

UNIVERSIDAD BICENTENARIA DE ARAGUA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
MIRANDA, VENEZUELA

**Elaboración de un sistema experto para la prescripción de lentes
de contacto para uso optométrico**

Proyecto de Trabajo de Grado para optar al Título de Ingeniero de Sistemas

Autor: Jesús Miguel Campos C.I: 24523329

camposj93@gmail.com

Tutor: Ing. Eliezer Páez González

EliezerPaezDocente@gmail.com

San Antonio de los altos, 06 de junio de 2019

Índice

Resumen.....	3
INTRODUCCIÓN	4
CAPÍTULO I.....	5
IDENTIFICACIÓN DE LA TAREA.....	5
Plan de Requisitos y Adquisición de conocimientos	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.....	5
Funcionamiento y Rendimiento Requerido.....	5
Evaluación y Selección de la Tarea.....	7
Justificación	8
Adecuación	8
Éxito.....	8
Características de la Tarea.....	8
Requisitos Funcionales y Operativos.....	8
Casos de Prueba o Juego de Ensayo	9
Recursos para Desarrollar el Sistema Experto.....	9
Programa de Desarrollo y Análisis de Costos y Beneficios	10
CAPÍTULO II.....	13
ADQUISICIÓN Y FORMALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS.....	13
Capitulo III.....	17
DESARROLLO DE LOS PROTOTIPOS	17
CAPÍTULO IV.....	23
CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA INTEGRADO	23
CAPÍTULO V.....	25
ACTUACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO PERFECTIVO	25
CAPÍTULO VI.....	26
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA	26
Conclusión	28
Recomendaciones	29
Recomendaciones al sistema.....	29
Bibliografías	30
Anexos.....	31

UNIVERSIDAD BICENTENARIA DE ARAGUA
VICERRECTORADO ACADEMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
SAN ANTONIO DE LOS ALTOS, VENEZUELA

Elaboración de un sistema experto para la prescripción de lentes de contacto para uso optométrico

Resumen

El presente trabajo de grado tuvo como objetivo Elaboración de un sistema experto para la prescripción de lentes de contacto para uso optométrico para dicha implementación se utilizó la metodología propuesta por la Universidad Bicentenaria de Aragua la cual está constituida por la elaboración de seis capítulos (identificación de la tarea, adquisición y formalización de conocimientos, desarrollo de los prototipos, construcción del sistema integrado, actuación para el mantenimiento perfectivo y transferencia tecnológica). Permitiendo que a través de una entrevista a un experto en el área de conflicto de forma que pueda obtener una herramienta inteligente para la prescripción de lentes de contacto que sirva de apoyo al experto Humano en el área en cuestión.

Para la implementación de la herramienta antes citada se necesitó un equipo informático con Windows 10 adicionalmente de Adicionalmente fue necesario contar con la última versión de Java 8 para este sistema operativo y así funcionar adecuadamente.

INTRODUCCIÓN

Antes de la aparición del ordenador, el hombre ya se preguntaba si se le arrebataría el privilegio de razonar y pensar. En la actualidad existe un campo dentro de la inteligencia artificial al que se le atribuye esa facultad: el de los sistemas expertos. Estos sistemas también son conocidos como Sistemas Basados en Conocimiento, los cuales permiten la creación de programas y/o máquinas que razonan como el hombre, restringiéndose a un espacio de conocimientos limitado.

En teoría pueden razonar siguiendo los pasos que seguiría un experto humano (médico, analista, contador, empresario, etc.) para resolver un problema concreto. Este tipo de modelos de conocimiento que imita de manera análoga el comportamiento y/o razonamiento humano ofrece un extenso campo de posibilidades en resolución de problemas y en el aprendizaje. Su uso se extenderá ampliamente en el futuro, debido a su importante impacto sobre los negocios y la industria. A continuación, se desarrollará un sistema experto para ayudar a prescribir lentes de contacto según la información dada por un optometrista.

Por otro lado, La optometría es la disciplina encargada del cuidado primario de la salud visual, a través de acciones de prevención, diagnóstico, tratamiento y corrección de defectos refractivos, acomodativos, musculares y enfermedades de la visión. También se ocupa del diseño, cálculo, adaptación y control de lentes de contacto y lentes oftálmicas.

En San Antonio de los altos la necesidad por tecnología en locales optométricos es evidente, en mucho caso de ópticas dentro de la localidad todavía cuenta con sistemas manuales para sus tareas cotidianas, este es el caso de la óptica los castores y es debido a esta necesidad que se realizó un sistema experto la prescripción de lentes de contacto.

CAPÍTULO I

IDENTIFICACIÓN DE LA TAREA

La identificación de la tarea es donde se consideran los objetivos del proyecto del sistema experto para poder determinar si la tarea asociada puede ser tratada con la tecnología de ingeniería del conocimiento. Aquí deben ser definidos las características del problema y se definen los requisitos que enmarcan la solución del problema. Este capítulo se subdivide en las siguientes etapas:

Plan de Requisitos y Adquisición de conocimientos

Objetivo General

Elaboración de un sistema experto para la prescripción de lentes de contacto para uso optométrico.

Objetivos Específicos

- Definir las características importantes que llevan a la prescripción de un tipo de lente de contacto.
- Diseño de un con conjunto de reglas y hechos que sirvan para construir la base de conocimientos del sistema.
- Construcción el motor de inferencia para que el sistema razone.
- Implementación una interfaz gráfica amigable que permita la interacción con el usuario.
- Ensamblar los elementos anteriores para formar el sistema experto.

Funcionamiento y Rendimiento Requerido

El sistema experto trabaja con un hardware que dispone componentes completamente accesibles para cualquier experto en el área de optometría. Lo que lo convierte en una herramienta bastante accesible. El desarrollo de la aplicación está orientada a servir como asistente del experto en este caso es optometrista de tal forma que pueda satisfacer las necesidades de este ultimo.

Por otro lado, el lagunaje de programación idóneo para elaborar dicho sistema experto es JAVA ya que permite ofrecer variadas ventanas amigables, iconos e imágenes que ayudan a acceder a funciones, que podrán ser ejecutadas una vez instalado el sistema experto. Sus principales funciones serán:

- Interfaz para recolectar los datos del cliente. Esta interfaz está compuesta por un formulario que funciona como entrada de datos del cliente.

- Interfaces para preguntar datos relevantes para la preinscripción: una vez obtenidos los datos del cliente el sistema debe hacer una serie de preguntas para tomar una decisión sobre que lentes de contacto prescribirle a usuario.
- Interfaz de salida de los resultados: por último el sistema muestra la prescripción obtenida de la información solicitada al usuario.

Fiabilidad

La fuente de los conocimientos obtenidos para el sistema experto proviene de diversas documentaciones de disponibles en la web y también provienen de diversas entrevistas optometristas en la localidad de San Antonio de los altos. Todos estos conocimientos son vitales para que sistema pueda hacer su labor con el mejor grado de fiabilidad posible.

Calidad

La información adquirida por medio de los diferentes métodos descritos anteriormente, cumplen con requisitos necesarios para la obtención de buenos resultado el área donde se desempeña el sistema experto.

Limitaciones de Costo/Tiempo

El desarrollo de este proyecto de sistema experto tiene como tiempo disponible, un total de 8 semanas. En donde se contemplan el diseño, codificación e implementación de sistema experto de esta forma se garantiza la perfecta funcionalidad del mismo.

Con respecto a los gastos económicos no son demasiado elevados, ya que se trata de una aplicación que no consume demasiados recursos del hardware, lo que implica que no sea necesario comprar un equipo hardware. Es decir que el sistema funcionara con cualquier equipo que ya tenga el usuario.

Los gastos económicos del sistema experto que se desarrolla fue de 80.000 Bs. Esto se puede apreciar al detalle, en el siguiente análisis.

El análisis de costo arrojó los siguientes valores:

Costo del Proyecto = Total Costo Semanal * Mensual (8 Semanas)

Costo del Proyecto = 10.000,00 * 8 = 80.000,00 Bs.

A este subtotal debe incluirse los gastos operativos generados por la cancelación de las 3 fases del proyecto, lo cual se traduce a un aproximado de 5000 por cada una.

Total del Proyecto = Costo del proyecto + Total de las fases

Total del Proyecto = 80.000 + 15.000 = 95.000,00 Bs.

Para culminar se le presenta el subtotal del proyecto al cual se le debe incluir los gastos imprevistos por Bs. 5.000 para un monto final de:

Total de gastos = Total del Proyecto + Gastos Imprevistos

Total de gastos = 95000 + 5.000,00 = 100.000,00 Bs.

Requisitos de Fabricación

La implementación del sistema experto propuesto tiene la finalidad de prescribir lentes de contacto para lograr satisfacer la demanda de los mismos en el sector optométrico. Y para ellos requiere lo siguiente:

- ✓ Conocer las distintas afecciones de la vista
- ✓ Conocer la agudeza visual de la persona con el problema de la vista.
- ✓ Conocer la nomenclatura utilizada en el área optométrica
- ✓ Conocer métodos de diagnóstico para afecciones de la vista
- ✓ Determinar característica de la vista del paciente

Tecnología Disponible

Actualmente el proceso de la prescripción de lentes de contacto se realiza de forma manual. Los datos los recogen a través de formularios y pruebas de la vista que permiten que lente de contacto es necesario para cada caso. El uso de computadores en esta área es muy escaso y los pocos expertos que se apoyan en ellos para la sustitución de los formularios en papel.

Competencia

Cada oftalmólogo experto entrevistado tiene más de 5 años de experiencia en el sector y realizando prescripciones de lentes casi a diario evitando de no producir errores en el proceso. El perfil del experto mencionado es el requerido para brindar apoyo y asesoría a el desarrollo del sistema experto.

Ampliaciones Futuras

El sistema experto busca prestar apoyo cada experto en el área optométrico para facilitar y agilizar el trabajo en el sector. De tal forma que toda óptica incorpore el sistema a sus procesos diarios. Por otro lado, es necesario señalar la capacidad de aprendizaje que tiene el sistema en operación.

Evaluación y Selección de la Tarea

Cálculo de la Viabilidad

En el análisis de viabilidad de la implantación del sistema experto se toman en consideración la necesidad de contar con una herramienta informática en el sector oftalmológico, que sirva como asistente del experto en oftalmología. Específicamente en la tarea de prescribir lentes de contacto a cualquier paciente.

Plausibilidad

La gran experiencia con la que cuenta optometristas de la localidad de San Antonio de los altos, en la prescripción de lentes de contacto se considera suficiente para analizar y entender

la herramienta planteada. Los aspectos más importantes de dichos expertos son su lenguaje difuso usado en el campo y los conocimientos que solo se pueden obtener por medio de la experiencia. Con esto se logran resultados confiables y precisos.

Justificación

Hoy en día, en el campo de la oftalmología se ha recurrido a la tecnología para mejorar las técnicas de corrección de la visión y de esta forma ofrecer calidad de vida a personas que tienen importantes deficiencias visuales. Por otro lado, los optometristas deben mantenerse a la vanguardia para satisfacer las necesidades de su clientela que les llega por recomendación del oftalmólogo.

Dado los impedimentos visuales puede existir en diversas personas es que es imprescindible la innovación tecnológica en esta rama de la medicina que como en otras hay una fuerte presencia de la inteligencia artificial. Que ha logrado grandes avances en el campo en cuestión.

Adecuación

El sistema experto que se presenta tiene las siguientes características funcionales:

- Reducir el tiempo de análisis de los datos paciente oftalmológicos.
- Presentar una interfaz gráfica fácil de utilizar por el experto en cuestión
- Proporcionar resultados coherentes y precisos

Éxito

Para el desarrollo de un sistema experto eficaz es necesario establecer una serie de estrategias para hacer que el trabajo humano sea ejecutado a la perfección por la máquina. También se trata de llevar el conocimiento del experto a un lenguaje entendible por la máquina.

Características de la Tarea

En este momento se estructuran y definen las características más relevantes de sistema a desarrollar, además de todo lo referente a la instalación e implementación, dichas características son:

Requisitos Funcionales y Operativos

Los requisitos se resumen de la forma siguiente:

- El sistema experto debe consolidar los diferentes procesos que se requieren, tales como la toma de datos, el análisis, las conclusiones y las recomendaciones a dar a cada caso.
- Se debe consolidar el buen funcionamiento del sistema bajo el sistema operativo "Windows".

- La herramienta debe contar con una interface grafica de fácil navegación.
- El sistema experto debe ser capaz de orientar a cualquier persona, que se desenvuelva en el campo de la oftalmología, y que también debe prescribir lentes de contacto a los distintos clientes.
- La herramienta debe ser instalada en equipos que tengan disponible el lenguaje de programación “java” con el compilador NetBeans 8.1 IDE.

Casos de Prueba o Juego de Ensayo

Una vez realizado estudio de sobre el equipo de trabajo de la óptica de los castores, y sus características; se comprobó el buen funcionamiento del lenguaje de programación orientado a objeto “java”. Se diseñó la estructura de funcionamiento del sistema experto, en cuanto a los datos de entrada y las posibles respuestas como salidas del ciclo de consulta. Todo fue analizado y avalado con los conocimientos del optometrista de dicha óptica.

Se utilizaron varios estudios realizados previamente, para constatar los resultados arrojados por el sistema experto y observar si las respuestas son semejantes.

Se realizó la verificación y las validaciones del funcionamiento y resultados arrojados por sistema experto, por parte del experto optometrista, analizando el comportamiento de la herramienta. Se comprobó que el lenguaje de programación utilizado no contenga errores de ejecución y que el producto final o resultado que aporta el sistema experto satisface los requisitos y especificaciones de diseño. Así mismo se determinó la calidad del sistema inteligente desarrollado.

Recursos para Desarrollar el Sistema Experto

Los recursos que fueron utilizados a lo largo del desarrollo de este proyecto, tanto en lo concerniente al hardware como al software, fueron:

Software

Sistema Operativo Windows 10 y Linux Ubuntu 18.04.

Lenguaje de programación orientado a objeto “java”.

Compilador NetBeans 8.1.0

Hardware

Equipo de Mesa

Intel Core i3-2100, 3.10GHz, Cache 6 Mb

Disco Duro de 500Gb

Memoria RAM de 4Gb

Programa de Desarrollo y Análisis de Costos y Beneficios

A continuación, se presenta un cuadro, donde se describe de forma detallada todas las fases que contempla el desarrollo de este proyecto. También se indican cada una de las actividades que son necesarias y que serán ejecutadas durante las 8 semanas asignadas para desarrollar exitosamente este proyecto.

Cuadro 1
Cronograma de Actividades

Fases	Actividades	Recursos Técnicos	Recursos Económicos (Bs.)	Criterio de Aceptación	Plan Alternativo	Número de Semanas							
						1	2	3	4	5	6	7	8
Fase I Identificación de la tarea	Definición del problema y análisis al detalle de las necesidades planteadas	Papel, lápiz, impresora, laptop	10000,00	Recolección de la información que permita el análisis	Revisión de instrumentos de recolección de datos								
	Definición plena de los elementos necesarios para un buen funcionamiento, por parte de los futuros usuarios del sistema experto	Papel, lápiz, impresora, laptop	11.000,00	Revisión de los requerimientos funcionales	Análisis de la información suministrada por los usuarios								
Fase II Adquisición y formalización de la información	Análisis del funcionamiento actual para la recopilación de datos en campo oftalmológico, así como su ordenamiento como información.	Papel, lápiz, impresora, laptop	11000,00	Revisión del funcionamiento actual	Diseñar un sistema con exigencias actuales y futuras								

	Instalación del sistema operativo Windows 7 o Linux Ubuntu 18.04.	Papel, lápiz, laptop,	22000,00	Verificar el Funcionamiento correcto en cualquier host	Aprobación por parte de los usuarios, del empleo de cualquier host.												
Fase V Actuación para el mantenimiento perfecto	Pruebas en diferentes equipos que tengan como sistema operativo Windows 7 o 10 y con lenguaje de programación Java instalado.	Papel, lápiz, laptop	22000,00	Correcto Funcionamiento de las diferentes plataformas de sistemas operativos	Aceptación del desempeño del sistema operativo por los usuarios												
	Corrección de posibles fallas o errores durante su ejecución.	Papel, lápiz, laptop	22000,00	Resultados óptimos en múltiples host de manera efectiva	Reconocimiento de corrección de errores, por parte de los usuarios.												
Fase VI Transferencia Tecnológica	Desarrollo de un manual de operación. Recomendaciones . Bibliografía	Papel, lápiz, impresora, laptop	24000,00	Consulta de información satisfactoria para el entendimiento factible del usuario	Diseñar el manual de usuario												

Retorno de la Inversión

El optometrista motivado por su necesidad de un sistema que le permita decidir si a una persona se le pueden prescribir lentes de contacto. Está dispuesto a invertir una suma de dinero considerable para la elaboración del sistema experto descrito anteriormente. Luego de realizada la inversión para el desarrollo e implementación del sistema experto la óptica de los castores ya tendrá solventada dicha necesidad.

CAPÍTULO II

ADQUISICIÓN Y FORMALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS

El proceso de adquisición de conocimientos se realiza mediante el uso de la técnica de recolección de la información, aplicada a un evento determinado con el fin de obtener todas las características necesarias que permitan construir un sistema, cuya base sea precisamente ese conocimiento. Este proceso se aplica en todas las fases de desarrollo del sistema, debido a que cada fase requiere de información precisa y detallada.

Descripción del Proceso de Adquisición

Para el desarrollo e implantación de la herramienta informática del tipo sistema experto que beneficiara el funcionamiento de la óptica de los castores, se consultó una serie de artículos del área de optometría además de una entrevista al optometrista de la óptica, esto con el propósito de construir una base de conocimiento confiable para el cumplimiento de la tarea encargada a sistema experto.

La adquisición de conocimiento comenzó con la consulta de los artículos anteriormente mencionados en estos se establecen los siguientes puntos relevantes para el sistema:

- Composición de la receta de lentes de contacto
- Detección de miopía e hipermetropía
- Detección del astigmatismo
- Medición de la agudeza visual

El conocimiento que obtiene por medio de la experiencia se obtuvo por medio de una entrevista al optometrista Héctor Morales de la óptica de los castores. Las preguntas de la entrevista se muestran a continuación:

Cuadro 2

Entrevista al experto (Preguntas)

1. ¿Cuántos tipos de lentes de contacto existen?
2. ¿Cómo decide en qué casos prescribir algún tipo lentes de contacto?
3. ¿Cuáles son los errores más comunes en la prescripción de lentes de contacto?
4. ¿Qué datos los más importantes más importante en una receta de lentes de contacto?
5. ¿Es necesario saber si el paciente sufre de producción de lágrimas reducida? ¿y serlo como se detecta?
6. ¿Cómo se establecer la potencia dl lente en función de su experiencia?
7. ¿A qué edad se puede padecer de pre-prebicia?

Descripción de la adquisición del conocimiento teórico

Composición de la receta de lentes de contacto

Las recetas de lentes de contacto contienen los siguientes datos que de cada ojo por separado:

- Poder de refracción: la cantidad de corrección de la visión expresado en dioptrías
- Curva base: la curvatura posterior del lente de contacto.
- Diámetro: la distancia del centro del lente al borde
- Eje: es la medida exacta para la corrección del astigmatismo
- Agregar Potencia: la potencia de adición en los lentes bifocales.
- Color
- Marca

Detección de miopía e hipermetropía

Para detectar esta condición es necesario hacer alguna prueba de la visión por ejemplo el test bicromático que le mostrarle al paciente dos pantallas de distinto color una verde y la otra roja dependiendo de qué color vea mejor el paciente tiene una u otra condición.

Cuando el ojo es miope, el punto focal queda por delante de la retina. En este caso, los dos puntos focales, rojo y verde, quedan por delante de la retina. Como la retina está por detrás de ambos, el enfoque rojo queda más cerca de la retina que el verde y, en consecuencia, la persona distingue mejor las imágenes sobre el fondo rojo.

Cuando el ojo es hipermetrope, ambos focos, rojo y verde, están por detrás de la retina. Pero, nuevamente, como el punto rojo siempre está por detrás del verde, estando el verde por delante del rojo, quedará más cerca de la retina y la persona, verá mejor sobre un fondo verde.

Detección del astigmatismo

Para detectar el astigmatismo es necesario realizar el test del círculo horario este consiste en mostrarle al paciente un círculo de líneas si el paciente ve unas líneas más claras que otras tiene astigmatismo de lo contrario no lo tiene.

Medición de la agudeza visual

La agudeza visual es el parámetro que evalúa la capacidad del sistema visual para detectar y discriminar detalles de un objeto. Esta capacidad se mide mediante un test específico con unos parámetros determinados (tamaño, contraste, iluminación y distancia). Es una medida de la salud ocular, dado que numerosas patologías pueden causar un déficit o incluso una pérdida total de visión.

Descripción de la adquisición de conocimiento del experto

Análisis de las respuestas del experto

Respuesta 1:

Existen tres tipos de lentes de contacto los tóricos, los suaves y los de gas permeable. Los lentes tóricos habitualmente son usados para describir los lentes de contacto blandos especialmente diseñados para la corrección de astigmatismo. Sin embargo, estos lentes no se consiguen en Venezuela. Los lentes suaves que son para corregir la visión lejana y por último los lentes de gas permeable que son para la corrección del astigmatismo.

Respuesta 2:

Por lo general se decide prescribir algún lente de contacto a pacientes con fórmulas muy altas de miopía o hipermetropía de entre 14 a 20 dioptrías.

Respuesta 3:

Los errores más comunes en la prescripción de lentes de contacto son más que todo el tamaño lente. Es decir que el lente queda muy apretado en la córnea.

Respuesta 4:

Todo tipo paciente puede usar lentes de contacto, el dilema está en que tipo necesita.

Respuesta 5:

Si se hacen prueba para saber si la persona es de ojos secos, para determinar mantendrá hidratado y no vaya a causa algún daño al paciente. Una prueba para determinar esto es la Prueba de Shirma. La forma en que se realiza el examen: El oftalmólogo colocará la punta de una tira especial de papel dentro del párpado inferior de cada ojo. Ambos ojos se examinan al mismo tiempo. Antes del examen, le aplicarán gotas oftálmicas anestésicas con el fin de evitar el lagrimeo de los ojos, debido a la irritación causada por las tiras de papel. El procedimiento exacto puede variar. La mayoría de las veces, los ojos se cierran durante 5 minutos. Cierre los ojos suavemente. El hecho de apretar al cerrar los ojos o frotarlos durante la prueba puede arrojar resultados anormales del examen. Después de 5 minutos, el médico retira el papel y mide qué tanto del papel está húmedo.

Respuesta 6:

Cuando los contactólogos adaptamos una lente de contacto, hay que tener en cuenta un valor importante llamado distancia al vértice. La distancia al vértice se define como la distancia que existe entre el ápex corneal y el centro óptico de la gafa, normalmente se expresa en milímetros. Normalmente suele estar entre 12 – 14mm. La distancia al vértice es importante cuando vamos a calcular la potencia a implantar de una lente de contacto a partir de la graduación de la gafa. La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$\text{Potencia (LC)} = \text{Potencia Gafa} / 1 - (\text{Potencia Gafa} \times \text{distancia vértice})$$

Respuesta 7: la presbicia es posible que aparezca en niños y gente joven con hipermetropía. Sin embargo, los miopes no les aparece hasta los 50 años.

Conclusión de la Fase de Adquisición

El proceso de adquisición y formalización de conocimientos es la actividad principal ya que a partir de este se sustenta toda la construcción del sistema experto para la prescripción de lentes de contacto. Toda la información recolectada resulto beneficiosa ya que son puntos clave que permiten establecer las reglas y hechos para la resolución del problema planteado.

Durante la construcción del proyecto el experto optometrista realizo importantes innumerables contribuciones y aportes para el desarrollo de la base de conocimiento del sistema experto, le permitirá tener el mejor funcionamiento posible y dar la mejor solución factible teniendo en cuenta un universo de numerosas combinaciones de situaciones y problemas, con soluciones planteadas, También permitió tener una visión más clara del área de estudio.

Este proceso se llevó a cabo entre el mes de mayo del 2019 y Julio del 2019, bajo este periodo se realizó una entrevista al experto optometrista que permitió obtener el conocimiento proveniente de la experiencia del experto sobre el área de interés.

Capítulo III

DESARROLLO DE LOS PROTOTIPOS

En el desarrollo de los prototipos, se iniciaron con la fase de una definición rigurosa de todas las especificaciones del sistema, hasta llegar a los elementos exactos y precisos que de dichas especificaciones se puedan obtener, con el fin establecer la forma y el cómo lograr sus respectivas construcciones.

Los requerimientos de los usuarios serán comprendidos de una mejor manera a partir de la demostración, a partir de la demostración de cada prototipo construido, complementado por las características que debe tener la herramienta a implementar. Es decir, conocer la problemática existente y en base a esto realizar las configuraciones pertinentes, con el objetivo de corregir la situación actual.

Una de las ventajas que ofrece el desarrollo de un prototipo, es que permite que el mismo se puede ajustar según las inquietudes que tengan los usuarios durante el proceso de desarrollo constructivo de este proyecto.

Para desarrollar el prototipo de demostración se deben llevar a cabo las siguientes etapas:

Concepción de la Solución

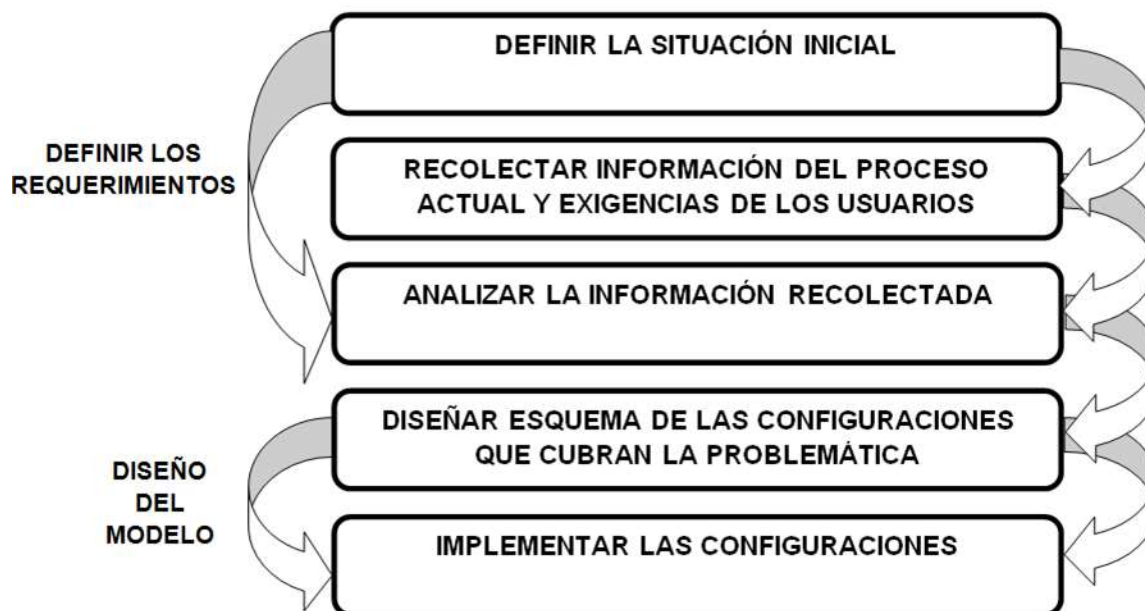
El objetivo principal de esta etapa es la de realizar un diseño general de las configuraciones del sistema. Iniciando con el estudio de las especificaciones secundarias o parciales con las que debe contar la herramienta y luego complementada con las especificaciones aportadas por los usuarios. Una vez compilado todo lo anteriormente señalado se procede entonces, a elaborar un diseño general.

La solución implementada para cumplir con lo planteado es ejemplificar un conjunto de aplicaciones esenciales para el proceso de “la prescripción de lentes de contacto” partiendo de los datos resultantes de las diferentes pruebas para la visión que se les pueden hacer a los diversos pacientes. De esta manera ofrecer lentes que mejor se adapten a las necesidades de cada uno.

En el próximo recuadro se señalan cada una de las etapas que se ejecutaran durante el desarrollo de esta implementación:

Cuadro 3

Etapas de Análisis y Diseño del Sistema Experto para la prescripción de lentes de contacto



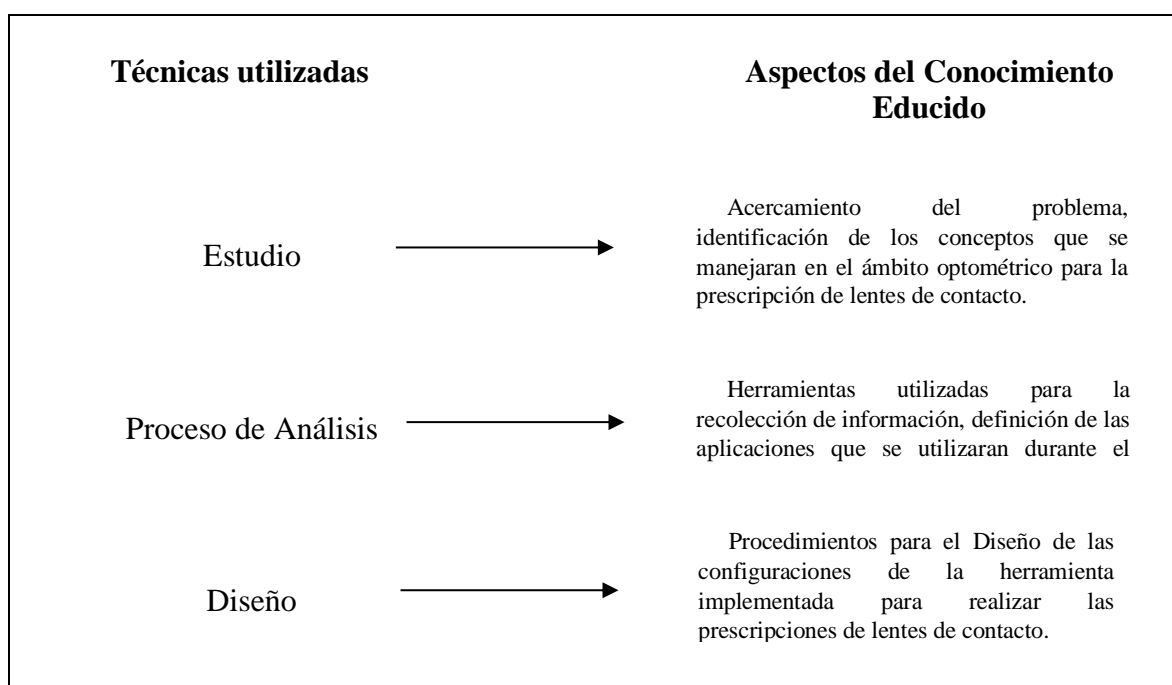
1. Definir la Situación Actual: Definir de forma precisa y clara la situación actual del funcionamiento de la optica de los castores
2. Recolectar Información del Proceso Actual y Exigencias de los Usuarios: Se procede a recoger todas las necesidades y requerimientos para transformar un proceso de estudios que se realizan manualmente a un proceso tecnológico y que cumpla con las exigencias de los usuarios para el uso de esta herramienta.
3. Analizar la Situación Recolectada: Se define el escenario de funcionamiento y las fallas que posee, con el fin de logara construir una solución que mejore ese escenario y corrija dichas fallas..
4. Diseñar Esquema de las Configuraciones que Cubran las Exigencias: Se construyen las configuraciones necesarias en la herramienta implementada “Sistema Experto”.
5. Implementar las Configuraciones: Se ponen en funcionamiento y se evalúan, de acuerdo al desempeño logrado se decide mejorarlas, modificarlas o simplemente dejarlos permanentes y definitivos.

Adquisición Conceptualización de los Conocimientos

Educción del Conocimiento

Con el fin de facilitar el acceso a este tipo de conocimiento se implementaron una serie de diversas técnicas de educación, que son reflejadas en el siguiente esquema:

Cuadro 6
Técnicas de Educación



Conceptualización de los Conocimientos

En esta etapa del proyecto se describirán detalladamente las fases para la realización de la conceptualización de los conocimientos. Se definen las tareas y la forma como se obtienen los datos. Finalmente se presenta como último subproceso, un diccionario de conceptos que se manejan a lo largo del desarrollo e implementación de esta herramienta, cuyo objetivo principal es el de mejorar el entendimiento de la herramienta Sistema Experto para prescripción de lentes de contacto.

Las características de los conocimientos educados son:

- Estudio: Sistema Experto para la prescripción de lentes de contacto (Información de las características de la herramienta).
- Análisis: Selección de la herramienta para la recolección de la información.
- Diseño: Procedimiento para la elaboración de las configuraciones en la herramienta.

A través del uso de entrevistas se recolecta la información necesaria para construir las configuraciones pertinentes según se necesita, abarcando los siguientes puntos:

- Definir el sistema operativo que deben poseer los host para el correcto funcionamiento de la herramienta.
- Definir los tipos y cantidad de Datos de entrada o alimentación del sistema.
- Definir con el experto el contenido del módulo de conocimiento.
- Definir la seguridad del sistema, en cuanto a la información que se encuentra disponible en el módulo de conocimiento.
- Definir el tipo y cantidad de información que aportara el sistema como datos de salida y resultado final.
- Definir la complejidad de las diferentes interfaces del sistema, como elementos de comunicación usuario-maquina.

Unas de las Reglas de Hecho determinadas son:

Si el paciente es miope y tiene más 50 años → Presenta presbicia

Si el paciente es Hipermetrópe y tiene más 40 años → Presenta presbicia

Si el paciente tiene menos 40 años y presenta síntomas presbicia → Presenta pre-presbicia

El paciente podrá usar lentes de contacto, Si y solo si, No presenta ojos reseca

Si el paciente tiene presbicia → prescribir lentes de contacto bifocales

Si el paciente tiene pre-presbicia → prescribir lentes de contacto bifocales

Si el paciente tiene astigmatismo → prescribir lentes de contacto de gas permeable

Si el paciente no tiene astigmatismo → prescribir lentes de contacto de suaves

Ejemplos de encadenamiento de reglas utilizados.

Si el paciente tiene presbicia y tiene astigmatismo → prescribir lentes de contacto bifocales de gas permeable.

Si el paciente tiene pre-presbicia y tiene astigmatismo → prescribir lentes de contacto bifocales de gas permeable.

Si el paciente tiene presbicia y no tiene astigmatismo → prescribir lentes de contacto bifocales suaves.

Si el paciente tiene pre-presbicia y tiene astigmatismo → prescribir lentes de contacto bifocales suaves.

Implementación

En los momentos actuales la optica de los castores tiene un sistema manual para la prescripción de lentes de contacto, al no contar con una herramienta tecnologica se presentan considerables colas para atender su clientela. Es por lo anteriormente expuesto que se que s definido hacer uso de la herramienta informática sistema experto, con el fin de llevar una tarea rutinaria de la optica y permita agilizar la atención al cliente.

Validación y Evaluación

Para la verificación de errores que pudieran presentarse, tanto de sistemas como de resultados finales, es decir en conclusión y recomendaciones, se realizaron diversas etapas en varias fases de implementación y usos del sistema experto. Dichas fases fueron:

1) Instalación de la Herramienta en la maquina seleccionada: Los mecanismos que se utilizaron en esta etapa de implementación fueron:

- Se verificó que el paquete de instalación del sistema experto para la prescripción de lentes de contacto.
- Se verificó el correcto funcionamiento de los procesos y diferentes interfaces que ofrece el sistema.

2) Administración de la Herramienta: Los mecanismos que se utilizaron en esta etapa fueron:

- Se verificó la correspondiente aceptación del sistema, en cuanto al ingreso de los diferentes datos solicitados.
- Se verificó la correspondiente secuencia de ocurrencia de las interfaces del sistema.

3) Reportes Generados por la Herramienta: Los mecanismos que se utilizaron en esta etapa fueron:

- Se verificó la correcta información generadas en los reportes
- Se verificó que una vez ejecutados los comandos correspondientes, se generara la respectiva información solicitada y esperada.

Una vez realizado el procedimiento citados, se comenzo a verificar si los resultados arrojados por el sistema experto estuvieran correctos y no se presentaran errores al momento de la ejecucion.

Formalización de los Conocimientos y Definición de Nuevos Requisitos

Los procedimientos diseñados con el fin de permitir obtener la solución del problema o necesidad que tiene en la actualidad la optica de los castores para el cumplimiento de sus funciones, son los siguientes:

- Implementacion de la tecnologia en sus funciones rutinarias, debido a que presenta no dispone de esta.
- Proceso de adquisición de datos de clientes por medio de un sistema experto, con una correcta programacion que logre resguardar la información dada una cualquier evetualidad, asi como comparar con el módulo de conocimiento y permita realizar inferencia para obtener conclusiones y otorgar recomendaciones adecuadas y ajustadas a lo científico y real.
- Generar un recipe medico los datos basicos de la prescripcioón y la recomendación resultante del razonamiento del sistema.
- Almacenar registros de los recipes técnicos generados, en el disco duro de la maquina donde funciona la aplicación del sistema experto.

En la nesecidad de que tiene la optica de los castores de de desarrollarse tecnológicamente y mejorar su rendimiento actual para a su vez obtener mejores ganacncias , se fue provisto de los recursos técnicos, científicos y logísticos, con el fin de lograr el objetivo de poner en funcionamiento pleno la herramienta informática, una vez verificada la calidad y el correcto funcionamiento de la misma a través de las diferentes pruebas planificadas.

CAPÍTULO IV

CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA INTEGRADO

Requisitos y Diseño de la Integración con otros Sistemas

El Sistema Experto para la prescripción de lentes de contacto, está diseñado para trabajar e integrarse con sistemas operativos, tales como:

- Windows 7
- Windows 10
- Linux Ubuntu

Instalación del Sistema Experto para la prescripción de lentes de contacto en Windows 7, Windows 10 y Linux Ubuntu.

- Poseer una cuenta de usuario en las respectivas maquinas a instalarse y estar autorizado por el administrador de las mismas.
- Verificar que se encuentra instalado en el disco duro de las computadoras el lenguaje de programación orientado a objeto Java en su última versión.
- Instalar el lenguaje de programación orientado a objeto Java en su última versión.
- Localizar y copiar en el disco duro de la maquina el archivo ejecutable de Jva, que contiene el programa del sistema experto.
- Crear una carpeta que funcione como área de almacenamiento de los archivos provisionales y Reportes o informes finales. Esta carpeta funcionará como una base de datos.
- Ingresar datos del paciente y esperar la prescripción.

Desinstalación del Sistema Experto para la prescripción de lentes de contacto en Windows 7, Windows 10 y Linux Ubuntu.

- Para desinstalar la herramienta solo se toca el link del icono del sistema experto y se le da a la opción eliminar.

Requerimientos de Hardware y Software

- 500 GB de espacio en Disco Duro.
- 4 GB de memoria RAM.
- Windows 7, Windows 10 y Linux Ubuntu

Aceptación del Sistema por el Usuario

El sistema experto para la prescripción de lentes de contacto es una herramienta de fácil instalación y manejo. Así mismo puede ser instalada en cualquier computador ya que no consume muchos recursos. Así misma puede ser instalada en cualquier máquina que contenga los requerimientos mínimos de software y hardware mencionados en ítems anteriores, adicionalmente permite un ahorro sustancial de tiempo y dinero a la óptica de los castores.

Por todo lo anteriormente expuesto fue positiva el agrado de aceptación por parte de los usuarios del sistema experto, que trabajan dentro de la óptica. Quienes mencionaron que la herramienta cumple con los requerimientos establecidos por ellos.

CAPÍTULO V

ACTUACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO PERFECTIVO

Definir el Mantenimiento del Sistema Global

Para la actualización del mantenimiento del Sistema Global se propone realizar:

- Conforme es usado el sistema experto, se evaluará periódicamente si se ha encontrado alguna dificultad para el uso del sistema o si se han descubierto omisiones o errores en el mismo.
- Implementar un camino para reportar problemas que el optometrista encuentre, al diseñador de la herramienta, con el fin de realizar los cambios o ajustes pertinentes.
- Actualizar periódicamente las versiones del lenguaje de programación Java, con el fin de garantizar el correcto funcionamiento del sistema experto dentro del sistema operativo de la máquina.

Definir el Mantenimiento de la Base del Conocimiento

- Evaluar periódicamente si la organización adquiere nuevos productos y equipos, así como también realizar cambios en los procedimientos, motivado a la utilización exclusiva de recursos existentes para el momento o por motivo del avance tecnológico que se producen continuamente.
- Establecer un plan donde se evalúe de forma periódicamente la información establecida dentro del módulo de conocimiento, con el fin de verificar si se maneja la misma o ha sido reemplazada por otro tipo de información.

Documentación del Sistema

Como proyecto de sistema experto, la documentación generada debe ser organizada para facilitar el acceso a ella, como método efectivo para el manejo de la información.

Como el sistema experto es una herramienta para imprimir una prescripción para un tipo en específico de lente en donde se deben especificar los elementos que constituyen dicha prescripción. El formato a utilizar son archivos de texto, compilados en una carpeta en el disco duro.

CAPÍTULO VI

TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Luego de la implementación de una herramienta informática o sistema tecnológico se necesita para su correcto uso rutinario, una adecuada transferencia de manejo de la herramienta antes citada. Especialmente en sistemas los cuales manejen información crítica de unidades militares de ingeniería y sean utilizados día tras día.

Organización de la Transferencia Tecnológica

- Se definirán etapas de entrenamiento con las personas involucradas directamente con la herramienta para explicar su manejo propio, abarcando instalación, administración, monitoreo de todos sus componentes.
- Conjuntamente a esto se diseñará un manual de usuario que permitirá servir de guía para el optometrista de turno, y poder tener un material de apoyo.

Documentación del Sistema

En proceso de transferencia tecnológica se desarrolló un manual de usuario que tenga como objetivo el de ayudar y orientar al optometrista de turno en caso de que se necesite.

MANUAL DE USUARIO

El manual de usuario está estructurado en 2 capítulos

- 1) Instalación de la herramienta Sistema Experto para el estudio geotécnico de suelo y selección de fundaciones (Windows 7).
- 2) Manejo de la herramienta de sistema experto.

Capítulo 1 – Instalación del Sistema Experto para la prescripción de lentes de contacto (Windows 7).

A continuación, están las indicaciones que se necesitan para realizar la instalación de la herramienta informática en el sistema operativo Windows 7, Los pasos que deben realizarse son los siguientes:

- Poseer el usuario y contraseña del Administrador para tener todos los permisos necesarios.
- Localizar el archivo ejecutable de instalación .jar directamente en el CD-ROM y copiarlo en el escritorio de la máquina. Verificar si abre el archivo, haciendo click sobre el icono correspondiente.

Capítulo 2 – Manejo de la herramienta de sistema experto.

Al abrir la aplicación la deberá llenar el formulario que se le pide con los datos del paciente y dar click sobre el botón prescribir y el sistema preguntará información relevante del caso del paciente y al final dará su recomendación.

Conclusión

En lo general la inteligencia artificial recibe muchas críticas por la gran capacidad que tiene esta por quitarle empleos a los seres humanos, Sin embargo, lo que muchas personas que tienen este pensamiento ignoran, es que en muchas ocasiones no es óptimo para la empresa emplear a un humano cuando el trabajo lo puede realizar una maquina mucho mejor. Además, que la capacitación de un humano es más larga. Por otra parte, hay que tener en cuenta que en ocasiones el beneficiado por tener un sistema experto en una empresa también puede ser el empleado ya que se le simplificaría considerablemente el trabajo.

Regresando otra vez a al problema tratado con el desarrollo del sistema del caso de estudio de los tipos de lentes; el programa prescribe los lentes a según la información suministrada por el optometrista sin ningún fallo observable.

Para finalizar se puede decir que este programa es una versión beta ya que todavía faltan aspectos del código simplificar para aumentar la velocidad de respuesta de sistema Además que se deben agregar métodos para el aprendizaje del agente.

Recomendaciones

Recomendaciones al sistema

- Se recomienda mantener actualizado la versión del lenguaje de programación “java”, con el fin de permitir la funcionalidad optima de las capacidades del sistema experto.
- Incluir las licencias de los sistemas operativo Windows 7 o 10 para que no se presenten conflictos con los archivos ejecutables de Java.
- Contar con un administrador de base de datos. Recomienda específicamente el Heidi SQL en su última versión

Recomendaciones a los usuarios

- Seguir las normas de uso del sistema experto
- Mantener el uso de la herramienta diariamente.
- Indagar sobre los conocimientos aportados por la herramienta.

Recomendaciones a la Universidad

- Incentivar a los estudiantes a realizar más proyectos en el área de inteligencia artificial, para contribuir en el desarrollo tecnológico de algunas instituciones públicas y privadas.
- Desarrollar sistemas expertos que puedan cubrir la carencia de profesores en la Institución,
- Implementar cursos y convenios con otras empresas, públicas y privadas, para contribuir al desarrollo de los estudiantes en el empleo de lenguajes de programación modernos.

Bibliografías

- Liz Segre, (2018), Comprensión de la receta de lentes de contacto, <https://www.allaboutvision.com/es/lentes-de-contacto/receta.htm>
- Maria Jose Gómez N, (2015), Test bicromático. Detección de miopía e hipermetropía, <https://www.admiravision.es/es/articulos/tests-visuales/articulo/test-bicromatico#.XPk7CRZKiUI>
- Maria Jose Gómez N, (2015), Test del círculo horario. Detección del astigmatismo, <https://www.admiravision.es/es/articulos/tests-visuales/articulo/test-del-circulo-horario-1#.XPkYaRZKiUk>
- Maria Jose Gómez N, (2015), Tests de medición de la agudeza visual lejana, <https://www.admiravision.es/es/articulos/tests-visuales/articulo/tests-medicion-agudeza-visual#.XPkhvxZKiUk>
- María Gómez, (2018), DIOPTRÍAS: ¿QUÉ SON Y CÓMO SE MIDE LA GRADUACIÓN?, <https://www.gafas.es/blog/dioptrias-que-son-y-como-se-miden>
- Instituto de microcirugía ocular, Presbicia o vista cansada; consultado en:6/06/2019, <https://www.imo.es/es/presbicia-vista-cansada>
- Dr. Ramón García Martínez, Universidad de buenos aires, CONSTRUCCION DE SISTEMAS EXPERTOS TECNICAS DE EDUCACION DEL CONOCIMIENTO, <http://laboratorios.fi.uba.ar/lsi/rgm/CD-IC/CD-IC-2.pdf>
- Gutiérrez Lozano Fernando y Hernández Valderrama Sergio, (2013), Implementación de un sistema Experto para el diagnóstico de desnutrición en niños menores de 5 años utilizando lógica fuzzy, <http://www.inf.unitru.edu.pe/revista/21.pdf>
- Marcelo Bustillos Salgado, (2008), Sistemas Expertos para la Asistencia Médica, <http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rits/n1/n1a21.pdf>
- Alexander Curiel Robles, (2013), SISTEMA EXPERTO BASADO EN REGLAS PARA UNA APLICACIÓN DE MONITORIZACIÓN DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL, <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/39143/TFM%20-%20IARFID%20-%20Alexander%20Curiel%20Robles.pdf?sequence=1>
- ITZIAR RUISÁNCHEZ CAPELASTEGUI, (1994), SISTEMAS EXPERTOS PARA EL DESARROLLO DE MÉTODOS Y EN LA DIAGNOSIS DE SEÑALES ANALÍTICA, <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8975/TIRC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gregorio Prada Silva, (2016), DISEÑO DE UN SISTEMA EXPERTO, PARA LA REALIZACION DE ESTUDIOS GEOTECNICOS DE SUELOS Y SELECCION DE FUNDACIONES, CON LA FINALIDAD DE SER UTILIZADOS EN LA ELABORACION DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES MILITARES, POR PARTE DE LA DIRECCIÓN DE INGENIERIA MILITAR DEL MINISTERIO DE LA DEFENSA(DIGEMA), Universidad bicentenaria de Aragua.

Anexos

Glosario

Astigmatismo: Anomalía o defecto del ojo que consiste en una curvatura irregular de la córnea, lo que provoca que se vean algo deformadas las imágenes y poco claro el contorno de las cosas.

Agudeza visual: Literalmente, es la nitidez de la visión

Bifocales: son lentes correctivas que contienen dos potencias diferentes. Son utilizadas mayormente para personas con presbicia y que también requieren corrección para miopía o hipermetropía.

Córnea: membrana transparente en forma de disco abombado, que constituye la parte anterior del globo ocular y se halla delante del iris.

Hipermetropía: anomalía o defecto del ojo que consiste en la imposibilidad de ver con claridad los objetos próximos y se debe a un defecto de convergencia del cristalino, que hace que los rayos luminosos converjan más allá de la retina.

Lentes de contacto: son unos lentes correctores o cosméticos que se colocan en el ojo, concretamente sobre la capa lagrimal que cuida y lubrica la córnea.

Lentes de contacto de gas permeable: son rígidas y permeables al gas se distinguen de las populares lentillas blandas en que mantienen su forma geométrica en todo momento, tanto cuando se las manipula para colocarlas en el ojo como durante su uso, frente a las fuerzas ejercidas por los párpados al pestañear.

Lentes de contacto suaves o blandos: tienen diferentes usos en los distintos meridianos del lente para corregir astigmatismo, así como miopía o hipermetropía.

Miopía: anomalía o defecto del ojo que produce una visión borrosa o poco clara de los objetos lejanos; se debe a una curvatura excesiva del cristalino que hace que las imágenes de los objetos se formen un poco antes de llegar a la retina.

Presbicia: anomalía o defecto del ojo que consiste en la imposibilidad de ver con claridad los objetos próximos y que se debe a la rigidez del cristalino.

Pre-Presbicia: presencia de la presbicia antes de los 40 años.

Prueba de Schirmer: determina si el ojo produce suficientes lágrimas para mantenerse húmedo. Esta prueba se lleva a cabo cuando una persona presenta ojos muy secos o un lagrimeo excesivo

Retina: es un tejido sensible a la luz situado en la superficie interior del ojo. Es similar a una tela donde se proyectan las imágenes.

Entrevista

Nombre: _____ Apellido: _____	
Edad: _____	Cargo: _____ Fecha: ____ - ____ - ____
1. ¿Cuántos tipos de lentes de contacto existen?	
2. ¿Cómo decide en qué casos prescribir algún tipo lentes de contacto?	
3. ¿Cuáles son los errores más comunes en la prescripción de lentes de contacto?	
4. ¿Qué datos los más importantes más importante en una receta de lentes de contacto?	
5. ¿Es necesario saber si el paciente sufre de producción de lágrimas reducida? ¿y serlo como se detecta?	
6. ¿Cómo se establecer la potencia dl lente en función de su experiencia?	
7. ¿A qué edad se puede padecer de pre-prebicia?	