guayaquil que se encargan de la producción y comercialización de lentes, entre estos tenemos: Elens, Prop, Expreslab, Optec, entre otros.

Estos laboratorios ofrecen principalmente productos en cristal y CR39. Dentro de estos materiales, la variedad de lentes para visión sencilla, bifocales, progresivos, en diferentes marcas y con tratamiento antirreflejo en los dos materiales, así como el antirayas y más tratamientos bloqueadores en el caso del CR39.

Al hablar de materiales en plástico también debemos tomar en cuenta al policarbonato, que ha sido empleado también para la fabricación de lentes oftálmicas desde hace unos cuarenta años.

Otro de estos materiales es el Trivex, material nuevo que ha sido fabricado con tecnología de avanzada, que por sus características en peso, grosor, resistencia y calidad óptica, promete ser el tipo de lente del futuro.

En el presente trabajo se pretende realizar una comparación entre estos lentes “plásticos” con el objeto de determinar sus características, cualidades, ventajas y desventajas a fin de recomendar la mejor opción en bien de nuestros pacientes.

Desde 1960, se ha realizado mucha investigación y desarrollo respecto a este material y, como resultado, ahora se encuentran lentes de policarbonato no sólo por seguridad, sino también en versiones de gafas de alta calidad.

A pesar de que en nuestra ciudad no se ha difundido mucho la prescripción de estos materiales, es importante destacar sus características y hacer un estudio comparativo de ventajas y desventajas para poder recomendarlo y aumentar su difusión.

A nivel mundial es evidente el avance tecnológico en lo que se refiere a fabricación de lentes para uso oftálmico, siguiendo las peticiones de un mercado cada vez más exigente los fabricantes utilizan nuevos materiales que sean más resistentes de los ya existentes.

Younger Optics es una de las empresas líderes en la introducción de nuevos materiales para uso oftálmico, los lentes TRIVEX TRILOGY combinan una aleación de policarbonato para tratar de mejorar la calidad óptica del lente y se conoce que el 60% de personas buscan un lente que brinda claridad y nitidez y que a la vez sea muy resistente a los impactos.

A nivel del Ecuador existen empresas comercializadoras de lentes de policarbonato y aleaciones aunque no tienen mucha aceptación. Los profesionales de la salud visual no prescriben policarbonato y afines en gran cantidad por lo que el mercado de este producto pasa desapercibido, originando un retraso en propuestas innovadoras que beneficien a los pacientes con necesidades visuales. A nivel de nuestra ciudad la utilización de policarbonato no es elevada, pocos profesionales de la visión lo prescriben.

El estudio minucioso de las características ópticas y físicas de los nuevos materiales, permite aclarar sus ventajas y desventajas para que los optometristas puedan conocer en que casos recomendar y aumentar el mercado de propuestas de nuevos materiales.

En la actualidad se evidencia un aumento en la utilización de lentes oftálmicos con diversos objetivos: correctivo, cosmético, ocupacional, etc. Este aumento en el uso

de lentes oftálmicos ha motivado innovaciones en los modelos que tienen preferencia dentro de un exigente grupo de personas, lo cuál ha motivado a utilizar nuevos materiales que sea más resistentes a los impactos con la finalidad de brindar un lente más duradero. El aparecimiento del policarbonato como material oftálmico ha abierto nuevas puertas en lo que ha marketing de óptica se refiere. Las descripciones de este material como más delgado más liviano y de alta resistencia a los impactos lo han posicionado como un material de valor agregado aunque no se tomen en cuenta sus propiedades ópticas.

Los pacientes constatan los beneficios del lente pero al mismo tiempo sienten y reportan diferencias en la calidad visual que el material provee.

El presente estudio pone a consideración del profesional de la salud visual una comparación entre sus ventajas y desventajas y tratarán de concluir y recomendar que tan aconsejable sea el policarbonato y sus aleaciones como material oftálmico.

1.3.2. Tipo de lentes

En el pasado, los optometristas se sentían orgullosos de ser capaces de proporcionar a sus pacientes un cuidado completo de la visión, no solamente examinando y prescribiendo sino también supervisando personalmente la selección de monturas, haciendo el pedido a los fabricantes y comprobando los materiales, dispensando las gafas montadas y realizando posteriormente los ajustes y reparaciones necesarios.

Actualmente, si bien la gran mayoría de los optometristas ceden más la responsabilidad de la venta oftálmica a asistentes o técnicos entrenados, por la mayor cantidad de pacientes que tienen que atender, pero es necesaria su participación o asesoramiento si tomamos en cuenta el desarrollo de la tecnología en la fabricación de lentes, así como sus conocimientos para recomendar las lentes más adecuadas de acuerdo a los problemas visuales.

Todas las facultades de optometría imparten cursos de óptica oftálmica y venta, y el propósito de este capítulo no es de cubrir estas materias de forma exhaustiva. Los temas tratados son aquellos de importancia para el profesional o la persona encargada de la venta de lentes, para que esté en capacidad de escoger la mejor opción en cuanto a materiales tomando en cuenta las necesidades visuales de los pacientes.

1.3.2.1. Lentes Esféricas

“Las lentes esféricas son aquellas que han sido construidas con dos superficies esféricas. Son lentes cóncavas o convexas cuya curvatura es uniforme, pueden ser convergentes o divergentes”.¹

Las principales características de estas lentes son:

- Simetría de revolución: Son lentes generadas por radios constantes.
- Las lentes oftálmicas esféricas deben ser puntuales, es decir, libres de astigmatismo oblicuo. El astigmatismo oblicuo es una aberración óptica que induce borrosidad y distorsión de la imagen, si la eliminamos en un arco de 30° la lente es óptima para el usuario.

Este tipo de astigmatismo es aquel en que los meridianos principales están a más de 20° de los meridianos horizontales o verticales.

Para conseguir esta condición debemos aplicar las Elipses de Tscherning.

Las elipses de Tscherning son diferentes según sea el índice de refracción de la lente y la distancia de trabajo del usuario.

¹ Soraide, Eduardo. Refracción Ocular. Argentina: Primera Edición. 2002

1.3.2.3. Lentes Tóricas

La superficie tórica será aquella cuya curvatura es distinta en todos los meridianos, desde el mayor hasta el que es menor, siendo ambos perpendiculares entre sí. Es posible imaginarlo si pensamos en la cámara de un neumático: donde su parte más externa presenta un radio máximo, y la otra parte, perpendicular a ésta, presenta un radio mínimo, que define la sección de la cámara.

“Las lentes tóricas se consiguen al combinar una superficie tórica (generalmente la segunda) y la otra esférica o bien esférica. Estas lentes surgen para solucionar el problema del astigmatismo, por ello también se las denomina lentes astigmáticas.”³

Aunque la corrección del astigmatismo admite diversas geometrías, la forma habitual de corrección es la lente tórica. El usuario astigmata tiene una potencia diferente en todos los meridianos de su ojo, siendo máxima y mínima en dos meridianos principales perpendiculares entre sí.

Una lente tórica tendrá dos focos correspondientes a una potencia máxima y a una mínima. En la nomenclatura de estos focos se denomina:

- Cilindro. Es la diferencia de potencia entre ambos focos. El cilindro puede adoptar signo positivo o negativo. Será positivo si la diferencia entre los focos se hace de menor a mayor valor relativo (ej 1: de -5 a -3 : el cilindro es de $+2D$). Y será de signo negativo si vamos de mayor a menor valor relativo (ej 2: de $+5$ a $+3$: el cilindro es de $-2D$).

Se mide en dioptrías cilíndricas (DC)

- Esfera. Se considera el valor de esfera dependiendo del signo del cilindro. Si hemos calculado el cilindro en positivo, la esfera será el meridiano de menor valor relativo. Si por el contrario hemos determinado el cilindro en signo negativo, la esfera tomará el valor del meridiano de mayor valor relativo.

³ Soraide, Eduardo. Refracción Ocular. Argentina: Primera Edición. 2002

Así pues, en el ejemplo 1, la esfera tendrá el valor -5 D, mientras que en el ejemplo 2, tomará el valor $+5$ D.

Se mide en dioptrías esféricas (DE).

- Eje del astigmatismo. Es la dirección donde se sitúa el eje del cilindro. Su valor está comprendido entre 0 y 180° . El eje del cilindro, o del astigmatismo si nos referimos al ojo, nos indicará la dirección de la esfera por ser perpendicular a la potencia del cilindro.

Para producir los dos focos distintos en la lente, se talla, generalmente en la segunda cara, una superficie tórica o cilíndrica, es decir, con dos curvas diferentes.

Las lentes tóricas se pueden obtener al combinar una superficie tanto esférica como esférica con otra tórica o cilíndrica.

1.3.2.4. Formulación

En óptica se utiliza asiduamente la fórmula esfero cilíndrica para dar el valor de la graduación astigmática.

Esta fórmula tiene tres términos: “e” “c” “ α ”.

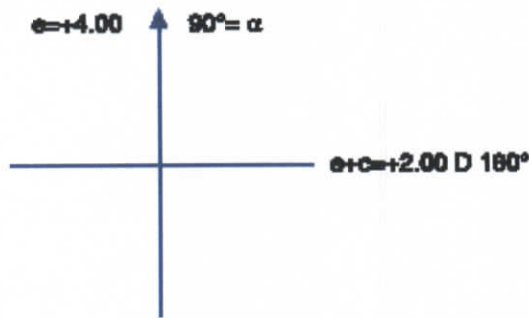
Donde llamaremos “e” a la esfera, “c” al cilindro y “ α ” al eje del astigmatismo.

Por ejemplo: $+4.00 -2.00 90^\circ$; El eje de astigmatismo está orientado a 90° , el cilindro es de -2.00 DC y la esfera de $+4.00$ D.E

Esta lente tendrá dos focos de potencias:

- $P_1 = e$ dioptrías a α grados.
- $P_2 = e + c$ dioptrías en el meridiano perpendicular ($\alpha + 90^\circ$).

Según el ejemplo anterior:



1.3.2.5. Transposición

Una graduación astigmática se puede expresar, como hemos dicho, en cilindro con signo positivo o negativo. Al resultado de pasar de una expresión a otra se llama transposición. Los pasos para transponer una expresión esfero cilíndrica son los siguientes:

1. El cilindro se mantiene en valor absoluto pero se le cambia el signo.
2. Al eje α° se le suman 90° .
3. La esfera será el resultado de sumar $c+e$.

Ejemplo: $+4.00 -2.00 90^\circ$; $+2.00 +2.00 180^\circ$

1. El cilindro de su transpuesta será $+2.00$.
2. El eje de su transpuesta será $90^\circ+90^\circ= 180^\circ$
3. La esfera de su transpuesta será $+4 + (-2)= +2.00$.

1.3.2.6. Lentes cilíndricas

La lente cilíndrica, no es más que un caso de lente tórica pero el valor del radio mayor es infinito, que genera un meridiano plano, y su radio perpendicular es curvado. Es fácil imaginarse la sección de un tubo, donde longitudinalmente es plano y su perpendicular tiene el radio de la sección del tubo.

1.3.3. Lentes Monofocales

Estas lentes son las más comunes, se caracterizan por tener una sola distancia focal, es decir, una sola graduación y pueden compensar todas las ametropías:

- La miopía: con lentes monofocales denominadas meniscos negativos. También pueden utilizarse lentes de geometría bicóncava para potencias elevadas.
- La hipermetropía: con lentes monofocales denominadas meniscos positivos.
- El astigmatismo: con lentes monofocales denominadas tóricas, que son la combinación de una superficie tórica o cilíndrica con una esférica.

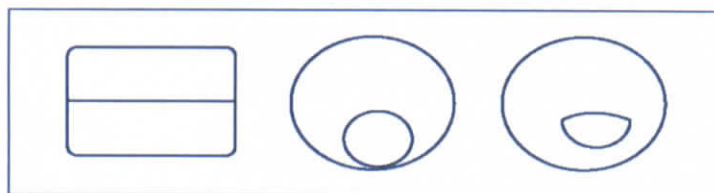
1.3.4. Lentes Multifocales

Este tipo de lentes se utilizan para corregir problemas visuales en pacientes mayores de cuarenta años (pérsbitas), que necesitan corrección para visión lejana y próxima en un solo lente. Existen diferentes tipos de multifocales.

1.3.4.1. Lentes Bifocales

El bifocal es una lente provista de una lentilla o segmento para visión cercana. Esta lente multifocal tendrá dos focos, dos graduaciones. En primer lugar, la visión lejana estará situada en la parte superior de la misma. La visión cercana, se encuentra en la pastilla o playa de cerca. La forma de esta sección es lo que diferencia los diferentes tipos de bifocales tal como apreciamos en la Figura.

Gráfico 3. Tipos de bifocales, executive, redondo, curvado



Fuente Indo Optical, 200

Elaborado por: El auto

1.3.4.1.1. Ventajas y Desventajas

Las ventajas que aporta un bifocal son:

- Capacidad de enfocar dos distancias: lejos y cerca.
- Cesa la necesidad de utilizar dos gafas.

Las principales desventajas de la lente bifocal son:

- Salto de Imagen: es debido exclusivamente al segmento y se manifiesta como una alteración en la posición de la imagen (hacia arriba) cuando el objeto está situado en el campo de la línea de separación.
- Distancias que no cubre la adición: Al tener solamente dos focos, tan sólo se verán bien enfocadas dos distancias, quedando las distancias intermedias desenfocadas o borrosas.
- Imagen de vejez: Por ser muy visible la lentilla.

1.3.4.2. Lentes Trifocales

Las lentes trifocales surgen debido a que uno de los problemas que no resuelve el bifocal es que a medida que la edad avanza surgen zonas de distancia intermedia que la adición no cubre. El problema se soluciona parcialmente añadiendo una segunda lentilla de adición intermedia.

1.3.4.2.1. Ventajas y Desventajas

Las ventajas que aporta un trifocal son:

- Capacidad de enfocar tres distancias: lejos, intermedia y cerca.
- Elimina la necesidad de utilizar tres gafas.

Las principales desventajas del trifocal son:

- Doble salto de imagen: debido a que ahora en vez de un segmento, se tienen dos.
- Imagen de vejez: por la misma razón que el bifocal.

En 1973, American Optical Corporation introdujo la lente Ultravue, una lente orgánica de CR-39 que tiene un «segmento» de cerca con un ancho de 25 mm. En los últimos años, se ha introducido un gran número de lentes con adición progresiva.

Las principales ventajas del progresivo son:

- Elimina los problemas del bifocal y trifocal al no presentar los saltos de imagen y poder enfocar a cualquier distancia requerida.
- Utilización de una sola gafa para todo uso, es decir, el paciente no necesita utilizar dos pares de lentes, para lejos y para cerca.
- Permite una visión nítida para todas las distancias, al tener una cantidad de focos infinita.
- No dan imagen de vejez: al contrario que el bifocal y trifocal, la constancia de la necesidad de una adición ya no es evidente.

La principal desventaja es:

- Debido a sus características especiales necesita un periodo de adaptación.

Las lentes de adición progresiva pueden ser de diseño duro o blando según la longitud del pasillo progresivo y su efecto sobre el astigmatismo no deseado.

1.3.4.3.1. Diseños duros

Una lente de diseño duro tiene un pasillo progresivo corto, con áreas de lejos y de lectura relativamente grande que están libres de astigmatismo no deseado, con el astigmatismo concentrado en regiones relativamente pequeñas de la lente adyacentes al pasillo progresivo y al área de lectura. Con este diseño, se proporcionan áreas para la visión de lejos y de lectura más grandes, a expensas de grados relativamente elevados de astigmatismo, que pueden producir visión borrosa y distorsión espacial al mirar por estas zonas.

1.3.4.3.2. Diseños blandos

Una lente de diseño blando tiene un pasillo progresivo largo, con áreas sin astigmatismo de visión lejana y de lectura relativamente pequeñas, y grados de astigmatismo

- Meridiano Principal: es la línea que define la intersección del plano de la lente con la “línea de mirada”, al pasar verticalmente de la zona de lejos a la de cerca considerando la convergencia de los ejes visuales.
- Zona de Lejos: Área superior, apropiada para la visión de lejos.
- Zona Intermedia o Pasillo: Zona de transición entre la zona de lejos y la de cerca. Apta para distancias intermedias.
- Zona de Cerca: Zona inferior, apta para visión de cerca.
- Zonas Marginales: Zonas laterales donde surgen ciertas aberraciones ópticas, no aptas para la visión foveal, pero perfectamente útiles para la visión periférica.

1.3.4.3.4. Teorema de Minkwitz

En forma simplificada dice lo siguiente:

“El valor del astigmatismo en dirección perpendicular al meridiano principal crece el doble de rápido de lo que lo hace la potencia”.⁵

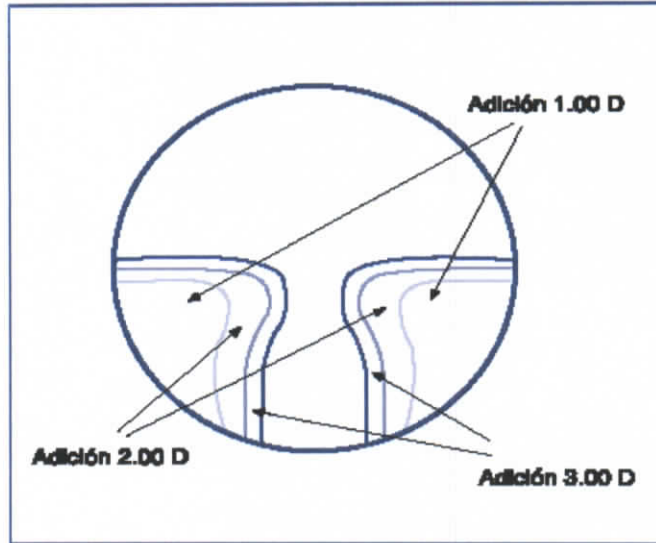
La lente progresiva es, por tanto, un delicado compromiso entre factores contradictorios.

Debido al teorema de Minkwitz, los campos visuales cambian, para un mismo modelo de progresivo, según la adición. En este sentido, adiciones menores tendrán un campo visual sensiblemente mayor que adiciones más fuertes.

⁵ Bowen, Tom. Revista Franja Visual. Colombia Bogotá: Edición 34. 1997

1.3.4.3.5. Marcaje

Gráfico 6. Anchura del campo visual según la adición

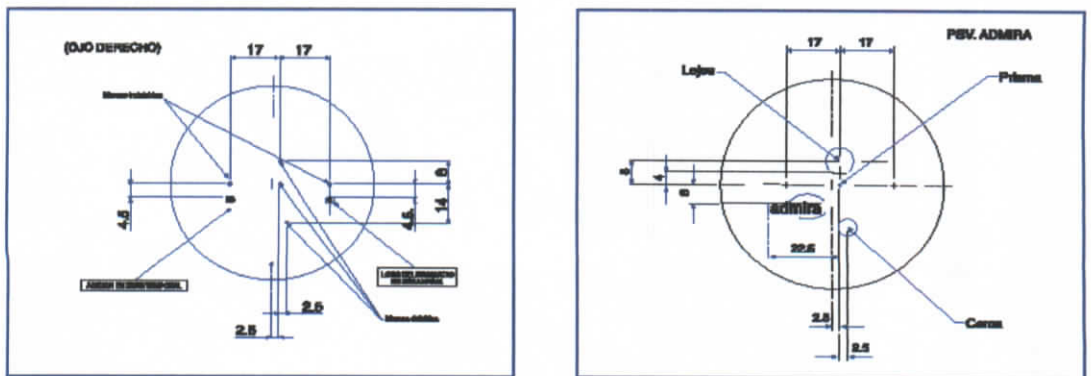


Fuente: Indo Optical, 2005

Elaborado por: El autor

Las lentes progresivas están marcadas mediante unos puntos de referencia que permiten al óptico centrar la lente y realizar el montaje.

Gráfico 7. Marcaje de las lentes progresivas



Fuente: Indo Optical, 2005

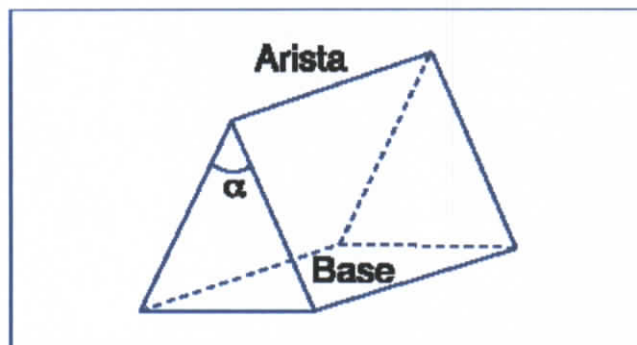
Elaborado por: El autor

1.3.5. Prismas oftálmicos

1.3.5.1. Principios Básicos

“Un prisma es todo cuerpo transparente limitado por dos dióptrios planos no paralelos. El ángulo que forman estos dos dióptrios se denomina ángulo apical (α), y la intersección entre las dos caras del prisma se denomina arista. La base del prisma será el lado opuesto y paralelo a la arista.”⁶

Gráfico 8. Composición de un prisma



Fuente: Indo Optical, 2005

Elaborado por: El autor

Cuando un rayo de luz incide sobre un prisma se refracta dos veces según la ley de la refracción. Si el prisma está inmerso en aire, el rayo se desvía en dirección a la base del prisma.

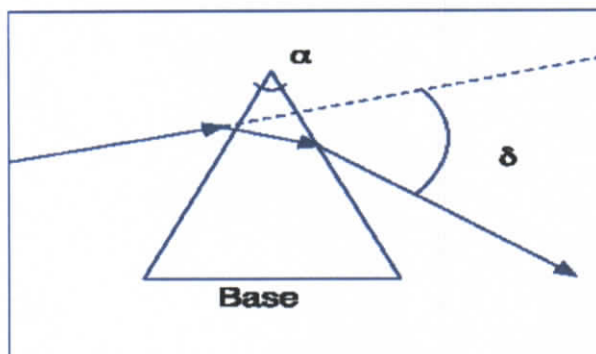
El ángulo de desviación es la inclinación del rayo emergente (sale del prisma) respecto al incidente (entra en el prisma).

Los prismas de aplicación visual se llaman prismas oftálmicos y poseen un ángulo apical (α) menor a 10° .

La cantidad de desviación del prisma oftálmico depende tanto del ángulo apical como del índice de refracción del prisma.

⁶ Soraide, Eduardo. Refracción Ocular. Argentina: Primera Edición. 2002

Gráfico 9. Ángulo de desviación de un prisma



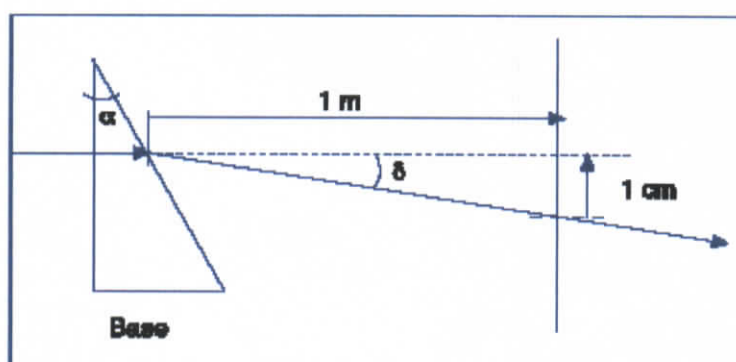
Fuente: Indo Optical, 2005

Elaborado por: El autor

La potencia de los prismas oftálmicos es la capacidad de desviar la luz. La unidad de esta magnitud es la dioptría prismática.

C.F. Prentice en 1888 definió la dioptría prismática como la capacidad de desviar la luz 1 cm en una pantalla situada a 1 m.

Gráfico 10. Definición de dioptría prismática



Fuente: Indo Optical, 2005

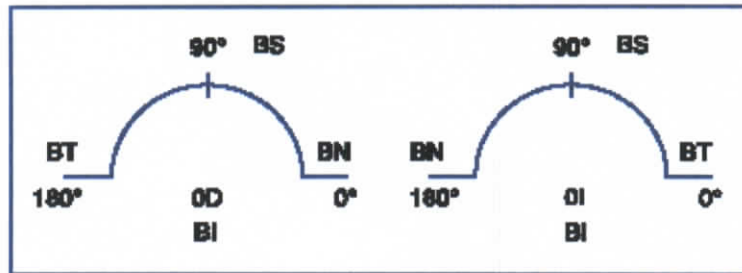
Elaborado por: El autor

La base de un prisma puede situarse en distintas direcciones del espacio para conseguir la desviación deseada. Las cuatro direcciones elementales son:

- Horizontal: Base Temporal (BT, hacia fuera) y Base Nasal (BN, hacia dentro).
- Vertical: Base Superior (BS) y Base Inferior (BI).

En óptica oftálmica para expresar la base del prisma lo haremos atendiendo al sistema TABO:

Gráfico 11. Sistema TABO



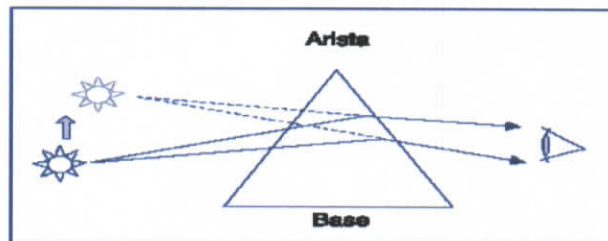
Fuente: Indo Optical, 2005

Elaborado por: El autor

1.3.5.2. Visión a través de un Prisma

“Un prisma desplaza los objetos hacia la arista. El rayo que emerge (sale) del prisma siempre se dirige hacia la base”.⁷

Gráfico 12. Formación de imágenes a través de un prisma



Fuente: Indo Optical, 2005

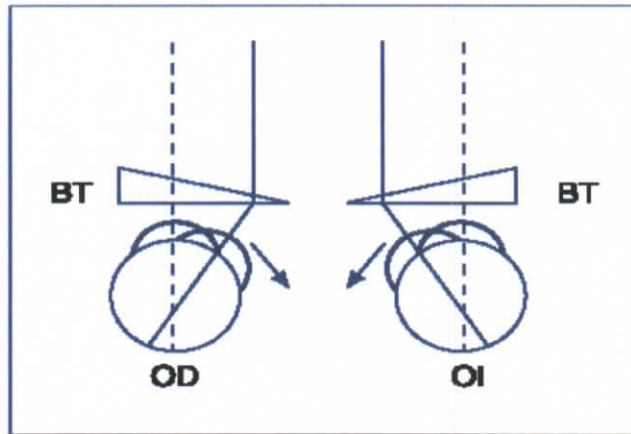
Elaborado por: El autor

En óptica oftálmica se usan los prismas frente a los ojos para variar la alineación relativa de los ejes visuales de un ojo respecto a otro. Las dos finalidades principales de la aplicación visual de los prismas son:

⁷ Soraide, Eduardo. Refracción Ocular. Argentina: Primera Edición. 2002

- Provocan la rotación del ojo hacia la arista del prisma para conseguir modificar hacia la arista la trayectoria del eje visual respecto su posición habitual. Los prismas con Base Temporal provocan que los ojos converjan.

Gráfico 13. Convergencia producida por prescripción de prismas

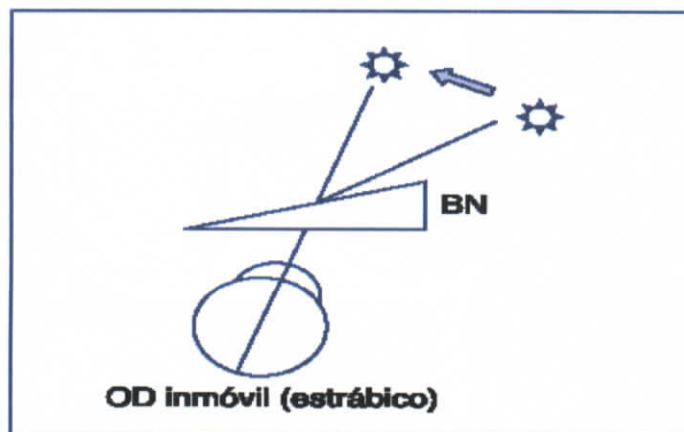


Fuente: Indo Optical, 2005

Elaborado por: El autor

- Desplazan las imágenes de los objetos a una posición tal que pueda ser observada cómodamente por el usuario. Por ejemplo, para un ojo estrábico que no tiene motricidad suficiente para enfocar los objetos.

Gráfico 14. Desplazamiento de la imagen producido por un prisma



Fuente: Indo Optical, 2005

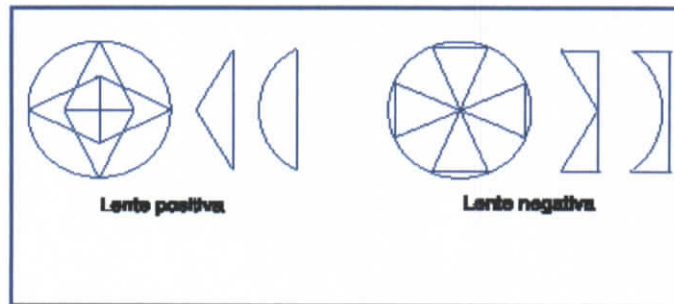
Elaborado por: El autor

1.3.5.3. Representación Prismática de Lentes Esféricas

En el centro óptico de una lente positiva o negativa el efecto prismático es nulo. Para cualquier otro punto, las lentes oftálmicas se comportan como un prisma, es decir, si, al montar las lentes, el eje visual del observador no pasa por el centro óptico se estará induciendo un efecto prismático que será mayor cuanto más alejado del centro óptico.

Una lente positiva se comporta, en cuanto a efectos prismáticos, como infinitos prismas unidos por sus bases. En cambio, una lente negativa se representa como infinitos prismas unidos por sus aristas.

Gráfico 15. Representación prismática de lentes esféricas



Fuente: Indo Optical, 2005

Elaborado por: El autor

“La ley de Prentice nos da la relación para encontrar el efecto prismático producido al observar por cualquier punto de la lente distinta al centro óptico.”⁸

La determinación de la base dependerá si la lente es positiva o negativa. Para deducirla es muy práctico imaginarse la lente según la representación, e imaginarnos por dónde pasa el eje visual.

⁸ Indo Optical 2005

1.3.5.4. Prismas de Fresnel

Los prismas de Fresnel son una alternativa para solucionar el problema que presentan las elevadas prescripciones prismáticas, puesto que reducen el espesor y el peso de la lente.

Los prismas de Fresnel son un conjunto de pequeños prismas con el mismo ángulo apical (α) e igual espesor en la base.

El resultado es una lente prismática con el mismo ángulo apical pero con un espesor muy reducido.

1.3.6. Especificación de la potencia

La potencia de una lente oftálmica puede especificarse en términos de potencia aproximada, potencia de vértice posterior o potencia de vértice frontal. La potencia aproximada de una lente se determina simplemente adicionando las potencias refractantes de las superficies anterior y posterior de la lente, ignorando el efecto del espesor de la lente sobre la potencia. Por ejemplo, una lente que tiene una potencia en su superficie frontal de 6 D y una potencia en su superficie posterior de -5 D, obviamente tiene una potencia aproximada de 1 D. Cuando se utiliza un esferómetro para determinar la potencia de una lente, ésta se especifica en términos de potencia aproximada. Para lentes de baja potencia, el error resultante de emplear la potencia aproximada es insignificante, pero para lentes de elevada potencia (especialmente lentes positivas), el error es tan grande que no puede ignorarse.

Debe comprenderse que los esferómetros están calibrados para el índice de refracción del vidrio oftálmico crown y, por lo tanto, pueden utilizarse con lentes orgánicas o lentes fabricadas con vidrio de elevado índice de refracción sólo si se emplea un factor de corrección.

1.3.6.1. Potencia efectiva

La potencia efectiva de una lente correctora varía con la distancia de la lente desde la córnea y viene dada por la fórmula:

$$F$$
$$1 -dF$$

En fórmula anotada anteriormente, d es la distancia en metros a través de la cual se desplaza la lente.

Esta es positiva si la lente se desplaza a la derecha y negativa si se desplaza hacia la izquierda (con la luz yendo de izquierda a derecha).

1.3.6.2. Potencia efectiva en visión de cerca

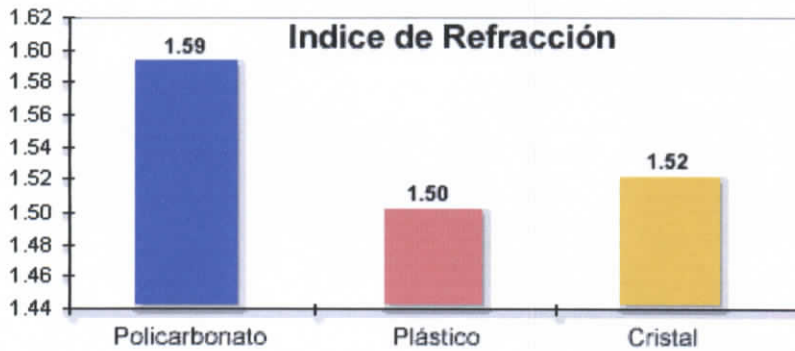
Dado que las lentes oftálmicas se emplean a varios milímetros delante de los ojos, el hipermetrope que emplea gafas debe hacer uso de mayor acomodación que la que requieren el emétrope o el miope a una distancia de lectura determinada. Long (1976) ha demostrado que, para una distancia de lectura de 33 cm, un hipermetrope de 8 D debe acomodar aproximadamente 0,75 D más que un emétrope y que un emétrope debe acomodar aproximadamente 0,75 D más que un miope de 8 D. Esto significa que un hipermetrope de potencia elevada requeriría lentes de lectura o adición para cerca a una edad menor que un miope de potencia elevada. Sin embargo, Long ha observado que, dado que los miopes suelen leer a una distancia relativamente corta, a menudo precisan gafas monofocales o bifocales para la visión de cerca a la misma edad e incluso un poco antes que un hipermetrope de la misma potencia.

Las diferencias en potencia efectiva alcanzan su grado más extremo cuando un paciente cambia de gafas a lentes de contacto o viceversa. Esto se aplica a ambas distancias, para lejos y para cerca.

1.3.7. Índice de refracción

“El índice de refracción expresa la relación entre la velocidad de la luz de una frecuencia dada en el aire y la velocidad de la luz de la misma frecuencia en un medio de refracción dado. En el Reino Unido y los Estados Unidos, el índice de refracción se mide actualmente en la línea D del helio (longitud de onda 587,56 nm), mientras que en Europa continental es medida en la línea E del mercurio (longitud de onda 546,07 nm). Ambos índices, n_d y n_e , se indican en el cuadro para facilitar la identificación.”⁹

Gráfico 16. Índice de refracción



Fuente: Biblioteca de consulta Encarta 2007

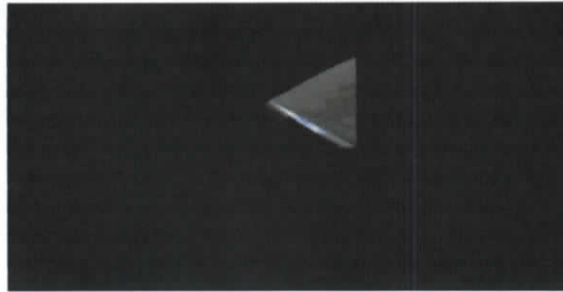
Elaborado por: El autor

1.3.8. Descomposición de la luz

Descartes explicó la formación del arco iris y años más tarde Newton estudió la luz y logró descomponerla en los colores de su espectro por medio de un prisma - año 1666

⁹ Revista Ante Ojos, franjapublicaciones vol. 2, 2002.

Gráfico 17. Descomposición de la luz por medio de un prisma



Fuente: Franja Visual

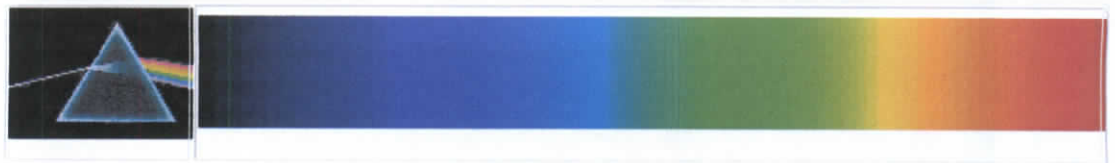
Elaborado por: El autor

Newton sabía muy poco sobre la naturaleza de la luz, no sabía que era una onda y menos aún que era una onda electromagnética. Creía que estaba formada por corpúsculos, pero consiguió descomponerla en sus colores espectrales. Hoy sabemos que la luz es a la vez partícula y onda.

Los seres humanos (y algunos animales) apreciamos una amplia gama de colores que, por lo general, se deben a la mezcla de radiaciones (luces) de diferentes longitudes de onda. El color de la luz con una única longitud de onda o una banda estrecha de ellas se conoce como color puro.

Al hacer pasar la luz por un prisma de cristal, las distintas longitudes de onda que componen el haz de luz viajan dentro de él a diferente velocidad y se curvan de manera diferente al entrar y al salir (doble refracción al cambiar de medio) dando como resultado un haz desviado de la dirección inicial y con sus componentes separados.

Gráfico 18: El espectro solar



Fuente: Encarta 2006

Elaborado por: El autor

Cada uno de los diferentes rayos de luz atraviesa el cristal con distinta velocidad y la velocidad media de la luz dentro del prisma es menor que en el vacío. La luz es una onda con un campo eléctrico oscilante que interfiere con las partículas cargadas que hay en la materia.

Las radiaciones visibles están comprendidas entre las siguientes longitudes de onda: desde 350 nm (nanómetros) para el color violeta hasta 750 nm para el rojo.

Con ayuda de un prisma podemos analizar la luz blanca y los colores emitidos por los diferentes elementos: Na, C, He, etc. Podemos identificar y distinguir el elemento por los colores que emiten. Cada elemento tiene unos niveles energéticos permitidos por los que circulan los electrones. Los saltos entre estos niveles son los que dan los tipos de radiaciones -los colores- que lo identifican. Cada elemento tiene un espectro característico.

A continuación vemos las rayas de color emitidas por el carbono (el espectro del C):

Gráfico 19: Espectro del carbono



Fuente: Encarta 2006

Elaborado por: El autor

1.3.8.1. Descomposición de la luz blanca

La luz blanca se descompone en estos colores principales:

- Rojo. Es el color que sufre la menor desviación.
- Anaranjado.
- Amarillo.
- Verde.
- Azul.
- Índigo.
- Violeta. Es el color que más se desvía de todos.

1.3.8.2. Fotoftalmía

La radiación UV absorbida por las estructuras del segmento anterior del ojo (conjuntiva, córnea, humor acuoso e iris) puede ejercer efectos adversos sobre ellas. Los efectos subjetivos de la fotoftalmía incluyen la fotofobia y el picor ocular como resultado de una queratoconjuntivitis. Es muy probable que se produzca la exposición si la radiación UV se refleja en el ojo mediante superficies que se encuentran a un nivel inferior a la posición de la mirada, como la nieve, el mar, la arena o el hormigón. Por lo tanto, la radiación UV es un problema para esquiadores (debido a la nieve y el agua), pescadores, excursionistas y otras personas que pasan mucho tiempo al aire libre.

La condición conocida como ceguera por nieve es realmente debida a dos condiciones: a) la querato-conjuntivitis ya descrita previamente y b) un problema perceptivo debido a la falta casi total de bordes en el ambiente visual. En la vida cotidiana, «vemos» los objetos debido a los bordes de contraste de brillo y a color. Stefansson, un explorador del Ártico, describió con cierto detalle los problemas experimentados al intentar ver los objetos en el ambiente incoloro y sin bordes del Polo Norte. La incapacidad para apreciar cambios en el terreno (incluso abrupto) constituye una forma de ceguera que se complica por la presencia de fotofobia y picor ocular debidos a la querato-conjuntivitis.

1.3.8.3. Cataratas

“En los últimos años, se han acumulado con rapidez pruebas del papel que desempeña la radiación UV-B en el origen de las cataratas. Se ha observado que tanto los pigmentos que absorben la radiación UV en el cristalino como la fluorescencia de este último aumentan con la edad, y se ha postulado que estos cambios son responsables de la formación de cataratas seniles.”¹⁰

En un estudio epidemiológico realizado con 838 pescadores de la bahía Chesapeake, Taylor et al. (1988) observaron que la alta exposición acumulativa a la radiación UV-B aumentaba considerablemente el riesgo de cataratas nucleares. La exposición acumulativa fue calculada a partir de la exposición anual a la radiación

¹⁰ Soraide, Eduardo. Refracción Ocular. Argentina: Primera Edición. 2002

UV de cada sujeto cada año de su vida a partir de los 15 años de edad. En el momento en que se recopilaron los datos, la edad media de los sujetos era de 53 años. De los 838 sujetos, el 13 % tenía cataratas corticales, el 27 % cataratas nucleares y el 2 % cataratas subcapsulares. Taylor et al. Concluyeron que un sombrero de ala y gafas solares adaptadas muy cerca del ojo con lentes de absorción de UV-B deberían emplearse en los momentos de máxima exposición a la luz solar.

1.3.8.4. Daño retiniano

Como ya se indicó, en el ojo adulto la retina está protegida contra gran parte de la radiación UV debido a su absorción por el cristalino. Sin embargo, es posible que la exposición repetida a la radiación UV en la niñez y adolescencia pueda conducir a un cierto grado de lesión debido a un efecto acumulativo lento. El ojo afáquico es especialmente vulnerable a la radiación UV debido a la pérdida de los efectos de filtro del cristalino. El edema macular quístico es una complicación conocida después de la cirugía de cataratas, y es posible que sea causada por un aumento de la radiación UV-A que alcanza la retina.

Young (1993) cita un número considerable de estudios que indican que la radiación UV puede producir daños en la retina. En uno de estos estudios, los pacientes que utilizaban habitualmente gafas de sol mostraban menos daños relacionados con la edad en los conos retinianos. En otro trabajo, individuos pseudofacos que utilizaban lentes intraoculares que absorbían radiación UV en un ojo pero no en el otro sufrieron una disminución en la sensibilidad de los conos sensibles a longitudes de onda corta en el ojo sin protección.

Finalmente, en otro estudio, se constató una disminución en la degeneración macular relacionada con la edad en pacientes que habían utilizado gafas desde la niñez, aparentemente debido a la reducida exposición ocular a la radiación UV durante los primeros 25 años de vida.

1.3.8.5. Radiación infrarroja

El ojo es susceptible de sufrir lesiones si se expone al calor mediante una radiación en el rango de 800 a 1.300 nm. Según la naturaleza de la fuente de radiación, el daño puede producirse bien en la retina bien en el cristalino.

La radiación infrarroja de una fuente puntual, como el sol, se concentrará sobre la retina y puede producir una quemadura retiniana. Esta es la conocida quemadura de la retina por eclipse, o fotorretinitis. Si la radiación procede de una fuente extensa, como unos altos hornos, quedará concentrada en el punto nodal del ojo y puede coagular las proteínas del cristalino, provocando la denominada catarata del vidriero. En esta situación, el iris también absorbe una cantidad considerable de calor y lo transmite al cristalino.

1.3.9. Tratamiento antireflejo

1.3.9.1. Concepto

“Un revestimiento antireflejo (AR) es una película delgada y dura que se coloca sobre los lentes, bloqueando los reflejos de luz que se generan sobre la superficie y exterior de la lente.”¹¹

1.3.9.2. Beneficios

Hay tres razones fundamentales por las cuales se debe usar lentes con antireflejo:

El primer beneficio es la seguridad.- Si una persona con anteojos va en su automóvil y sus lentes no cuentan con este tratamiento, puede estar en grave peligro. Cualquier deslumbramiento del sol en el parabrisas del coche o la carretera, o el destello de las luces de las calles y de los vehículos en horas de la noche, serían fatales y pueden ocasionar un accidente. Mientras que los lentes con antireflejo disminuyen ese deslumbramiento.

El segundo beneficio es totalmente estético. El antireflejo ayuda a que las personas con anteojos luzcan mejor no sólo en su apariencia personal sino ante los ojos de los demás. Permite que otras personas y objetos no se reflejen en su mirada y que las luces no se proyecten sobre los lentes.

¹¹ www.opulens.com.or/Default.aspx.

El tercer beneficio, y sobre el que más enfatizan los optometristas, es en la claridad que logra la visión gracias a este tratamiento.

En conclusión, el tratamiento antirreflejo reduce significativamente la fatiga visual y quien lo use, de inmediato notará la diferencia.

Una lente con un buen revestimiento anti-reflectivo, refleja aproximadamente sólo el 8% de la luz que llega, y cuanto menos reflexión haya, mayor cantidad de luz es transmitida a los ojos, lográndose una mejor visión.

El revestimiento antirreflejo consiste en aplicar varias capas ultra finas al lente en condiciones de alto vacío.

Las propiedades físicas del revestimiento antirreflejo, fueron diseñadas para que los distintos componentes de luz reflejados, se cancelen o anulen entre ellos. Cuanto más alta es la calidad del revestimiento mejor se cumplirá este efecto.

1.3.9.2.1. Sentirse mejor en el trabajo

Largas horas delante de la computadora y/o en un entorno de luz fluorescente cansan excesivamente la vista. Estudios clínicos demuestran que los lentes con tratamiento anti reflejo, reducen significativamente la fatiga causada por los reflejos de la luz en estas condiciones.

1.3.9.2.2. Sentirse mejor durante el manejo nocturno

Con lentes comunes, las luces de los otros vehículos, así como las luces de las calles, crean dobles imágenes que perturban y distraen la vista.

Gráfico 20. Ventajas del antirreflejo



Sin antirreflejo



Con antirreflejo

Fuente: Revista Franja Visual
Elaborado por: El autor

No solamente uno se siente mejor sino que además aumenta la seguridad en el manejo nocturno.

1.3.10. Aberraciones

Cualquier lente o sistema óptico está sujeto a las aberraciones siguientes: aberración cromática, aberración esférica, efecto prismático inducido por el segmento y el coma,. La aberración cromática se produce siempre que incide sobre la lente luz de más de una longitud de onda, y es una propiedad del material con que se fabrica la lente. Las aberraciones restantes a menudo se conocen con el nombre de aberraciones monocromáticas y no se deben al material sino a la forma de la lente.

1.3.10.1. Aberración Cromática

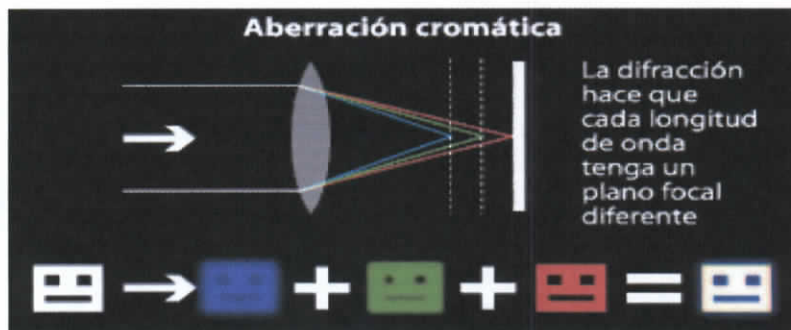
Para cualquier medio óptico, el índice de refracción varía con la longitud de onda de la luz incidente. La aberración cromática axial de una lente oftálmica es tan pequeña que tiene pocas consecuencias. La aberración cromática transversal es de mayor importancia, ya que puede producir al usuario de una lente oftálmica de potencia relativamente elevada la percepción de flecos coloreados cuando mire a través del borde de la lente. Sin embargo, no existe ningún material que pueda eliminar la aberración cromática transversal. Las cámaras y otros instrumentos emplean lentes compuestas con este propósito, pero éstas no son prácticas como lentes oftálmicas

La aberración cromática axial se expresa como la diferencia dióptrica entre los focos rojo y azul para la luz blanca a lo largo del eje óptico de la lente. Presenta pocos problemas en lentes fabricadas con vidrio crown oftálmico, tanto monofocales como bifocales, debido a que se suma o resta de la aberración cromática axial del ojo. Aunque se utilice vidrio flint, la aberración cromática axial puede ignorarse con seguridad.

La aberración cromática transversal es un problema importante para los usuarios de lentes tanto monofocales como bifocales, debido a la producción de franjas coloreadas cuando se mira a través de un punto en la lente a cierta distancia del polo de ésta. La aberración cromática transversal varía directamente con la potencia de la lente y la distancia desde el polo de ésta hasta el punto en cuestión, y varía inversamente con el valor de la lente.

El ojo humano no es capaz de enfocar al mismo tiempo en las tres zonas del espectro en las que se hayan los picos de absorción óptima de los pigmentos fotosensibles de los tres tipos de conos, ya que la refracción en la cornea y el cristalino es mayor para las longitudes de onda corta que para las largas.

Gráfico 21. Aberración cromática



Fuente: Laboratorio PROP

Elaborado por: El autor

Por eso se dice que el ojo no posee corrección para las aberraciones cromáticas. Las longitudes de onda de los picos óptimos de sensibilidad de los conos medios y largos están muy próximas, por lo que el enfoque óptimo del cristalino sobre la retina se halla en los 560 nm de longitud de onda.

Como los conos sensibles a las longitudes de onda más cortas (conos-S) reciben una imagen levemente borrosa, no hace falta que tengan la misma capacidad de resolución espacial que deben tener los otros dos grupos de conos (medios y largos).

1.3.10.2. El valor ABBE

Con cierta frecuencia las especificaciones de los lentes hacen referencia a un valor Abbe, especialmente las casas alemanas como Zeiss. Otras utilizan este valor para denominar el lente como ocurre con la casa Essilor con su lente Fit 40, en el cual 40 representa el valor Abbe de un material de alto índice de refracción (1,702). Sin embargo, esta información ha sido poco divulgada, tanto que muchos profesionales no tienen idea acerca del Valor Abbe.

“El Valor Abbe, fue adjudicado por el apellido de la persona que planteó por primera vez este concepto. Hacia el siglo XIX, el físico alemán Ernst Abbe desarrolló el concepto de la dispersión y descomposición de la luz blanca al atravesar un medio refringente, concepto que planteó como teoría matemática y revolucionó la fabricación de lentes y microscopios.”¹²

Abbe fue socio de Carl Zeiss en la empresa del mismo nombre, fundada en Alemania. El valor Abbe, entonces, se puede definir como el índice que representa la descomposición y la dispersión de la luz blanca en diversos colores especialmente en los del espectro visible. Eso corresponde de cierta forma a la conocida aberración cromática. Cada material usado en la fabricación de lentes tiene su valor Abbe, o sea la cantidad de aberración cromática que él mismo produce, también ligado a la cantidad óptica del lente.

La llegada al mercado de innumerable materia prima usada en la fabricación de lentes oftálmicos y la necesidad de conocerla mejor, despierta la curiosidad de saber cual es el material que produce menor aberración cromática.

Es necesario saber que una mayor aberración cromática influye negativamente en la calidad de la imagen producida. Esta diferencia de calidad no es tan grande, tanto

¹² Días, Ney. Revista Franja Visual. Colombia Bogotá: Edición 34. 1997

que ópticos y muchas veces el propio paciente no se da cuenta; es algo que puede pasar por alto, pero que no deja de ser importante.

El raciocinio es el siguiente: cuanto menor es el valor Abbe mayor es la aberración cromática del lente y cuanto mayor es el valor Abbe, menor es la descomposición de la luz blanca. Igualmente, hay números referentes a algunos lentes disponibles en el mercado.

Cuadro 1. Propiedades físicas de lentes

LENTE	MATERIAL	INDICE DE REFRACCIÓN	VALOR ABBE
FAST CAST(Magic Lens)	Resina	1,51	59
CROWN	Cristal	1,523	58,6
ESPACE PLUS	Resina	1,502	58
CLARET HIPAL	Resina	1,501	58
ULTRAX	Resina	1,499	58
HOYA LUX	Resina	1,499	58
MARRIX XL	Resina	1,499	58
DENSET BARIUM CROWN	Cristal	1,615	54,7
MIOLITE	Resina	1,562	40
HIPERLITE AR	Resina	1,562	40
HIPERLITE	Resina	1,562	40
TITAL 1,7	Cristal	1,706	39,3
HIPERAL ORMEX	Resina	1,561	37
MIOPERAL	Resina	1,561	36
CLARET 1,6 AS	Resina	1,6	37
LANTAL 1,8	Cristal	1,8	35,4
DENSE FLINT	Cristal	1,66	32,4
HIPERVIEW	Resina	1,66	32
LANTAL 1,9	Cristal	1,89	30,3

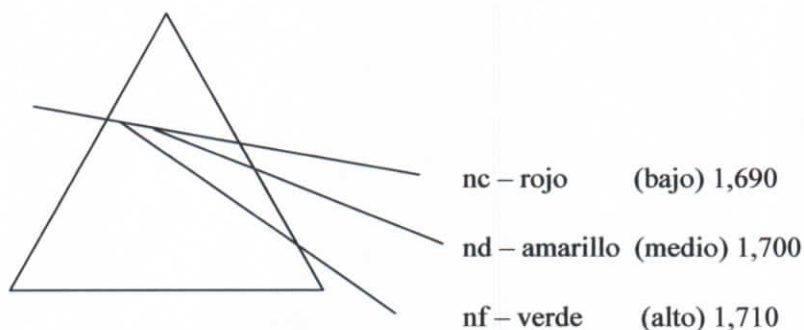
Fuente: Revista Franja Visual

Elaborado por: El autor

Los aquí citados son responsabilidad de sus fabricantes, son parte de sus catálogos. Esta información es suministrada por los representantes de las empresas.

Con base en los números obtenidos, por lo general, los materiales que menos presentan aberración cromática son los de más bajo índice de refracción y los que más tienen dispersión de luz blanca son los de más alto índice de refracción.

Gráfico 22. Valor ABBE



$$\text{Valor ABBE} = \frac{nd - 1}{nf - nc}$$

Fuente: Revista Franja Visual

Elaborado por: El autor

En la figura se representa la fórmula para calcular el valor Abbe.

“Cuanto mayor sea el Valor ABBE, menor la aberración cromática de los lentes”.¹³

Un color refractado amarillo (nd), representa el índice de refracción nominal del material. El color rojo (nc), representa un rayo de luz que sufre menor refracción y el color verde (nf) el que mayor refracción sufre.

Se puede concluir entonces que cuanto es mayor la distancia entre los extremos rojo y verde, mayor será la dispersión de luz blanca y consecuentemente la aberración cromática.

¹³ Días, Ney. Revista Franja Visual. Colombia Bogotá: Edición 34. 1997

1.3.10.3. Valor ABBE y como afecta al paciente

El valor Abbe es un indicador de la dispersión cromática que tiene la luz al pasar por cada uno de los materiales ópticos. Un valor Abbe mayor a 42 se considera bueno y cuando es menor a este valor y si el paciente requiere de prescripciones altas o ve fuera del centro óptico, puede notar un halo de color alrededor de las luces o iluminaciones, que pueden causarle molestias que van desde ligeras a moderadas dependiendo la sensibilidad del paciente.

El Policarbonato tiene un valor Abbe 29 bajo, al igual que muchos cristales alto índice (1.80), mientras que los lentes trivex poseen un valor Abbe 43.

1.3.10.4. Aberración esférica

La aberración esférica es un problema solamente en sistemas ópticos de gran apertura; el problema es mínimo en lentes oftálmicas, ya que la pupila del ojo sólo permite la entrada de un haz de rayos relativamente pequeño. Bechtold (1958) ha demostrado que, para una lente plano cóncava de -20 D, la aberración esférica (esto es, la diferencia de focos entre los rayos paraxiales y los periféricos) es solamente de 0,21 D para una pupila de 5 mm de diámetro.

1.3.11. Efecto prismático inducido por el segmento

Siempre que un usuario de lentes monofocales gire los ojos hacia abajo para leer experimentará un efecto prismático.

Por ejemplo, si se trata de un hipermetrope de 3 D que lee a un nivel de 10 mm por debajo del polo de la lente de 3 D, durante la lectura experimentará un efecto prismático de 3 de base superior.

Cuando se utilicen lentes bifocales, el efecto prismático cambiará. Sí al hipermetrope de 3 D se le proporciona una adición de 2 D en forma de bifocal executive, y si el nivel de lectura está 5 mm por debajo de la parte superior del segmento, ¿cómo altera el segmento el efecto prismático? Recordando que el polo del segmento de una lente

bifocal executive se encuentra en la línea de separación, el efecto prismático inducido por el segmento en el nivel de lectura será de 1 A de base superior:

Por supuesto, este valor deberá sumarse al efecto prismático inducido por la lente para visión lejana.

Como se demuestra en este ejemplo, el efecto prismático inducido al nivel de la lectura por el segmento es igual a la potencia de la adición del bifocal multiplicado por la distancia desde el polo del segmento al nivel de la lectura. Se deduce que, si el polo del segmento se encuentra en el nivel de la lectura, el segmento no inducirá efecto prismático. Esta condición se cumple con una bifocal cuya parte superior es rectilínea si la línea de separación está 5 mm por debajo del polo de la lente de lejos, el polo del segmento está 5 mm por debajo de la línea de separación de la bifocal, y el nivel de lectura se encuentra 10 mm por debajo del polo de la lente de lejos.

1.3.12. El Coma

El coma, al igual que la aberración esférica, requiere una gran apertura, de forma que tiene poca importancia en las lentes oftálmicas. Los rayos procedentes de un punto extra axial se enfocan mediante distintas zonas de la lente, de tal forma que la imagen resultante tiene la forma de un cometa. Para una lente monofocal, esta aberración es mínima si la aberración esférica es también mínima. Cuando existe coma, la colocación de una pequeña apertura detrás de la lente eliminará esta aberración. Sin embargo, puede existir astigmatismo oblicuo (astigmatismo debido a la incidencia oblicua de la luz sobre la lente).

1.3.13. Diseño de lentes

La última década ha visto muchos cambios en el mercado de la óptica a nivel mundial. Antes solo existían el cristal y el plástico como materiales de elección, actualmente existen una variedad de opciones a nuestro alcance que están cambiando la forma en que recetamos a nuestros pacientes.

Hoy en día existen varias lentes plásticas de alto índice disponibles en el mercado, estos productos satisfacen el deseo de tener lentes livianos y delgados. A su vez hemos podido percibir un crecimiento significativo del policarbonato, un material conocido por ser liviano, delgado y confiable por su resistencia contra impactos.

Aun con todas las opciones disponibles hoy en día, los fabricantes de lentes están en continuo desafío para desarrollar un material que brinde el mejor y más amplio desempeño en el mundo de la óptica, para asegurar la función principal de toda lente al grado más alto “la mejor visión posible”.

Un segundo atributo importante en un par de lentes, es que éste provea al usuario el máximo confort. De hecho esto puede ser igual de importante para el usuario que para la calidad óptica de la lente.

Hablando de la resistencia a los impactos, la protección se está volviendo cada día más importante para los usuarios. No solo es importante proteger la inversión del paciente al comprar un par de lentes, pero a su vez es igual de importante, que los lentes provean al usuario, protección ocular.

Las lentes oftálmicas suelen estar disponibles en una amplia variedad de materiales. Durante muchos años, todas las lentes oftálmicas eran fabricadas con vidrio crown oftálmico, que tiene un índice de refracción de 1,523. El primer material de elevado índice de refracción que se utilizó fue el vidrio flint, para uso en segmentos de bifocales fusionados, que tiene un índice de refracción de 1,616. En los últimos años, se ha introducido un gran número de materiales de vidrio de elevado índice.

“Cuando se evalúa el material de una lente oftálmica, las propiedades que se tienen en cuenta (además del índice de refracción) son el valor abbe y la gravedad específica. La óptica geométrica nos recuerda que el valor Abbe, determina el grado de aberración cromática lateral (color lateral).”¹⁴

¹⁴ Revista Universo Visual abril-mayo, 2003.

1.3.13.1. Materiales de vidrio

El cristal mineral es el material más antiguo en el mercado que se utiliza hasta hoy en día. Muy conocido por su claridad óptica, el cristal ofrece una de las tres cualidades más importantes de una lente, excelente agudeza visual. Desafortunadamente el cristal es el material más incómodo disponible y su susceptibilidad a romperse no lo hace una buena opción al hablar de protección.

Los materiales de vidrio disponibles tienen índices de refracción que varían desde 1,523 hasta 1,89. El vidrio crown oftálmico, tiene un mínimo de aberración cromática, mientras que los materiales de lentes cuyos valores disminuyen gradualmente tienen grandes cantidades de aberración cromática. Para lentes de potencia relativamente baja, la aberración cromática raras veces constituye un problema pero, puesto que aumenta con la potencia, a menudo ocasiona dificultades a los usuarios de lentes de elevada potencia.

1.3.13.2. Materiales de plástico

Como ocurre con los materiales de vidrio para lentes oftálmicas, un gran número de materiales de plástico de elevado índice de refracción se ha desarrollado en los últimos años. Los materiales plásticos para lentes tienen índices de refracción que van desde 1,498 hasta 1,66; entre estos materiales están el CR39, el policarbonato y el nuevo trivex.

1.3.13.2.1. Monómero CR39

El CR39 ha estado disponible por más de 60 años y es el material más utilizado en el mundo. “CR” se refiere a “resina química” mientras “39” indica que fue la versión 39 del químico original desarrollado para hacer lentes plásticas. El CR39 fue desarrollado como un escudo con calidad óptica para pilotos durante la Segunda Guerra Mundial. Como el cristal, era el único material para escoger al hacer un par de lentes en ese tiempo. El CR39 hizo su entrada al mercado óptico rápidamente por su calidad óptica y por su ligereza.

Desarrollado por Pittsburg Plate Glass Industries. Aunque mucho más ligero que el vidrio, el CR-39 tiene un índice de refracción de solamente 1,498, de modo que, para una lente de una potencia dada, la lente debe ser más gruesa que una fabricada con vidrio crown (eso es, borde más grueso en una lente negativa y centro más grueso en una lente positiva).

1.3.13.2.2. Policarbonato

Las aplicaciones del plástico de policarbonato (PC) son muy diversas englobando desde la óptica, hasta la medicina, pasando por la electrónica y la mecánica.

No fue sino hasta casi 25 años después de la introducción del CR39, que el policarbonato se abrió campo en el mercado de la óptica. Conocido por su increíble resistencia contra impactos, de inmediato se convirtió en el material ideal para lentes de seguridad, especialmente en el mercado americano. Las leyes americanas al ser tan estrictas han posicionado al policarbonato como lente ideal para niños y primordial para la seguridad industrial. Además de ofrecer protección al ser resistente contra impactos, el policarbonato también ofrece protección contra los rayos UV, hasta 380 nm. Desafortunadamente, el policarbonato no ofrece un alto rendimiento de desempeño visual, ya que la calidad óptica de la lente es la más pobre de todos los materiales disponibles.

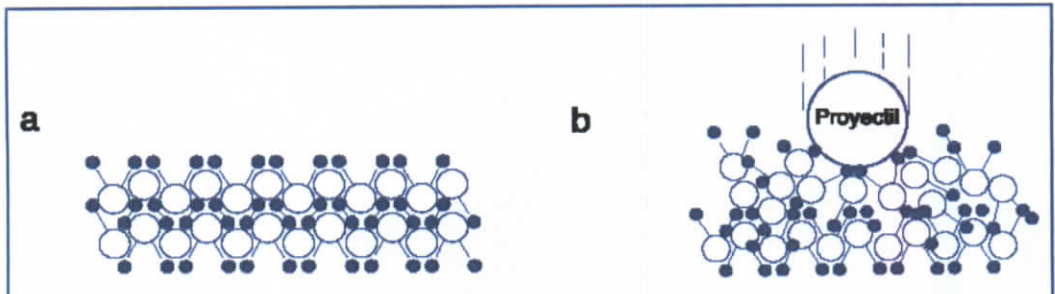
“Un plástico de policarbonato (PC) es un polímero obtenido por policondensación lineal que en sus cadenas presentan la agrupación -O-CO-O (ésteres del ácido carbónico). La macromolécula de PC está formada por largas cadenas paralelas con pocos enlaces entre ellas. Debido a esta estructura lineal este material es susceptible de moldearse por calor y endurecerse por el frío tantas veces como se quiera debido a que no sufre, durante este proceso, ninguna transformación química, solamente un cambio físico.”¹⁵

La temperatura de reblandecimiento es elevada en los policarbonatos, por lo que a 140°C es completamente rígido. Esta disposición lineal también permite que al

¹⁵ Revista Universo Visual, abril-mayo, 2003.

aplicar una energía sobre este material las cadenas se deslicen unas contra otras absorbiendo la energía y confirman una alta resistencia al impacto.

Gráfico 23. Cadenas de policarbonato



Fuente: Indo Optical, 2005

Elaborado por: El autor

Otra consecuencia de su estructura lineal es que determinados disolventes son capaces de separar las cadenas y disolver el policarbonato. Debido a su composición química este polímero presenta una baja densidad, un alto índice de refracción y un bajo valor Abbe.

La poca cristalinidad de este plástico le confiere una elevada transparencia y puede utilizarse para la fabricación de ventanas, visores, lentes.

Las lentes oftálmicas de policarbonato llegaron al mercado a finales de los años 70 e inicialmente se utilizaron básicamente para lentes de seguridad. La evolución tecnológica que ha sufrido el procesado del policarbonato durante estos últimos años le ha permitido alcanzar unos estándares de calidad comparativos a los de los materiales termoestables tipo CR-39. En la tabla siguiente presentamos las principales características de las lentes de policarbonato respecto a la lente de referencia CR-39.

Cuadro 2. Características técnicas del policarbonato

	PC	CR-39®
Índice de refracción	1.586	1.498
Transmisión visible (%)	88-91	92.1
Densidad (g/ml)	1.20	1.32
Abbe	32	58
Pie UV (nm)	380	350
Resistencia impacto (Joules)	21.7	0.41

Fuente: Indo Optical, 2005

Elaborado por: El autor

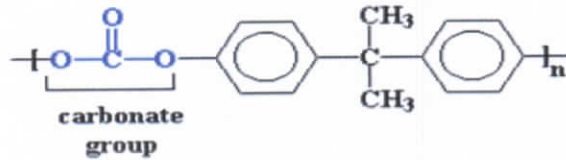
Comparativamente la resistencia al impacto de una lente de policarbonato de espesor de centro 1.5 mm es más de 50 veces superior a una lente de CR-39 de iguales características. Sin embargo la resistencia a la abrasión de las lentes es muy inferior a la del CR-39 necesitando siempre la aplicación de una capa protectora. Esta capa también protege la materia de policarbonato contra ataques químicos. Debido a su índice, estas lentes pertenecen al grupo de los altos índices.

Para una misma graduación se puede disminuir el espesor de las lentes de policarbonato respecto al de las lentes de CR-39. El bajo valor Abbe del policarbonato puede provocar que las aberraciones cromáticas en lentes de este material sean más visibles.

Características del policarbonato

El policarbonato, o específicamente policarbonato de bisfenol A, es un plástico claro usado para hacer ventanas inastillables, lentes livianas para anteojos y otros. La General Electric fabrica este material y lo comercializa como Lexan.

Gráfico 24. Cadenas de policarbonato.

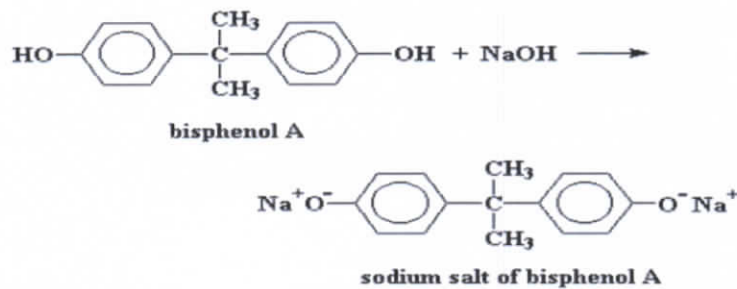


Fuente: Chemical components, 2002

Elaborado por: El autor

El proceso comienza con la reacción del bisfenol A con hidróxido de sodio para dar la sal sódica del bisfenol A.

Gráfico 25. Reacción de las cadenas de policarbonato.

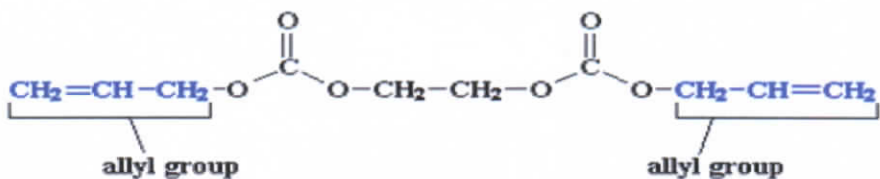


Fuente: Chemical components, 2002

Elaborado por: El autor

La sal sódica de bisfenol A reacciona luego con fosgeno, un compuesto bastante desagradable que era el arma química preferida de la Primera Guerra Mundial, para producir el policarbonato.

Gráfico 26. Policarbonato del bisfenol A.

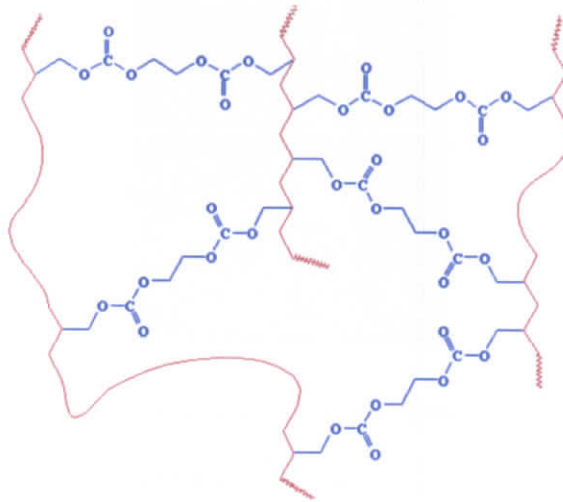


Fuente: Chemical components, 2002

Elaborado por: El autor

Se puede ver que tiene dos grupos alílicos en los extremos. Estos grupos alílicos contienen enlaces dobles carbono-carbono. Esto significa que pueden polimerizar por una polimerización vinílica por radicales libres. Obviamente, hay dos grupos alílicos en cada monómero. Esos grupos se convertirán en parte de distintas cadenas poliméricas. De esta forma, todas las cadenas se unirán unas con otras para formar un material entrecruzado parecido a éste:

Gráfico 27. Cadenas de entrecruzamiento del policarbonato



Fuente: Chemical components, 2002

Elaborado por: El autor

Como se puede ver, los grupos que contienen carbonato (mostrados en azul) forman los entrecruzamientos entre las cadenas poliméricas (mostradas en rojo). Este entrecruzamiento hace el material muy fuerte, de modo que no se romperá tan fácilmente como el cristal. Esto es realmente importante para anteojos infantiles.

Hay una diferencia fundamental entre los dos tipos de policarbonato descritos aquí, que debe ser señalada. El policarbonato de bisfenol A es un termoplástico. Esto significa que puede ser moldeado en caliente. Pero el policarbonato usado en anteojos es un termorrígido. Los termorrígidos no funden y no pueden moldearse nuevamente. Se utilizan para hacer objetos realmente fuertes y resistentes al calor.

puede ser tintado, los lentes de policarbonato pueden en la actualidad ser tintados rápida y uniformemente, incluso a los tonos oscuros de los lentes de sol

Cuadro 3. Características del policarbonato

Características de este material	Motivos para escoger este material
<ul style="list-style-type: none"> • liviano • delgado • protección antirrayas • protección ultravioleta • resistente a impactos • alto índice 	<ul style="list-style-type: none"> • Para personas muy activas cuyos lentes deban ser resistentes para deportes o pasatiempos de gran intensidad física. • Ofrece la mayor protección contra impactos y radiación ultravioleta • Ideal para monturas Nylon o con taladros

Fuente: Optical Products, 2004

Elaborado por: El autor

1.3.13.2.3. Trivex

Reconociendo la fuerza del policarbonato como material seguro para las lentes de plástico, PPG Industries (Pittsburgh Plate Glass Industries), los creadores del monómero CR39, presentaron su propio material de plástico seguro y ligero, conocido como Trivex .

Se trata de un material de índice normal y se afirma que es incluso más fuerte que el policarbonato, lo que mejora su aspecto de seguridad. El Trivex no es flexible como el policarbonato, lo que garantiza que la capa antirreflejo pueda adherirse con mayor fijación en el trivex. Ofrece una atenuación de los rayos UV del 100% y se tiñe fácilmente con los

procesos de tintado superficial usuales. Las lentes cóncavas pueden reducirse hasta sólo 1,0mm de espesor central sin que pierdan sus propiedades de seguridad inherentes. Dos fabricantes de lentes producen actualmente lentes en Trivex: Younger Optics, con el nombre de Trilogy y Hoya, con sus lentes Phoenix (PNX). Ambas empresas han modificado el monómero según sus propias necesidades.

Phoenix es el resultado al combinar el material TRIVEX de la PPG con un aditivo estabilizante de Hoya creando un “ultra TRIVEX”.

Características del Trivex:

Trivex es el primer material en combinar los tres elementos: seguro, liviano y delgado y calidad óptica. De hecho, Trivex es el material de lentes oftálmicos más liviano, cumple con los niveles más altos en resistencia contra impactos y es más delgado que muchos de los materiales utilizados hoy en día.

El desempeño de los materiales orgánicos esta directamente relacionado con su estructura molecular. En monómeros termoplásticos, las cadenas moleculares son independientes unas de otra y las moléculas pueden fluir libremente, lo cual permite que el material sea moldeable.

Policarbonato es un monómero de composición “termoplástico” y las cadenas moleculares independientes proveen la estructura para una alta resistencia contra impactos. Si una cadena es deformada por un exceso de fuerza o impacto las cadenas que le siguen no serán afectadas ya que son independientes.

En monómeros termo-conjuntos, durante la polimerización se crean vínculos entrelazados y como resultado se obtiene una compleja red molecular interconectada. Esta configuración molecular puede causar que todos los vínculos se vean afectados al ser expuestos a mucha fuerza o impacto.

Trivex es el primer material óptico que combina lo mejor de estas dos estructuras. El resultado es la fuerza de un monómero termoplástico con la integridad estructural de un

monómero termo conjunto. La fuerza es importante en la resistencia contra impactos requerida para dar seguridad, y la integridad estructural es primordial para obtener un superficie de buena calidad y prevenir aberración óptica causada por deformidad; y a su vez provee una excelente base para la aplicación de tratamientos como antirayas y antireflejo.

1.3.13.3. Pruebas de resistencia de los materiales plásticos

“Para poder medir los grados de resistencia de los productos oftálmicos que estamos tratando, el CR39, el policarbonato y el trivex, existen pruebas de resistencia establecidas por las normas ANSI Z8731-2003, establecido por el Instituto Nacional Americano de Seguridad, que consiste en procedimientos de laboratorio para comprobar cual de estos materiales es el más apropiado en cuanto a seguridad y protección visual.”¹⁷

1.3.13.3.1. La Bola de acero.

Se utiliza una bola de acero de un peso de más de 1 Kg. la que se deja caer desde una altura de 127cm. rebota sin romper el lente.

El lente trivex cumple con las normas ANSI Z8731-2003 referentes a la resistencia contra impactos para lentes ocupacionales.

Una característica de desempeño clave de Trivex que lo hace fuerte y seguro es su alta resistencia contra impactos. Trivex es el único lente aparte de policarbonato capas de absorber el impacto de una bola de acero con un peso más de 2lbs al dejarla caer desde una altura de 125 cm. Esto excede los más altos estándares de resistencia contra impactos para lentes ocupacionales hoy en día.

1.3.13.3.2. Prueba del Misil

El producto ha sido probado dejando caer un misil de 500gr con una punta de 1mm; todos los materiales sometidos a esta prueba fueron recubiertos por una capa anti-rayas en la superficie externa del lente y un espesor al centro de 2.0mm.

¹⁷ Revista Universo Visual, abril-mayo, 2003

CR-39 y Spectralite pasaron la prueba dejando caer el misil desde una altura de 127cm; Policarbonato y Trivex pasaron la prueba dejando caer el misil a una altura de 190cm.

Pruebas adicionales se llevaron a cabo para comprobar que trivex tiene fuerza superior sobre otros materiales de lentes.

Al sufrir el impacto, CR39 se rompe con facilidad dejando atrás pequeños fragmentos y astillas filudas que pueden ocasionar daños severos a la delicada superficie del ojo.

Los lentes de índice medio son aun más susceptibles a romperse que el CR39. Spectralite se rompe con mucha menos fuerza y más facilidad que el trivex, haciendo los fragmentos de este más peligrosos para los ojos.

El policarbonato es conocido por su resistencia contra impactos. Este no se rompe al sufrir el impacto del misil. La composición del monómero termoplástico del policarbonato hace que el lente se flexione considerablemente con el impacto. Adicionalmente se ha podido comprobar que la calidad de la superficie del lente se ve comprometida con facilidad ya que la punta del misil deja una incisión marcada.

Trivex resiste con facilidad el mismo impacto que el policarbonato. Sin embargo, la calidad de la superficie de este nuevo material mantiene su compostura con una considerable cantidad menor deflexión y de deformación en la superficie.

1.3.13.3.3. Prueba de Firmeza

Este material es duro y resiste una presión de 10kg

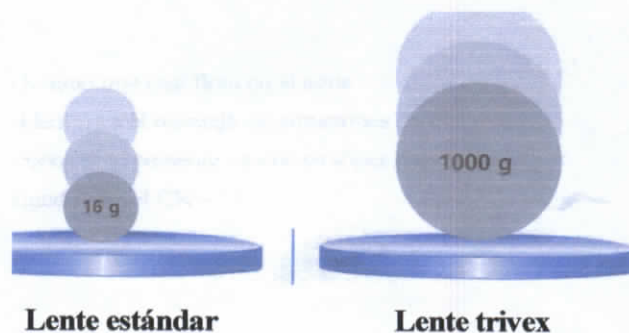
Otra característica clave del desempeño de trivex es que es "duro y resistente a la flexión". La habilidad de resistir la flexión se ha medido por medio de una prueba donde el material del lente debe soportar una presión aplicada de 10kg.

El lente es puesto sobre una hoja de tinta, 10kg de presión son aplicados sobre el centro del lente, para forzar a que el lente se flexione. Como esta demostrado, el policarbonato se flexiona y toca la hoja de tinta, mientras trivex provee suficiente resistencia contra esta presión. Esta característica de fuerza extra es esencial para prevenir que capaz de tratamientos mas duras se rajen y a su vez asegura un grado más alto de calidad en la superficie para prevenir distorsiones ópticas en el lente.

El trivex excede los estándares de resistencia contra impactos establecidos por el FDA, por lo cual es increíblemente seguro para los pacientes.

Los lentes Trivex son 6 veces más resistentes a impactos que lentes de plástico tradicionales como el CR39.

Gráfico 29. Comparación de resistencia contra impactos



Fuente: Laboratorio "Elens"

Elaborado por: El autor

1.3.13.3.4. Fuerza Tensil

Realizada la prueba tensil de las lentes se establece que la fuerza tensil superior de trivex permite que este soporte una fuerza al hablar de aproximadamente 80kg. Indudablemente esta característica hace que trivex sea la opción ideal para el montaje de armazones al aire. En adición a su superior fuerza tensil, las perforaciones hechas en trivex no se rajan ni se dilatan con el tiempo, proveyendo más confianza al recomendar armazones con perforaciones a más pacientes, y proporcionando a los usuarios la seguridad de tener lo último en durabilidad y desempeño.

Las lentes trivex soportan una mayor fuerza tensil ideal para montar en armazones con perforaciones al ser 6 veces más fuerte que el plástico CR – 39. Así mismo este material es dos veces más resistente a las rayaduras que el policarbonato.

Gráfico 30. Fuerza tensil del Trivex



Fuente: Laboratorio “Elens”

Elaborado por: El autor

Una de las razones por las que más ha aumentado el mercado de estos productos, es la facilidad en el montaje de lentes de Poly y Trivex en armazones al aire y semialaire, los lentes perforados y ranurados en estos materiales resistirán mucho más el proceso de montaje y el stress por flexión del material.

1.3.13.3.5. Pruebas de peso

Si el paciente desea un lente más liviano puede usar el Poly o el Trivex (Trilogy, Phoenix). Indistintamente, pues ambos son de 50 % más livianos que los cristales normales y altos índices, y entre 10 a 18% más livianos que el plástico CR 39 y los plásticos Hi Index. El Trivex es el material con menor peso específico (1.11 mm), pero esto es solo un 8% menos que el policarbonato, ligera diferencia para ser tomada en cuenta por el paciente.



El trivex es un material tan liviano que casi flota en el agua. Provee máximo confort al paciente, puesto que es además un 20% más delgado que el CR – 39.

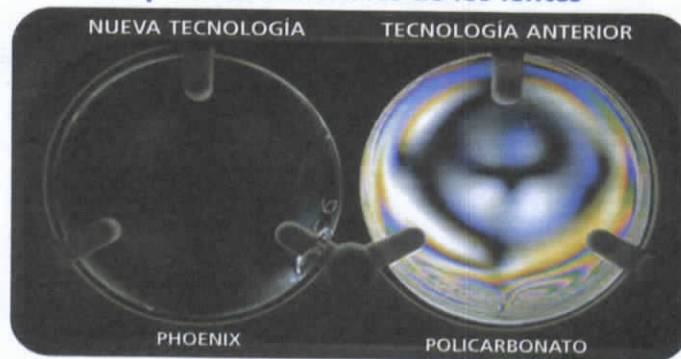
El índice de refracción del Policarbonato (1.589) es mayor al del Trivex (Phoenix Trilogy) (1.53), por lo tanto los lentes de Policarbonato son los más delgados que los Trivex. Existen en el mercado lentes plásticos de Medio (1.57) y Alto Índice (1.67), con los cuáles obtendrá lentes más delgados que el Trivex, claro está que depende también del diámetro que el lente requiera.

1.3.13.3.6. Claridad

“Un avanzado sistema de moldeo por inyección controla con exactitud el período de enfriamiento para eliminar el estrés residual y distorsiones en el color. Este material está cuidadosamente diseñado para obtener un Abbe de 43 vs 30 del policarbonato. El Trivex es completamente libre de estrés interno que ocasiona distorsión del color en lentes de policarbonato.”¹⁸

Gráfico 31.- Comparación de aberración Cromática

Compare los materiales de los lentes



Fuente: Laboratorio Elens

Elaborado por: El autor

¹⁸ Revista Laboratorio Elens, 2006

Cuadro 4. Cuadro comparativo de los materiales para lentes oftálmicos.

	CUADRO COMPARATIVO - DATOS TÉCNICOS		
	POLICARBONATO	TRIVEX	PLASTICOS HI INDEX
Nombre Comercial	Poly AO Rugget. Poly UTMC Gentex, Airwear. LiteAIR, etc	Phoenix, Triogy	Hi Index, Spectralite, Thin&Lite
Índice de Refracción	1,589	1,53	1.56 1.60 1.67
Peso Específico (g/cm 3)	1,21	1,11	1.22 a 1.35
Valor Abbe Dispersión Cromática	29	45	34 a 42
Reflectividad	5,2	4,4	5.3 a 6.2
Bloque Radiación UV	si	si	algunos si
Resistencia a Impactos	si	si	falla
Resistencia a la abrasión y rayado	0.2 baja	0.4 baja	0.3 a 0.5
Resistencia a Productos Químicos	pobre	buena	buena
Espesor Mínimo para Lentes Oftálmicos	1.0 mm	1.3 mm	1.5 mm
Espesor Mínimo para Lentes Protección Industrial	2.0 mm	2.0 mm	no aptos
Aptos para Tinturado	La mayoría no	Si, con técnica recomendada	Tinturan un poco
Resistencia al Stress	Buena	Muy buena	Regular

Fuente: Revista Ojo con su Vista
Elaborado por: El autor

1.3.13.3.7. Protección solar

Se recomienda usar Poly y Trivex, los lentes de estos materiales bloquea al 100% la radiación UVA y UVB. Algunos Plásticos Hi Index como el Spectralite (Sola) y el Thin & Lite de Essilor, también ofrecen protección contra la radiación UV, sin ser fotosensibles.

1.3.13.3.8. Tinturado del poly y el trivex

El policarbonato como material, no se puede tinturar, pero según las características de la capa antirrayas que tenga, (tintable o no) podría tinturarse ligeramente. El Trivex (Trilogy, Phoenix) puede tinturarse muy rápidamente pero requiere de condiciones especiales de limpieza, temperatura, tiempo, etc.

1.3.13.3.9. Sensibilidad a productos químicos

“Las lentes en policarbonato son sensibles a productos químicos. Los productos químicos como las acetonas, dañan el material, así que se debe explicar al paciente el cuidado que debe tener con sprays, perfumes, diluyentes, etc. Mientras que el trivex es resistente a estos productos, no se daña.”¹⁹

1.3.13.3.10. Tratamiento para los materiales seguros

Existen lentes, tanto de policarbonato como de Trivex, en versión fotocromica (gracias al tratamiento Transitions) propuestas por varios fabricantes, que también pueden revestirse para mejorar su resistencia a la abrasión. El policarbonato, en particular, es demasiado suave para ser utilizado sin un revestimiento rígido y siempre se suministra tratado con una laca rígida para proteger las superficies de la lente. El revestimiento rígido se suele aplicar en forma de laca de polisiloxano mediante un proceso de inmersión. Un efecto secundario de este tratamiento es reducir la resistencia a los impactos de la lente, pero, aún así el policarbonato revestido es mucho más difícil de romper que el CR39 y que los materiales plásticos de índice medio de los que trata la última parte de esta serie

¹⁹ Revista Laboratorio Elens, 2006

Las lentes de policarbonato también se venden con superficies de capas múltiples desprovistas de reflexión. La transmisión de lentes blancas sin reflexión puede alcanzar el 99%, lo que proporciona un mejor contraste y la supresión de imágenes fantasma que ven con frecuencia los usuarios de lentes sin revestimiento. La mayoría de revestimientos de capas múltiples terminan con una capa exterior de propiedades antiestáticas e hidrófobas para contribuir a la transparencia de las lentes y facilitar su limpieza.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Con el presente trabajo investigativo se ha pretendido:

Conocer a profundidad las características de las lentes tanto en policarbonato como en trivex para establecer aspectos positivos y negativos de estas lentes con respecto a materiales tradicionales que son utilizados en nuestra ciudad y provincia.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Establecer un criterio claro acerca del conocimiento que tanto los optometristas como vendedores de lentes, que trabajan en ópticas de nuestra ciudad, tienen acerca de este tipo de lentes.
- Comparar la capacidad comercial que estos lentes, policarbonato y trivex, mantienen en nuestro medio con respecto a los materiales tradicionales como son el cristal y el CR39.
- Realizar un estudio sobre las ventajas y desventajas del policarbonato y trivex, como materiales para lentes oftálmicas, en pacientes de toda edad que presentan diferentes ametropías, usuarios de anteojos, nuevos y antiguos.

CAPÍTULO II

LA METODOLOGÍA

En este capítulo se hace referencia a las principales técnicas usadas para el desarrollo de esta investigación, los recursos que se usaron, los cuales son las variables que intervienen en el estudio, el tipo de documentación que fue usado y que tipo de investigación se aplicó.

2.1. Modalidad de la investigación

De Campo

Experimental

Bibliográfica o Documental

2.1.1. Investigación de Campo.

Porque analizó casos reales de pacientes usuarios de lentes antiguos así como de usuarios por primera vez para dar bases a la investigación.

2.1.2. Investigación de Laboratorio

Se realizó la investigación de tipo experimental en las instalaciones de una óptica en la que a diario se elaboran anteojos, desde los exámenes visuales, la venta, el pedido de las lentes así como el biselado y montaje. Esto demuestra que el trabajo se lo realizó en la óptica directamente con los pacientes; como también en otras ópticas de la ciudad.

2.3. Técnicas de Investigación

2.3.1. Observación

Se ha empleado esta técnica al realizar exámenes visuales y prescripción de lentes en policarbonato y trivex a pacientes usuarios y no usuarios, con el fin de verificar personalmente el proceso de adaptación y las ventajas o desventajas que puedan presentar estos materiales.

2.3.2. Encuesta

Se ha recurrido a esta técnica con el propósito de acoger el criterio de profesionales óptometras y personas involucradas en la comercialización de lentes, para evaluar el conocimiento que ellos tienen con respecto las características, ventajas y desventajas de estos materiales, así como a la frecuencia con que ellos venden estos lentes.

2.3.3. Entrevista

Se ha realizado conversaciones personales tanto con los pacientes como con los profesionales, a fin de recopilar información acerca de las ventajas y desventajas de los lentes en policarbonato y trivex, sondeando los diversos criterios que tienen tanto desde el punto de vista de “vendedor”, como de “consumidor y usuario”.

2.3.4. Revisión bibliográfica

Se realizó una investigación bibliográfica en libros, revistas y páginas de Internet, para obtener información basada en conocimientos científicos dentro del campo de la optometría y particularmente acerca de estos productos.

2.4. Hipótesis

En nuestra ciudad, las lentes de policarbonato y trivex, no se comercializan como el cristal o el CR-39, debido a la falta de un conocimiento profundo, por parte de los profesionales, acerca de las cualidades que estos materiales ofrecen, a su costo elevado y a la dificultad que presentan para el montaje.

2.5. Señalamiento de las variables

Permitirá la medición de relaciones entre variables de los mismos sujetos de un contexto determinado. Esta tiene como objeto evaluar las variaciones de comportamiento, de una variable en función de variaciones de otra variable.

2.5.1. Variable Independiente

Policarbonato y Trivex.

2.5.2. Variable Dependiente

Ventajas y Desventajas que presentan estos lentes en pacientes de nuestra provincia.

CAPÍTULO III

INTERPRETACIÓN, ANÁLISIS Y VALIDACIÓN DE RESULTADOS

Se ha realizado la investigación debido al creciente interés de los pacientes por utilizar el policarbonato en sus lentes oftálmicos. Pocos optometristas lo prescriben probablemente por falta de conocimiento sobre las características del material, por esta razón se ha analizado las ventajas y desventajas del policarbonato y trivex.

Es importante debido a que los profesionales de la salud visual en nuestro medio no prescriben policarbonato en grandes cantidades, por lo que el estudio resalta las características del material a fin de poder emitir conclusiones y recomendaciones acerca de las ventajas y desventajas que pueden darse con el uso de este tipo de lentes.

Primeramente procedemos a mostrar los resultados respecto a las encuestas realizadas en algunas de las ópticas de la ciudad de Ambato y luego los resultados del estudio en los pacientes examinados en Óptica Visual de esta ciudad, así como el análisis respectivo de estos resultados

3.1. Análisis de las encuestas

Se ha procedido a investigar en algunas de las ópticas de esta ciudad, con el afán de conocer acerca del criterio profesional sobre los lentes en Policarbonato y Trivex, puesto que se dice en forma general que el policarbonato es de buena calidad en algunos casos o de mala calidad en otros. Y se ha querido averiguar acerca del criterio que los optometristas tienen de estos materiales. Primeramente del policarbonato.

Cuadro 5. VENTAJAS del POLICARBONATO

OPTICAS	RESISTENTE	LIVIANOS	IDEAL MODELO AL AIRE	SON DELGADOS	SEGUROS
1	x		x		
2	x	x		x	x
3	x	x	x		
4	x			x	
5	x	x	x	x	x
6	x				
7	x	x	x		
8	x	x		x	x
9	x				
10	x				
11	x		x	x	
12	x		x		
13	x	x			
14	x	x			x
15	x			x	
16	x	x	x	x	
	16	8	7	7	4

Fuente: Grupo investigado

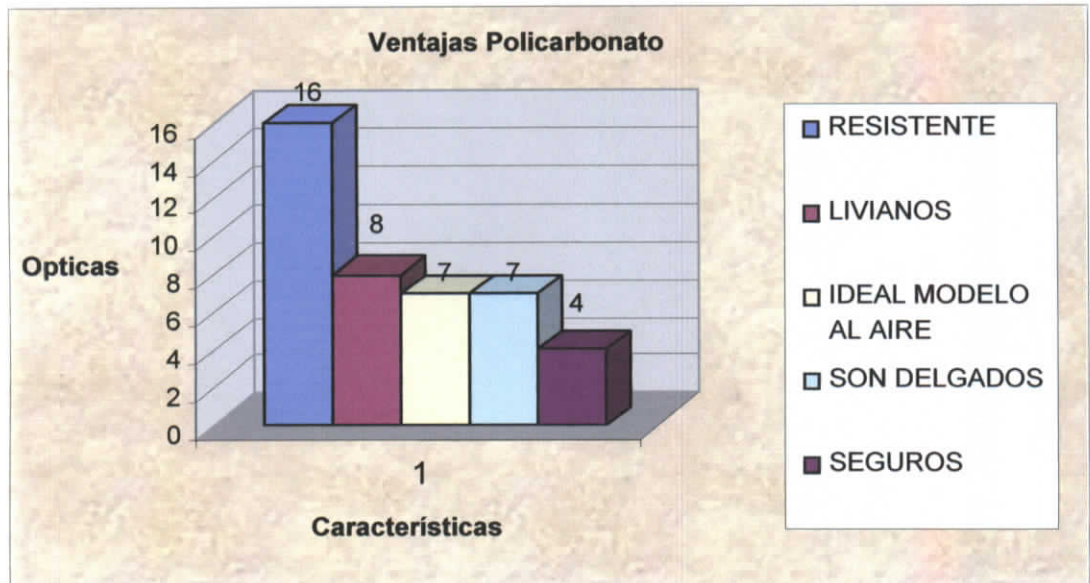
Elaborado por: Angel López

Análisis y validación

En la mayoría de ópticas no conocen a cabalidad acerca de la calidad, ventajas o desventajas del policarbonato por lo que en algunas de ellas se han limitado a decir que no venden con frecuencia y que no han tenido la oportunidad de comprobar las cualidades de este tipo de lentes.

Pero consultando en cuanto a lo que conocen o piensan del Policarbonato, han contestado:

Gráfico 32.



Fuente: Grupo investigado
Elaborado por: Angel López

Análisis y validación

Que el Policarbonato es sumamente resistente; que es muy liviano, así como adecuado principalmente para adaptar a niños pequeños, por su resistencia a los impactos,

En el gráfico se puede describir, que la característica más conocida del material es su resistencia a los impactos, pues se piensa que este material no se rompe ni se raya, pero que para el trabajo de montaje (biselado), es muy duro, pero que es el material apropiado para lentes al aire precisamente por su resistencia

Varias ópticas consideran que el lente es liviano, precisamente por el grosor reducido, que de paso ofrece ventajas al usuario, en lo que a estética se refiere, si se toma en cuenta lentes con medidas elevadas.

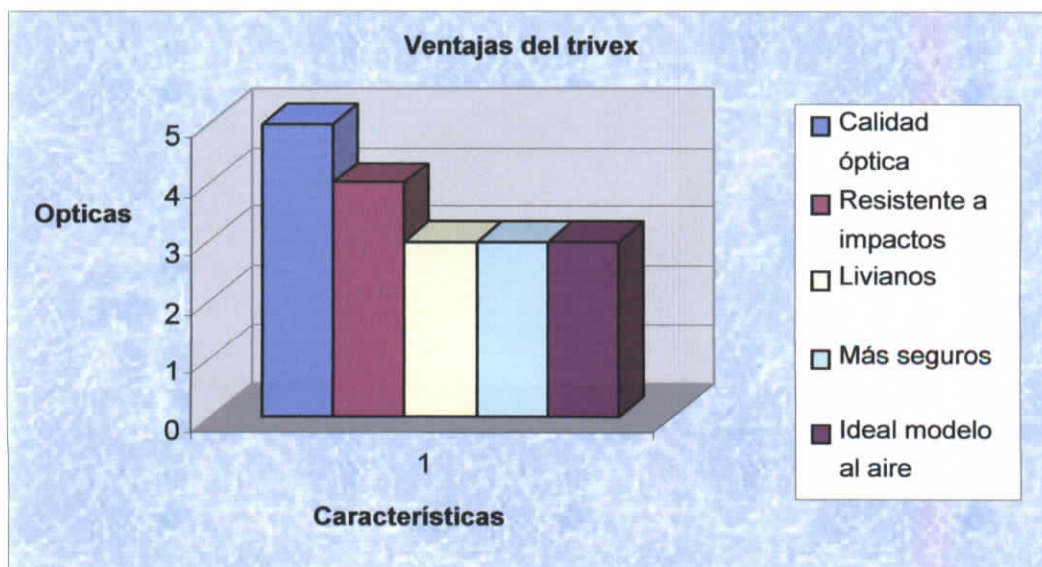
Otro de los aspectos que se resalta como características del policarbonato es que son seguros, esto en lo referente a posibles accidentes del usuario, así como a la posibilidad de poder asegurar bien los lentes al aire, de manera que no se aflojen.

Cuadro 6. VENTAJAS TRIVEX

OPTICAS	Calidad óptica	Resistente a impactos	Livianos	Más seguros	Ideal modelo al aire
1	x	x		x	
2	x				
3			x		
4				x	x
5	x	x			
6					
7					x
8					
9	x				
10		x	x		
11					
12					x
13			x	x	
14					
15		x			
16	x				
	5	4	3	3	3

Fuente: Grupo investigado
Elaborado por: Angel López

Gráfico 33.



Fuente: Grupo investigado
Elaborado por: Angel López

Análisis y validación

Con relación al Trivex, en el presente cuadro se puede resaltar la calida óptica de este tipo de lentes, con la que están de acuerdo muchos profesionales y es lo que marca la diferencia de este nuevo material, con respecto al policarbonato y otros materiales tradicionales.

También, en el caso de estos lentes, se destaca como cualidad, la resistencia a los impactos y por supuesto, la seguridad que ofrecen, mencionando que son ideales para modelos al aire.

Así mismo, hay que resaltar la comodidad que estos lentes ofrecen al usuario, al ser lentes delgadas y livianas, lo que le ofrecen mucho confort. Pero adicional a esto también se menciona que estas lentes ofrecen la posibilidad de ser tinturadas en cualquier tonalidad que el paciente exija, pudiendo ser aptas entonces, de adaptarlas a gafas con medida.

Pero lo que hay que resaltar, es que no se conoce a cabalidad en muchas ópticas de las características reales de estos materiales. Se ha podido detectar que en la mayor parte de ópticas de la ciudad se sigue manteniendo la tradición del cristal y CR39 como tipo de lentes que más se comercializa y en algunos casos como los únicos; esto por la resistencia del cristal que los pacientes demandan y la facilidad en el biselado de los CR39, a pesar que como se conoce tienen poca resistencia a los impactos y a las rayaduras, además que estos son muy delicados, tratándose de monturas al aire, pero que en todo caso los pacientes ya los conocen y saben del cuidado que es necesario en el manejo de estos lentes.

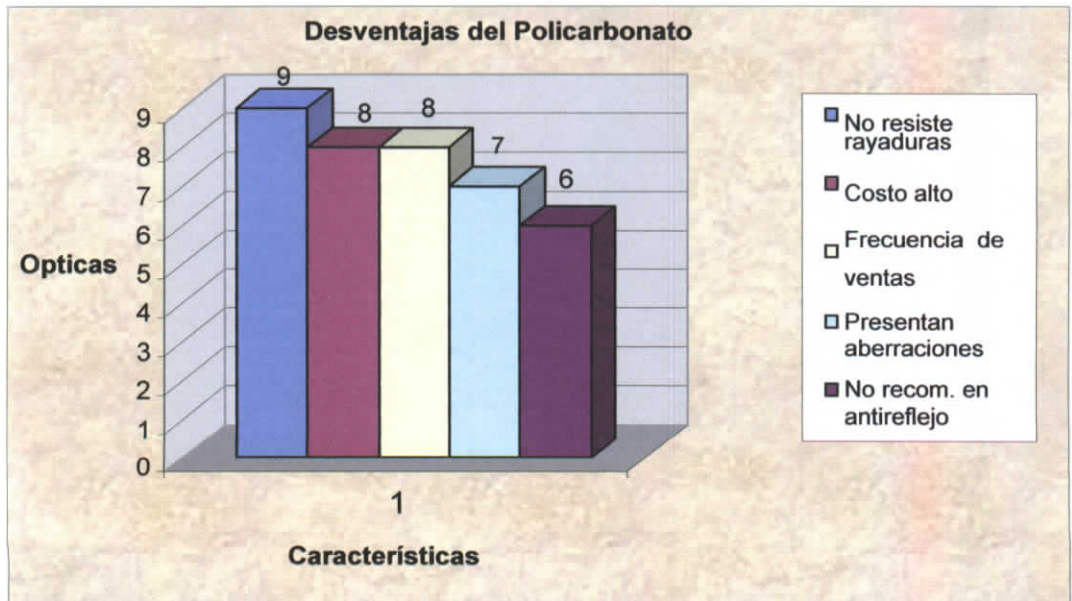
Cuadro 7. DESVENTAJAS del POLICARBONATO

OPTICAS	NO RESISTE RAYADURAS	COSTO ALTO	NO HAY FRECUENCIA DE VENTA	PRESENTAN ABERRACIONES	NO REC. EN ANTIREFLEJO
1	x	x	x		x
2	x				
3		x		x	x
4	x		x		
5		x		x	
6		x	x		x
7	x			x	
8	x		x		x
9		x	x	x	
10	x				
11		x	x		x
12	x			x	
13				x	
14	x	x	x		x
15	x	x		x	
16			x		
	9	8	8	7	6

Fuente: Grupo investigado

Elaborado por: Angel López

Gráfico 34.



Fuente: Grupo investigado

Elaborado por: Angel López

Análisis y validación

En cuanto a las desventajas que más se destaca de este tipo de lentes, se puede apreciar que se considera a este tipo de lentes como muy delicado, pues se raya con facilidad y que es necesario buscar marcas conocidas y de prestigio que garanticen calidad, puesto que existen algunos de estos lentes que no poseen capa antirayas, lo cual hace que se rayen al poco tiempo de entregarlos al paciente.

Se destaca también, en segundo plano que una de las causas por la que este material no se vende mucho, como se aprecia en el gráfico, es el elevado costo con respecto a los otros materiales y principalmente el CR-39.

También, se resalta una desventaja muy notable y determinante del policarbonato, como son las aberraciones que algunos de estos presentan, principalmente en medidas altas, lo cual causa reclamos de los pacientes, manifestando que cuando miran a los costados ven algo como “el arco iris”, lo cual les causa molestias.

En el mercado el policarbonato existe en varias marcas, pero algunos de ellos, más económicos, se trisan alrededor de los orificios, cuando se trata de lentes al aire y la capa antireflejo se desprende con facilidad.

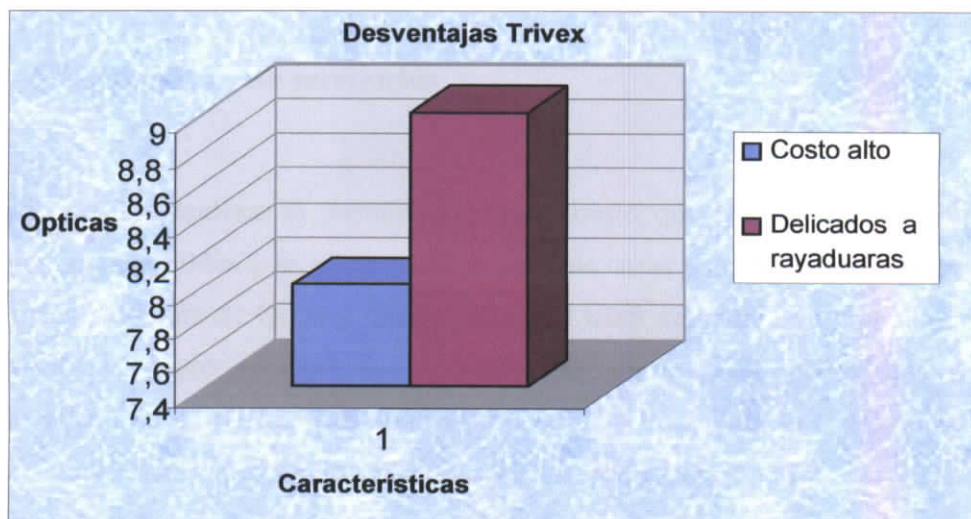
Algo que se resalta con respecto al biselado, es la dificultad que este material presenta para el biselado, por su dureza. Tiene que realizarse en seco, por ende las partículas ensucian mucho el taller o laboratorio, sea que se trabaje con biseladora manual o automática, estas contaminan mucho las cañerías y desagües, por supuesto la persona encargada de biselar está expuesta a esta contaminación, debiendo realizar una limpieza exhaustiva cada vez que se bisela este tipo de lentes.

Cuadro 8. DESVENTAJAS del TRIVEX

ÓPTICAS	Costo alto	Delicados a rayaduras
1		x
2	x	x
3		x
4	x	
5		
6	x	x
7		
8		x
9	x	
10	x	x
11		x
12		
13	x	
14	x	x
15		
16	x	x
	8	9

Fuente: Grupo investigado
Elaborado por: Angel López

Gráfico 35.



Fuente: Grupo investigado
Elaborado por: Angel López

La información recolectada se procesó organizadamente de acuerdo a los pacientes tomados en cuenta para la investigación.

Del total del universo de 200 pacientes se ha seleccionado los 77 pacientes para la muestra, tomando en cuenta los casos de refracción más representativos, abarcando personas de todas las edades,; refracciones de diferente índole, así como lentes de todo tipo en visión lejana y próxima, esto es, lentes de visión sencilla para lejos y de lectura, bifocales, flat top e invisibles y los ya conocidos progresivos, que en la actualidad existen en todos los materiales.

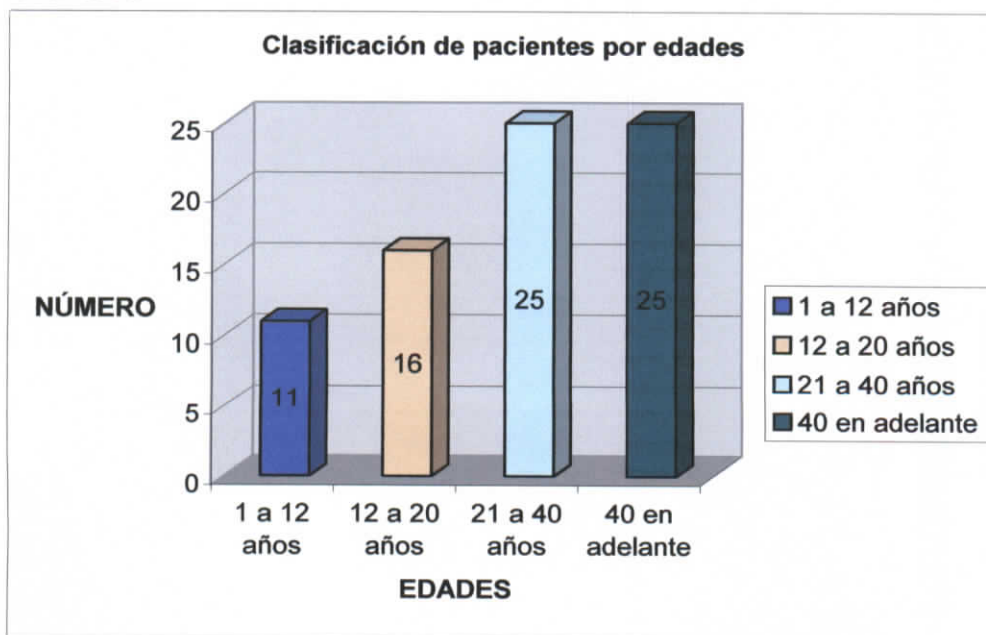
Cuadro 9.

CLASIFICACIÓN DE PACIENTES POR EDADES	
1 a 12 años	11
12 a 20 años	16
21 a 40 años	25
40 en adelante	25
TOTAL	77

Fuente: Grupo investigado

Elaborado por: Angel López

Gráfico 36.



Fuente: Grupo investigado

Elaborado por: Angel López

Análisis y validación

Se ha seleccionado una muestra variada de pacientes en cuanto de la edad, con el propósito de establecer los parámetros en los que sería más recomendable este tipo de lentes, considerando su resistencia o fragilidad, pues hay que tomar en cuenta que como en el caso de los niños se debe pensar mucho en la seguridad que los lentes de tal o cual material, puedan ofrecer. Así mismo en adultos jóvenes, el deseo de utilizar armazones de tres piezas, o un material que no se rompa con facilidad, también esto motiva que se pueda recomendar el uso de este material.

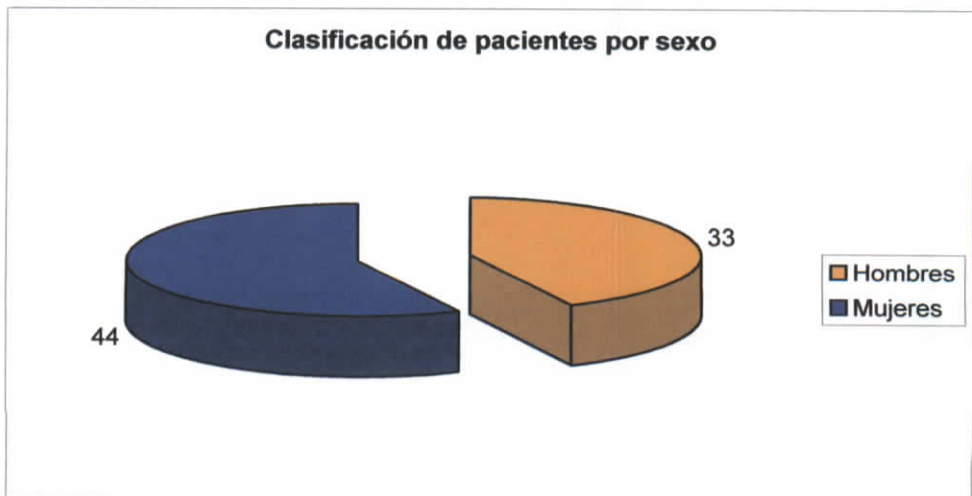
Se puede apreciar también que dentro de la investigación la mayor cantidad de personas que usan este material están entre los 21 a 40 años o mayores probablemente debido a cuestiones de resistencia y seguridad.

Cuadro 10.

CLASIFICACIÓN DE PACIENTES POR SEXO	
Hombres	33
Mujeres	44
TOTAL	77

Fuente: Grupo investigado
Elaborado por: Angel López

Gráfico 37.



Fuente: Grupo investigado
Elaborado por: Angel López

Análisis y validación

De la totalidad de pacientes que han sido tomados en cuenta para el estudio, la mayor cantidad, (44), corresponde a las mujeres que significa un 57%, mientras que los restantes (33) corresponden a varones, esto significa un 43%, sin importar la edad en ninguno de los dos casos.

Dentro de este punto se puede suponer que la mayoría de personas con la que cuenta el estudio son mujeres debido principalmente a dos razones:

- En la infancia los padres tienden a proteger más a las niñas, por lo que la frecuencia de elección de un material seguro, liviano y resistente es más alta en el sexo femenino.
- En las mujeres adultas jóvenes el aspecto estético juega un papel importante y las monturas de 3 piezas a portan mucho es este aspecto, debido a esto y teniendo en cuenta la fragilidad del CR39 frente a este tipo de armazón, hace que la incidencia de usuarias de policarbonato o trivex, aumente ya que siempre se busca un lente duradero que no sea tan frágil.

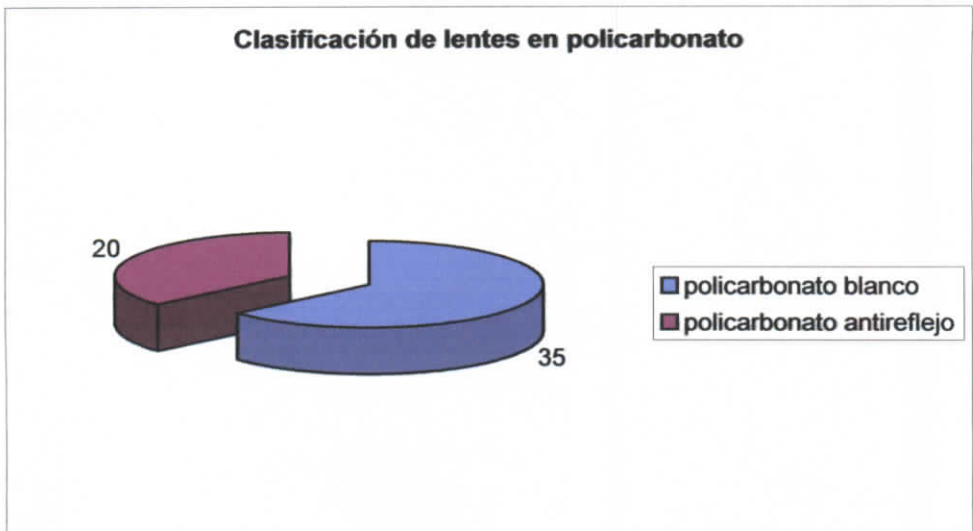
Cuadro 11.

LENES DE POLICARBONATO

Policarbonato blanco	35
Policarbonato antireflejo	20
TOTAL	55

Fuente: Grupo investigado
Elaborado por: Angel López

Gráfico 38.



Fuente: Grupo investigado
Elaborado por: Angel López

Análisis y validación

Se ha adaptado mayor cantidad de lentes en policarbonato blanco que con tratamiento antireflejo. En este resultado cabe señalar que la razón principal para encontrar mayor cantidad de policarbonato blanco, es el asunto económico, ya que en comparación con un policarbonato antireflejo, el valor es mucho menor.

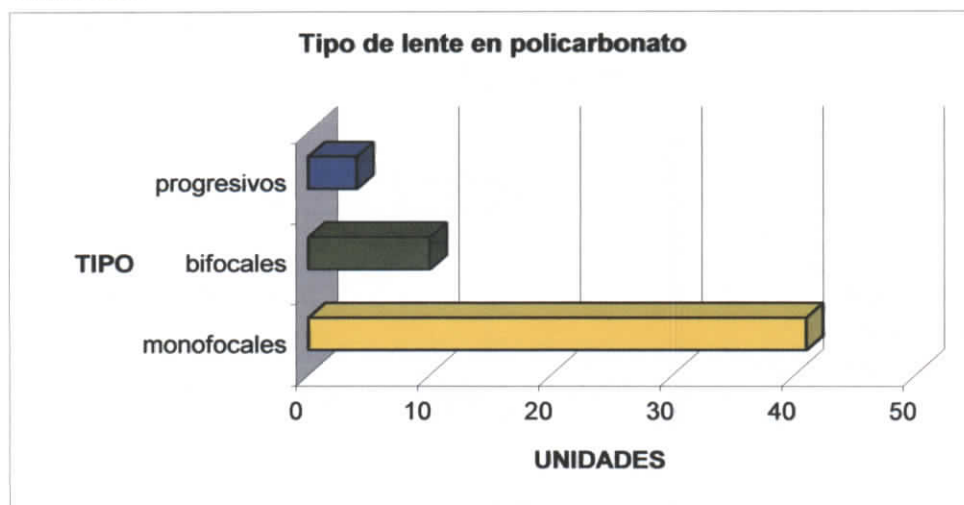
Se destaca también que el deseo principal de utilizar este tipo de lente es su resistencia, y al elegirlo, la protección pasa a un segundo plano.

Cuadro 12.

tipo de lentes en policarbonato	
monofocales	41
bifocales	10
progresivos	4
TOTAL	55

Fuente: Grupo investigado
Elaborado por: Angel López

Gráfico 39.



Fuente: Grupo investigado

Elaborado por: Angel López

Análisis y validación

De todos los pacientes, pocos son los que usan bifocales y más aún progresivos, esto es porque se ha tomado como muestra a mayor cantidad de pacientes entre niños y jóvenes.

Otra razón puede ser que dentro del ofrecimiento de nuevos materiales, el monofocal presenta menos complicaciones a nivel de calidad óptica. Los pacientes, usuarios de bifocales o progresivos buscan un equilibrio entre resistencia a los impactos, resistencia a la rayaduras y calidad de visión y más aún tratándose de progresivos, en los que las zonas de visión deben ser adaptadas con mucha precisión. Este tipo de paciente es más exigente que un usuario de monofocal y por esta razón, el número de personas que eligen estos materiales es menor a los usuarios de monofocales.

Cuadro 13.

Tipo de lentes en trivex	
monofocales	14
bifocales	2
progresivos	6
TOTAL	22

Fuente: Grupo investigado

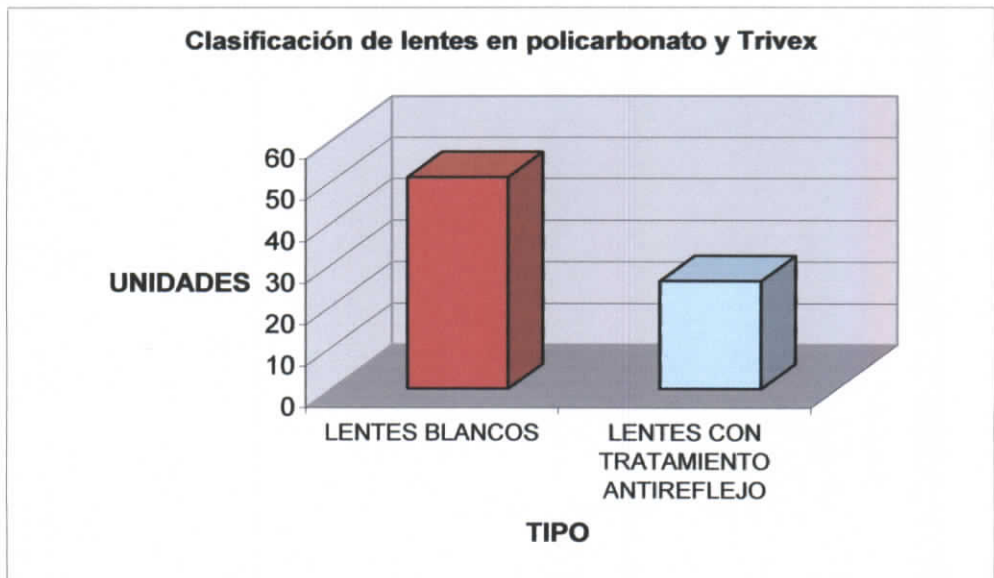
Elaborado por: Angel López

Cuadro 14.

Lentes en policarbonato y trivex	
LENTES BLANCOS	51
LENTES CON TRATAMIENTO ANTIREFLEJO	26
TOTAL	77

Fuente: Grupo investigado
Elaborado por: Angel López

Gráfico 41.



Fuente: Grupo investigado
Elaborado por: Angel López

Análisis y validación

Tomando en cuenta los dos materiales, sin distinción, se ha adaptado más lentes blancos que con tratamiento antireflejo. La difusión del antireflejo no es todavía muy alta en nuestro medio, usuarios de computador o conductores frecuentes, principalmente en la noche, son las personas más inclinadas a usar esta protección; la mayoría tal vez por razones económicas, o debido a que no sienten mayor necesidad de utilizar este filtro. Esto a largo plazo es una ventaja debido a que, como se verá más adelante la combinación de policarbonato más antireflejo disminuye el tiempo de vida útil del lente puesto que este tratamiento no es muy estable en este material, esto es también algo que está muy relacionado con la calidad óptica que brinda.

Aunque se puede mencionar que el tratamiento antirreflejo en material trivex tiene más durabilidad.

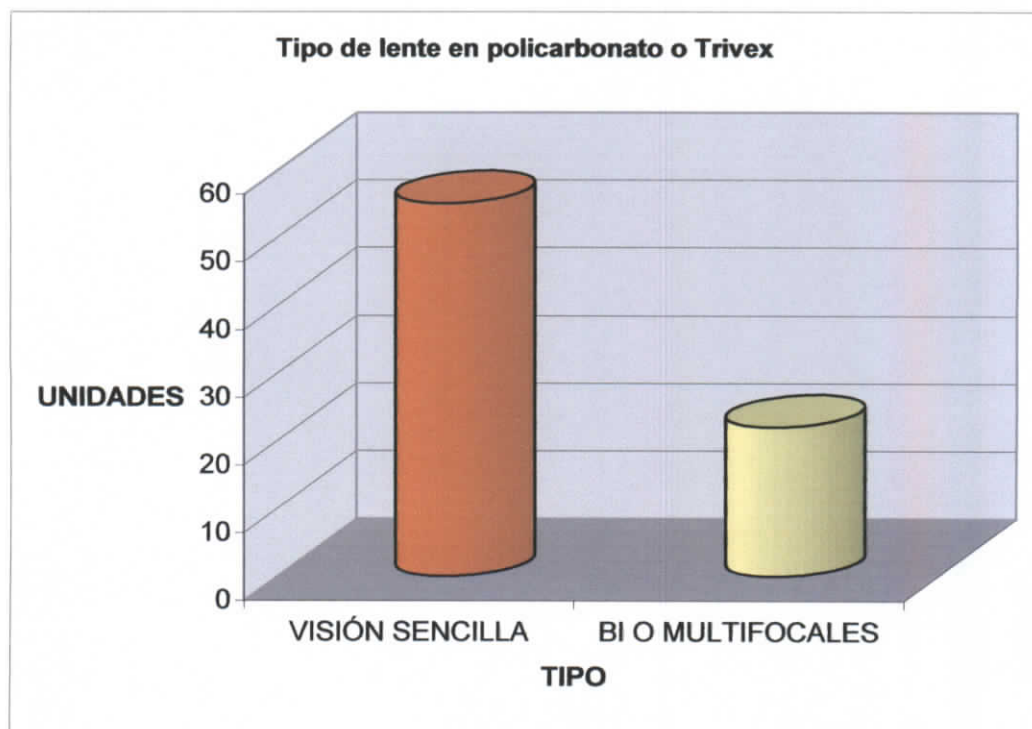
Cuadro 15.

Tipo de lentes en policarbonato y trivex	
VISIÓN SENCILLA	55
BI O MULTIFOCALES	22
TOTAL	77

Fuente: Grupo investigado

Elaborado por: Angel López

Gráfico 42.



Fuente: Grupo investigado

Elaborado por: Angel López

Análisis y validación

Unificando los dos tipos de lentes, se adaptó más lentes de visión sencilla que los bifocales o progresivos, pues la mayor cantidad de pacientes en que se adaptó los lentes, se encuentran en edades desde 5 a 40 años.

También, en pacientes présbitas hay que anotar que muchos de ellos no se acostumbran al uso de lentes bifocales o progresivos, habiéndose entonces, elaborados lentes para visión lejana y próxima, por separado, o en algunos casos para cualquiera de las dos distancias, la necesidad más indispensable

3.3. Resultados del control a pacientes

Una vez que se ha realizado el estudio en pacientes, y en los lentes adaptados, se procede a tomar en cuenta los aspectos más trascendentes que incidirán en los resultados finales, los mismos que permitirán a tener conceptos más claros sobre el tema que se está tratando y arribar a conclusiones certeras y estar en capacidad de emitir recomendaciones valdeeras, algo que es parte de los objetivos de este trabajo.

Primeramente se ha llamado a control en 15 días, y se ha logrado lo siguiente:

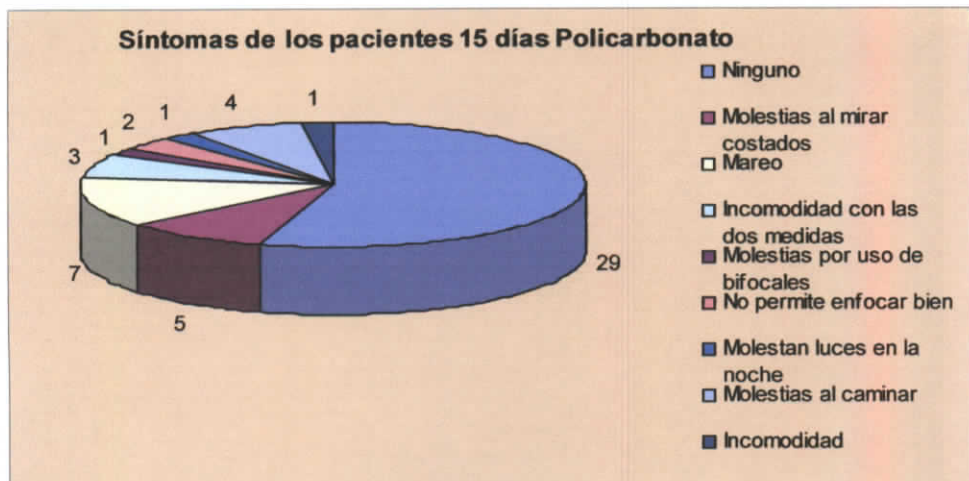
En Policarbonato

Cuadro 16.

Síntomas del paciente 15 días	Policarbonato
Ninguno	29
Molestias al mirar costados	5
Mareo	7
Incomodidad con las dos medidas	3
Molestias por uso de bifocales	1
No permite enfocar bien	2
Molestan luces en la noche	1
Molestias al caminar	4
Incomodidad	1
	53

Fuente: Grupo investigado
Elaborado por: Angel López

Gráfico 43.



Fuente: Grupo investigado
Elaborado por: Angel López

Análisis y validación

En el presente gráfico se puede apreciar que después de 15 días, los pacientes usuarios de policarbonato, en su mayoría: 29 de 53, no presentan molestias, esto puede darse porque la mayoría de ellos ya son usuarios antiguos de anteojos y lo que se ha hecho es un cambio de material; así mismo, en los restantes, posiblemente porque las medidas no son muy elevadas, es decir, no presentan molestias por causas como de aberración cromática o problemas de visión por borrosidad puesto que los lentes son nuevos.

Mientras que 7 pacientes reportan síntomas de mareo, pero en este caso se trata de pacientes presbítas que utilizan lentes bifocales o progresivos por primera vez; debemos tomar en cuenta que adaptarse a este tipo de lentes lleva su tiempo. El hecho de presentar problemas de enfoque, se da en lentes progresivos, puesto que las zonas de visión lejana o próxima son bien definidas, y de igual manera lleva su tiempo adaptarse a este tipo de lentes.

También se ha encontrado molestias cuando miran a los costados, y que ven como arco iris, esto sucede en lentes con medidas altas como resultado de la “aberración cromática” que se da en estos materiales por su bajo índice abbe.

Finalmente se menciona también algunas molestias que se presentan principalmente en la noche, mareo al caminar e incomodidad, que de se dan principalmente en usuarios por primera vez.

En Trivex

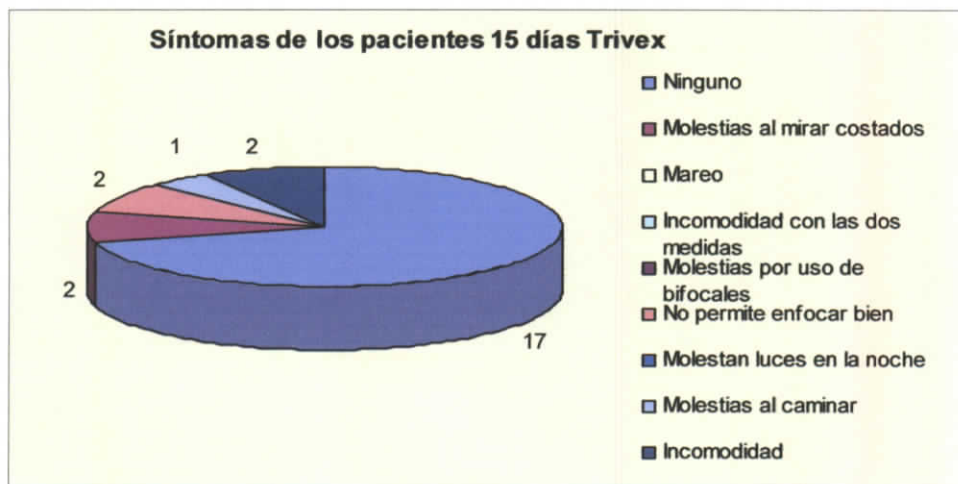
Cuadro 17.

Síntomas del paciente 15 días	Trivex
Ninguno	17
Molestias al mirar costados	2
Mareo	
Incomodidad con las dos medidas	
Molestias por uso de bifocales	
No permite enfocar bien	2
Molestan luces en la noche	
Molestias al caminar	1
Incomodidad	2
	24

Fuente: Grupo investigado

Elaborado por: Angel López

Gráfico 44.



Fuente: Grupo investigado

Elaborado por: Angel López

Análisis y validación

En el caso de los lentes Trivex, realizado el control los 15 días, no se han encontrado síntomas de consideración, es decir no se han presentado molestias en la mayoría de pacientes (17 de 24), lo cual indica una buena expectativa, superando las del policarbonato; esto hace que se pueda manifestar que la adaptación de estos lentes ha sido bastante exitosa.

Los resultados restantes que se muestran en el gráfico, son inferiores y poco significativos; pero más que todo se refieren a molestias que se dan regularmente en usuarios de lentes por primera vez y más aun tratándose de lentes bifocales o progresivos, que se presentan en lentes de cualquier tipo de material.

Luego de dos meses de haberse realizado la adaptación se ha procedido al control, tanto de los pacientes como de los lentes, los resultados en cuanto a síntomas que se presentan en los pacientes han variado considerablemente, así tenemos:

En policarbonato

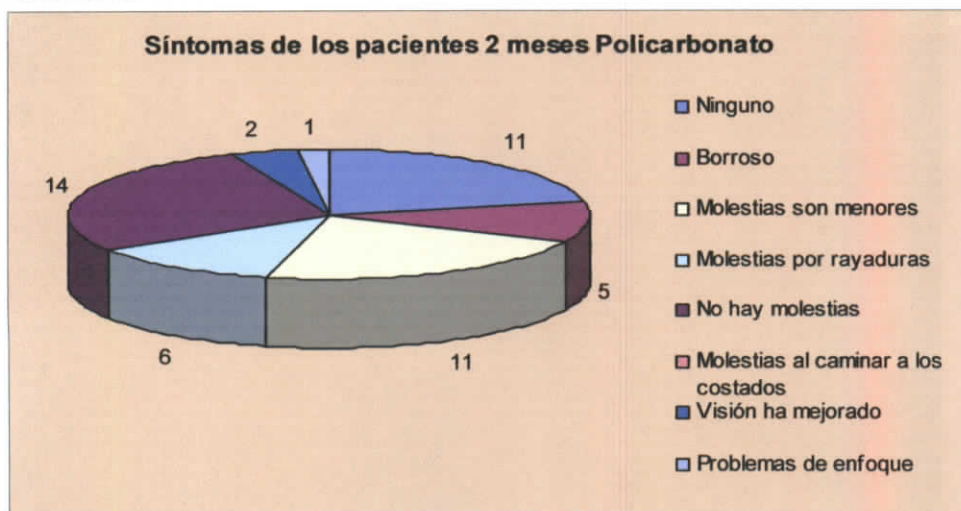
Cuadro 18.

Síntomas del paciente 2 meses	Policarbonato
Ninguno	11
Borroso	5
Molestias son menores	11
Molestias por rayaduras	6
No hay molestias	14
Molestias al caminar a los costados	
Visión ha mejorado	2
Problemas de enfoque	1
	50

Fuente: Grupo investigado

Elaborado por: Angel López

Gráfico 45.



Fuente: Grupo investigado

Elaborado por: Angel López

Análisis y validación

En el control realizado a los 2 meses se encontró a una gran cantidad de pacientes que no manifiestan molestias por el uso de los lentes, posiblemente porque aquellos que los presentaban en el primer control, a los 15 días, ya se han adaptado con el uso permanente de sus lentes. Una cantidad considerable de pacientes reporta pequeñas molestias más que todo en aquellos que están utilizando lentes bifocales y progresivos, lo cual se puede considerar como un proceso normal de adaptación a este tipo de lentes.

También se encontró algunos pacientes que manifiestan borrosidad, causada por rayaduras y por deterioro de la capa antirreflejo. Esto nos indica que estas lentes son bastante delicadas y por lo cual es necesario instruir al paciente adecuadamente a fin de que los lentes no se rayen pronto, ya que tal borrosidad por las rayaduras posiblemente se produjo al realizar la limpieza.

Otra razón puede ser la exposición a radiación ultravioleta y a la baja durabilidad de la capa antirreflejo en un policarbonato, pues se ha encontrado que este recubrimiento está desprendiéndose.

Existe también una representación que indica que las molestias en los pacientes han disminuido y que su visión ha mejorado, pues hay que tomar en cuenta el proceso de adaptación e incluso la personalidad de cada paciente y su voluntad para adaptarse al uso de lentes.

Como ya se ha señalado, en lentes bifocales o multifocales, siguen presentándose ciertas molestias que también por el mismo hecho de acostumbrarse a las dos medidas o diferentes medidas, requiere su tiempo, dependiendo también de la constancia con la que el paciente use sus lentes.

En Trivex

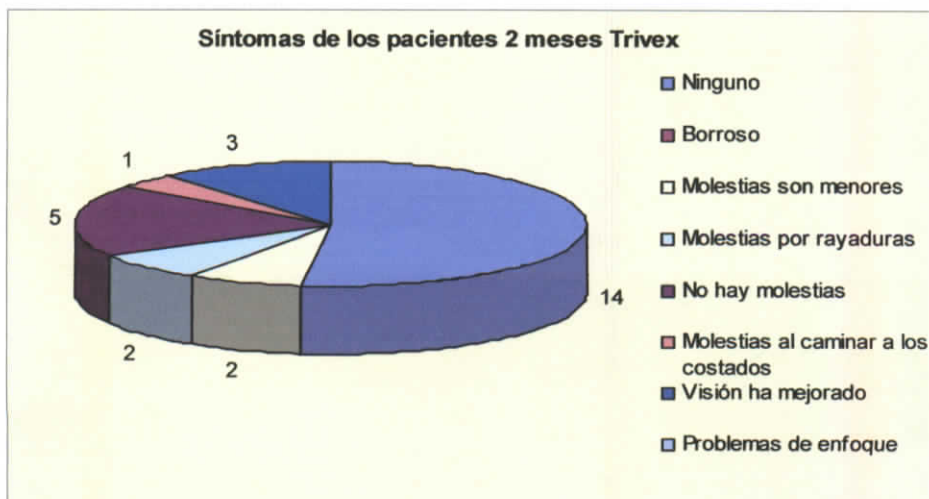
Cuadro 19.

Síntomas del paciente 2 meses	Trivex
Ninguno	14
Borroso	
Molestias son menores	2
Molestias por rayaduras	2
No hay molestias	5
Molestias al caminar a los costados	1
Visión ha mejorado	3
Problemas de enfoque	
	27

Fuente: Grupo investigado

Elaborado por: Angel López

Gráfico 46.



Fuente: Grupo investigado

Elaborado por: Angel López

Análisis y validación

El gráfico muestra que los pacientes a los dos meses no reportan molestias, esto se da en un poco más del 50%, que la adaptación a este tipo de lentes ha sido satisfactoria.

También se puede apreciar que una pequeña cantidad de pacientes que en el primer control manifestaron tener algunas molestias, en este control realizado a los 2 meses han mejorado su visión, confirmando que el material Trivex conserva mejores características con el paso del tiempo lo que lo convierte en un material más recomendable para uso en óptica oftálmica.

Con respecto a las rayaduras, se puede observar que no existe mayor cantidad de molestias por este aspecto, puesto que las lentes se han conservado en buen estado.

Se puede concluir diciendo también que el proceso de adaptación ha sido normal y que los pacientes se muestran satisfechos con el uso de este material, esto resalta las bondades de este material y da motivo para poder recomendar este material como alternativa a pacientes que exigen comodidad y confort, basados en buena visión, durabilidad, peso reducido por lo delgado de las lentes, que son determinantes en la estética de los usuarios.

3.4. Resultado del control en los lentes

Así mismo se ha procedido a realizar un control sobre los lentes, a fin de determinar el estado en el que se encuentran luego de haberles usado, primeramente a los 15 días, encontrando:

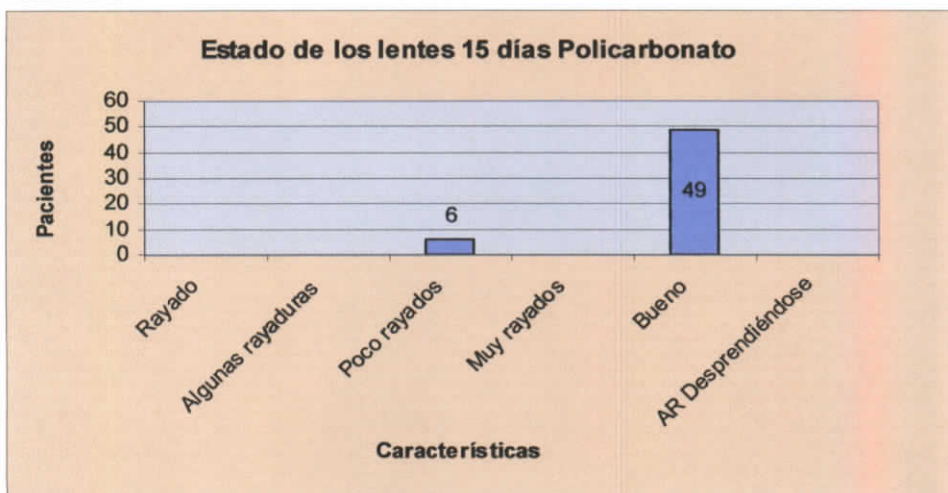
En Policarbonato

Cuadro 20.

Estado de los lentes 15 días	Policarbonato
Rayado	
Algunas rayaduras	
Poco rayados	6
Muy rayados	
Bueno	49
AR Desprendiéndose	
	55

Fuente: Grupo investigado
Elaborado por: Angel López

Gráfico 47.



Fuente: Grupo investigado

Elaborado por: Angel López

Análisis y validación

Según este gráfico encontramos que en el control del estado de los lentes, realizado a los 15 días, casi en su totalidad han sido bien conservados; una pequeña cantidad han presentado rayaduras producidas al limpiar los lentes.

Esto nos indica que la duración y calidad del material también están relacionadas con su cuidado, lo cuál ayuda a mantener las características del lente en óptimas condiciones el mayor tiempo posible.

En Trivex

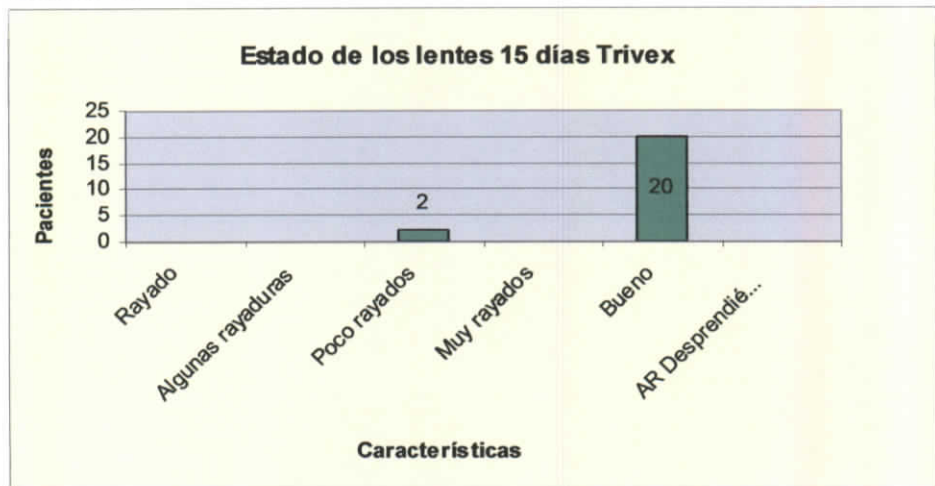
Cuadro 21.

Estado de los lentes 15 días	Trivex
Rayado	
Algunas rayaduras	
Poco rayados	2
Muy rayados	
Bueno	20
AR Desprendiéndose	
	22

Fuente: Grupo investigado

Elaborado por: Angel López

Gráfico 48.



Fuente: Grupo investigado

Elaborado por: Angel López

Análisis y validación

En el estudio realizado a los 15 días de lentes Trivex, se destaca el buen estado de los lentes, que muestran la resistencia de este material así como el cuidado por parte de los pacientes. En este caso, el porcentaje de las lentes bien conservadas es mayor que en policarbonato; pues se determina que en este corto tiempo de uso, todavía las lentes se conservan intactas, y por supuesto no causan molestias al paciente.

Al igual que el policarbonato, el Trivex necesita de una delicada limpieza para mantener su vida útil, se concluye que este tipo de material responde mejor ante las rayaduras, estableciéndolo como un buen material oftálmico en durabilidad, resistencia y en calidad visual, puesto que los síntomas en este caso han sido mínimos.

Así mismo, se ha realizado el control en los lentes a los dos meses, para saber las condiciones en las que se encuentran las lentes en este tiempo de uso, En los siguientes gráficos se demuestran los resultados obtenidos:

En Policarbonato

Cuadro 22.

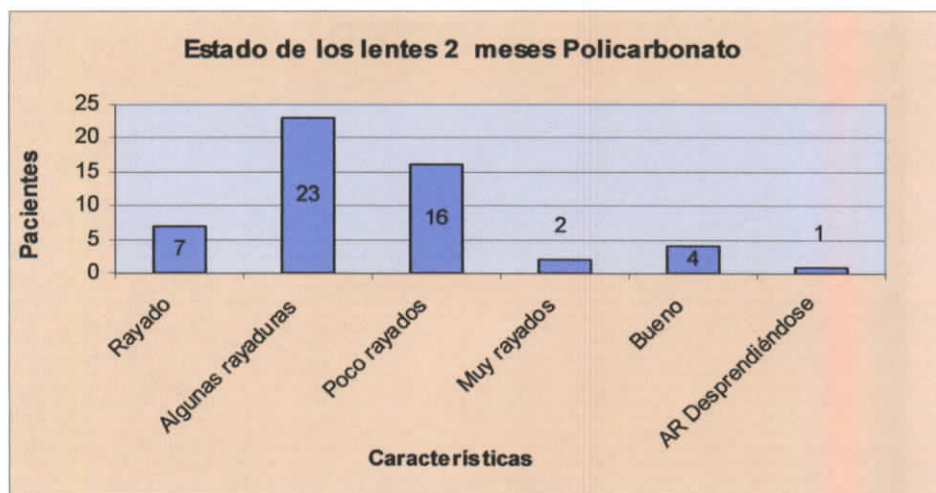
Estado de los lentes 2 meses

	Policarbonato
Rayado	7
Algunas rayaduras	23
Poco rayados	16
Muy rayados	2
Bueno	4
AR Desprendiéndose	1
	53

Fuente: Grupo investigado

Elaborado por: Angel López

Gráfico 49.



Fuente: Grupo investigado

Elaborado por: Angel López

Análisis y validación

En el presente cuadro se puede encontrar que en el control realizado a los 2 meses, el principal aspecto es el mal estado de los lentes, puesto que en su mayoría están deteriorados, desde levemente rayados a muy rayados lo cuál ocasiona una disminución en la agudeza visual a causa de la borrosidad que se está formando.

Así como también existen casos en los cuales la capa antireflejo se encuentra deteriorada y que también influye en la calidad óptica del lente.

Por estas razones, los pacientes tienden a sentirse insatisfechos con la elección del material y por lo general cuando tienen oportunidad cambian de alternativa, hacia el CR39 o incluso a cristal normal, ya sea por la resistencia a las rayaduras que ofrece el cristal o por el bajo precio al que se vende el CR-39.

La mayor parte de pacientes buscan un lente duradero, no algo que resulte costoso y a los 3–4 meses tenga que cambiarlo.

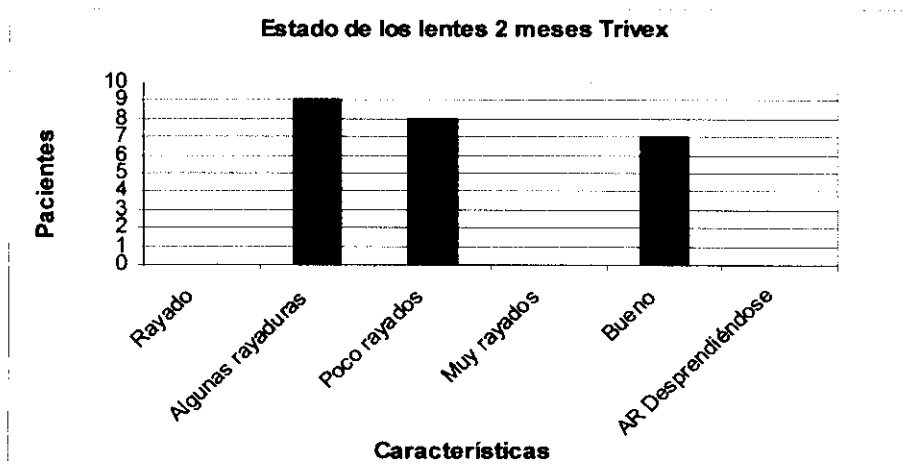
El Trivex

Cuadro 23.

Estado de los lentes 2 meses	Trivex
Rayado	
Algunas rayaduras	9
Poco rayados	8
Muy rayados	
Bueno	7
AR Desprendiéndose	
	24

Fuente: Grupo investigado
Elaborado por: Angel López

Gráfico 50.



Fuente: Grupo investigado
Elaborado por: Angel López

Trivex = 1.532

Policarbonato = 1.586

Esto nos indica que, de los cuatro, el policarbonato es el de más alto índice de refracción, y por lo tanto más delgado que los demás, seguido del Trivex. Esto garantiza que estos materiales sean más livianos que los otros.

Biselado.- En el trabajo de montaje, al realizar el biselado existe dificultad en los dos materiales, debiendo realizarlo en seco, Estos son materiales muy “duros” que hacen más duro el trabajo. pero más aun el policarbonato, el trivex es un poco mas suave.

Protección UV.- Los dos materiales ofrecen buena protección ante los rayos ultravioleta, muy cerca del 100%.

Se diferencian principalmente por:

Aberración Cromática.- Esta diferencia está determinada por el número abbe, mientras el del trivex es igual a 43, el del policarbonato es igual a 30, y mientras más bajo es este índice, mayor aberración cromática presenta.

Tinturado.- El Trivex puede ser tinturado con facilidad, mientras que los policarbonato, en su gran mayoría, no pueden ser tinturados.

Precio.- En cuanto al precio, existe gran diferencia, mientras el policarbonato tallado, de visión sencilla cuesta 18 dólares el par, el trivex cuesta alrededor de 30 dólares el par. Estos precios aproximados, son mayores que los lentes en cristal, 8 dólares y el CR-39 unos 12 dólares.

Finalmente se debe mencionar que el policarbonato es delicado ante la aplicación de acetona, líquido que se emplea para quitar las rayas del marcador permanente con que se dibuja en las lentes, debiendo hacerlo en este material, con alcohol.

3.6. Biselado en Policarbonato y Trivex

Este trabajo consiste en la revisión de las medidas primeramente en el lensómetro, marcaje de centros ópticos y ejes, así como de dibujar en las lentes, de acuerdo a las matrices que llevan la forma del armazón donde se realizará el montaje.

Gráfico 51 Taller de biselado



Fuente: Óptica Visual

Elaborado por: El autor

Luego viene el desbastado, biselado y pulido del borde de las lentes. Esto se puede realizar ya sea en una biseladora automática, semiautomática o manual.

Cuando se trata de biseladora automática o semiautomática, el trabajo se facilita porque la máquina lo hace, desde el desvastado hasta el pulido, debiéndolo hacer también “en seco” pero luego es necesario realizar una buena limpieza a la máquina, puesto que las cañerías y desagües se contaminan, dando lugar a taponamientos.

Gráfico 52 Biseladora automática



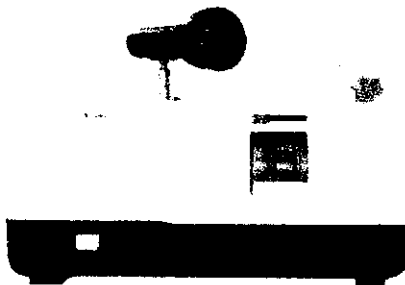
Fuente: Revista 20/20

Elaborado por: El autor

Para realizar el trabajo de biselado en una máquina manual es recomendable primeramente cubrir la zona central de la lente con una cinta adhesiva especial, a fin de evitar que se pueda ocasionar rayaduras con las manos el rato de manipular las lentes.

Tratándose del biselado en una máquina manual, como se ha hecho con los lentes motivo de estudio, el trabajo es más difícil. Este se debe hacer utilizando una piedra de “grano grueso” para el “desbastado” del material o también utilizando una piedra de lija # 60, esta debe ser una “lija de Tela”, así se denomina en los almacenes que la venden, esta incluso es resistente al agua, pero el trabajo en policarbonato y trivex se lo debe hacer en seco.

Gráfico 53 Biseladora manual



Fuente: Óptica Visual

Elaborado por: El autor

Este trabajo se vuelve algo complicado un porque al hacerlo en seco, las partículas que se producen, principalmente en el policarbonato, ensucian todo el sitio de trabajo y por supuesto a la persona que lo realiza. Debiendo, luego del biselado, realizar el pulido, para evitar que el borde de la lente se vea “áspero”.

Gráfico 54 Ranuradora

Fuente: Óptica Visual

Elaborado por: El autor

También, el trabajo de “ranurado”, en lentes de policarbonato y trivex, es más difícil que en cristal o CR-39, aunque se lo realiza en la misma máquina ranuradora, luego se debe realizar una limpieza y pulida del canal en el borde de la lente.

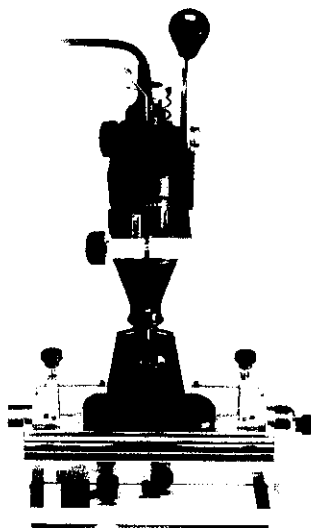
Gráfico 55 Monturas al aire y semi al aire

Fuente: revista 20/20

Elaborado por: El autor

En lentes de tres piezas o al aire, no existe mayor problema al realizar las perforaciones, pudiendo hacerlo manualmente con un pequeño taladro “de mano” ó “de pedestal” y una broca normal, de acuerdo al grosor de los tornillos.

Gráfico 56 Perforadora



Fuente: Óptica Visual

Elaborado por: El autor

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Del trabajo de campo que se ha realizado en esta investigación se puede concluir que:

- Pocas ópticas en esta ciudad conocen las verdaderas características, cualidades, ventajas y desventajas tanto del Policarbonato como del Trivex. Muchos profesionales de la visión como también vendedores tienen un criterio equivocado de las características de estos materiales, al pensar que son materiales que no se rayan.
- La mayor cantidad de ópticas mantienen la “tradicción” en cuanto a la comercialización de lentes, conservando al cristal y al CR39 en sus diferentes variedades; blancos, fotocromáticos, antirreflejos, reducido, etc., como los principales productos que prescriben a sus pacientes.
- Si bien, los dos materiales, son muy resistentes a los impactos, livianos y delgados por su alto índice de refracción; los dos son delicados a las rayaduras, pero más aun el policarbonato, si no es de una buena marca que garantice un excelente recubrimiento antirayas.
- Los dos materiales son muy apropiados para anteojos de 3 piezas (al aire) por su gran resistencia, pero algunos policarbonatos se trizan a nivel de perforación.

- En lo referente a calidad óptica de estos materiales se debe indicar que en policarbonato se presentan casos de aberración cromática, cuando se mira a los lados, esto principalmente en medidas superiores a 3 dioptrías. Estos casos no se presentan con el trivex.
- La capa antireflejo tiene mayor durabilidad en el Trivex, puesto que Policarbonato es muy frágil, debido a la consistencia del material que no permite una buena adherencia.
- En cuanto al montaje de las lentes en policarbonato y trivex, se debe mencionar que estos materiales presentan mucha dificultad para el trabajo de biselado, puesto que es muy duro, debiendo realizarlo en seco, puesto que de este modo es más fácil biselarlos antes que con agua.
- Finalmente, la poca comercialización de estos materiales se debe principalmente a la falta de difusión e información de los distribuidores acerca de estos productos; al precio alto con respecto a los otros materiales y a la “dificultad” que presentan en el trabajo de montaje.

4.2. Recomendaciones

Para un mejor aprovechamiento de las ventajas que puedan ofrecer estos productos podemos recomendar.

- Que las casas distribuidoras de estos productos dicten charlas y exposiciones dirigidas a las personas involucradas en la comercialización de estos lentes en las ópticas, a fin de lograr un mayor conocimiento acerca de las ventajas y desventajas que estos materiales ofrecen.
- Para tener éxito con la utilización de policarbonato, se busquen marcas reconocidas, que ofrecen calidad en policarbonato, esto en cuanto a resistencia y calidad óptica.
- El profesional de la visión o la persona encargada de ventas tiene que estar preparada para instruir al paciente acerca del cuidado de sus lentes, pues, en el caso de los plásticos, por más protección antirayas que posean, siempre son delicados a las rayaduras.
- Para la elaboración de lentes de 3 piezas debemos hacerlo profesionalmente con estos materiales en beneficio del paciente, puesto que el CR39 se rompe con facilidad.
- Se debe preferir el Trivex a pesar de su costo un poco elevado a cambio de la calidad visual que ofrece, también de otros beneficios tales como: posibilidad de tinturar, mejor adherencia del tratamiento antireflejo, que es liviano y delgado.

GLOSARIO

- **Aberración.-** Desviación anómala de los rayos luminosos a través de un sistema óptico.
- **Adición.-** Término empleado generalmente para indicar el número de dioptrías que hay que poner o agregar a los lentes para la visión próxima en la presbicie (Add)
- **Aleación.-** Sustancia obtenida por la incorporación de uno o varios elementos.
- **Ametropía.-** Vicio de refracción que puede ser corregido con lentes correctoras: son de tipo esférico (miopía e hipermetropía) o cilíndricas (astigmatismo)
- **Distorsión.-** Aberración por lo cuál un lente o un espejo deforma la imagen de un objeto.
- **Índice de Refracción.-** Propiedad de algunos medios transparentes para cambiar la dirección y la velocidad de los rayos luminosos al pasar de un medio a otro.
- **Lentes Asféricos.-** Se dice de una superficie curva, no es esférica para corregir aberraciones esféricas.
- **Lentes Esféricos.-** Lentes cóncavos o convexos cuya curvatura es uniforme, puede ser convergentes o divergentes.
- **Lentes polarizados.-** Lentes fabricados con material polarizado para evitar el deslumbramiento en superficies con grades reflejos como el agua nieve o autopistas. Están fabricados con un plástico que contiene compuestos yodados y orientados en una sola dirección.
- **Lentes Prismáticos.-** Lentes tallados en forma de prisma y que sirve para corregir desbalances musculares.
- **Nanómetro.-** Unidad de longitud que es sinónimo de la milimicra y equivale a la millonésima parte de un milímetro y a la mil millonésima parte de un metro.
- **Polímero.-** Compuesto químico de elevado peso molecular formado por polimerización.
- **Radiación Ultravioleta.-** radiación electromagnética con una longitud de onda por debajo de los 360 nanómetros. Oscila entre la luz azul y los rayos x.
- **Radiación Infrarroja.-** Radiación electromagnética con una longitud de onda por encima de los 780 nanómetros.

ANEXO A-1

Taller de biselado, Óptica Visual



Recubrimiento de la lente con cinta adhesiva



Biseladora y desbastadora, manuales



Fuente: Óptica Visual

ANEXO A-2

Desbastado de lentes



Ranurado de lentes



Perforación para lente al aire



Fuente: Óptica Visual

5.- Qué opinión tiene acerca de los nuevos lentes TRIVEX: ventajas y desventajas.

.....
.....
.....

6.- Haciendo una comparación entre los lentes TRIVEX y los materiales convencionales, en su opinión cuál es la mejor opción?

.....
.....
.....

7.- Que resultados ha obtenido en usuarios de lentes en policarbonato y TRIVEX.

.....
.....
.....

8.- Recomendaría la utilización de estos tipos de lentes.

.....
.....
.....

MUCHAS GRACIAS POR SU COLOBORACIÓN

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
ENCUESTA

Óptica:

Nombre del profesional:

Fecha:

Favor contestar las siguientes preguntas.

1.- Qué opinión tiene acerca de las lentes de policarbonato?

.....
.....
.....

2.- En que circunstancias recomendaría lentes de policarbonato?

.....
.....
.....
.....

3.- Con que frecuencia vende lentes de policarbonato?

.....
.....
.....

4.- Qué le reportan sus pacientes en relación a las ventajas y desventajas de las lentes de policarbonato?

.....
.....
.....

ANEXO A – 4
HOJA DE CONTROL

Nombre:

Dirección:

Teléfono:

Fecha del examen:

Rx anterior **OD**

OI

Av con Rx en uso **OD**

OI

AO

Material:

Rx actual: **OD**

OI

Av con RX actual **OD**

OI

AO

Material prescrito:

Recomendaciones y observaciones.....

.....
.....

15 Días después

Síntomas en el paciente.....

Estado del lente.....

Observaciones.....

1 Mes Después

.....
.....
.....

Estado del lente.....

Observaciones.....

2 Meses después

.....
.....
.....

Observaciones

.....
.....
.....

CERTIFICADO

En calidad de profesional en Optometría y como gerente del laboratorio óptico Lux óptica, me parece muy importante la investigación sobre materiales ópticos, que se encuentra realizando el Sr. Ángel López.

El estudio de Policarbonato y Trivex como materiales para el uso de lentes oftálmicas al ser materiales de última generación, son una muy buena opción para el paciente por las ventajas que brindan.

El portador puede hacer uso del presente certificado en lo que crea conveniente.

Atentamente.



OD. Carmita Vásquez
GERENTE GENERAL LUXOPTICA



Dr. Rodrigo Moya V.
OFTALMÓLOGO

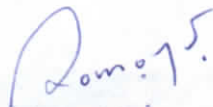
Ambato – Ecuador
Teléfono 2-822958

Ambato, septiembre 13 del 2007

CERTIFICACIÓN

Yo, Rodrigo Moya Velasteguí con cédula de identidad N.- 180017328-6, en mi calidad de Oftalmólogo, emito este certificado de validación sobre el tema de tesis: **“ESTUDIO DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL POLICARBONATO Y TRIVEX COMO MATERIALES PARA LENTES OFTÁLMICAS”** realizado por el Sr. Ángel López Calva, ya que creo muy útil que se realice este tipo de investigaciones, dirigidas a buscar las mejores opciones en beneficio de la visión de nuestros pacientes.

Por lo expuesto, autorizo al interesado para que dé a esta certificación el uso que más le convenga.



Dr. Rodrigo Moya V.

Dr. RODRIGO MOYA
OFTALMOLOGO
CMT 63
2822958 2840307

CERTIFICADO

Yo, Tania Nataly Zambrano, con cédula de identidad N.- 180428440-2, certifico que fui paciente del Sr. Ángel López durante la realización de su tesis de tema **“ESTUDIO DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL POLICARBONATO Y TRIVEX COMO MATERIALES PARA LENTES OFTÁLMICAS”** . En el cuál tuve la oportunidad de conocer los diferentes materiales que se utilizan para la fabricación de lentes, así como comprobar las ventajas y desventajas de los lentes en Policarbonato y Trivex.

Autorizo al estudiante para que de a este certificado el uso que más le convenga.

Ambato, septiembre 13 del 2007


Tania Nataly Zambrano

