

Aplicaciones de la óptica a la medicina ***Applications of the optics to the medicine***

Cruz Marina Martínez-Betancourt; Idalmis Frómeta-Leyé; Iliana Romero-Lamorù

Universidad de Guantánamo, Cuba

Correo(s) electrónico(s)

marina@cug.co.cu

idalmisfl@cug.co.cu.

ilianarl@cug.co.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1825-0097>

<https://orcid.org/0000-0002-5643-3337>

<https://orcid.org/0000-0003-3674-0556>

Recibido: 19 de abril de 2021

Aceptado: 6 de junio de 2021

Resumen

El trabajo aborda la no percepción objetiva y subjetiva de la importancia de la Óptica para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, así como el no aprovechamiento del trabajo metodológico para establecer los nexos interdisciplinarios con la rama de la medicina, se contó con la elaboración de un material docente con aplicaciones de la Óptica, específicamente la oftalmología, donde fueron aplicados varios instrumentos como, encuesta, guías de observación y revisión documental, que permite al estudiante ampliar su formación, la integración de los conocimientos adquiridos, así como la motivación e interés por el estudio de la Óptica.

Palabras clave: Miopía; Hipermetropía; Astigmatismo, Anisometropía.

Abstract

You go on board in this work, her not perception confers an objective aspect to and subjective of the importance of the optics for the process of teaching learning of Physics, as well as the no use of work methodological to establish the interdisciplinary linkages with the branch of the medicine for the sake of the elaboration of a teaching material with applications, of optics specifically ophthalmology, where several instruments were applied like, poll, you drive of observation and documentary revision, that it allows the student enlarging his formation, the integration of the knowledge acquired, as well as motivation and interest by the study of optics.

Key Words: Nearsightedness; Hypermetropia; Astigmatism; Anisometropía.

Introducción

En la actualidad, se toma en cuenta que el progreso de la Óptica ha conducido a planteamientos de leyes científicas que han contribuido al surgimiento y desarrollo de diferentes ramas interdisciplinarias como: la cibernética, astronáutica, biofísica, fisicoquímica, entre otras, así como las ciencias aplicadas en campos tan importantes como la aeronáutica, electrónica, metalurgia, agronomía, educación y la medicina. Los principios, leyes y teorías ópticas constituyen la base de la tecnología de numerosas actividades que tienen lugar en el mundo.

El estudio de la Óptica está ligado, no solo a la manifestación más pura del fenómeno a través de los modelos físicos y la conformación sobre esta base y del uso de las herramientas matemáticas de las teorías ondulatorias y corpuscular; sino también a su valor práctico, que se concreta en la explicación de cómo los fenómenos ópticos tienen lugar en la naturaleza, tanto viva como no viva y su capacidad para fundamentar el pasado y el presente. Es por eso que se introducen formas importantes y representativas del conocimiento de los fenómenos ópticos para el bienestar o detrimento de la humanidad, y su contribución al desarrollo científico técnico en general.

Se consideran además, la incidencia que los fenómenos ópticos tienen en los seres vivos, tanto en su forma espontánea como al interactuar con las instalaciones y equipos técnicos de manera utilitaria para evitar o atenuar acciones nocivas o afectaciones a su salud, en tal sentido se trata con especial interés por estar definido como uno de los problemas globales de la humanidad.

En correspondencia con lo anterior, se realizó un diagnóstico sobre el estado actual del trabajo de la asignatura Óptica en la carrera Licenciatura en Educación, en la especialidad de Física de la Universidad de Guantánamo, donde fueron aplicados varios instrumentos como entrevista, encuesta, guías de observación y revisión documental, que arrojaron como irregularidades, la no percepción objetiva y subjetiva de la importancia de la Óptica para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, así como el no aprovechamiento del trabajo metodológico para establecer los nexos interdisciplinarios con la rama de la medicina.

De ahí que, se propone como objetivo la elaboración de un material docente con aplicaciones de la Óptica en la medicina específicamente en la oftalmología para el estudiante de Física de la Universidad de Guantánamo.

En consecuencia con lo expresado anteriormente, llevar a vías de hecho la interdisciplinariedad en cualquier campo del conocimiento es una labor no exenta de dificultades. La cuestión estriba en poder realizarla en la práctica, teniendo en cuenta que no es lo mismo el trabajo interdisciplinario que realiza un grupo de científicos, que el que hace un colectivo de pedagogos.

Para ello, en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje se deben integrar preocupaciones sociales, culturales, ecológicas, económicas y otras, a partir de las potencialidades de los contenidos de la Óptica, lo cual posibilitará lograr en ellos una percepción general de la situación del mundo, así como comprender la complejidad y las interacciones entre los problemas globales y locales, sus causas y posibles medidas de solución.

A partir de estas conceptualizaciones se pone de manifiesto una marcada intención de asociar las relaciones interdisciplinarias en lo referente a los conocimientos, sistemas de habilidades, sistema de valores y convicciones en relación con el mundo que nos rodea.

A principios del siglo XVIII surgieron estudios sumamente importantes en el estudio de la Optometría:

- Benjamín Franklin inventó la lente bifocal, que permitía ver de forma más precisa tanto de lejos como de cerca a través de una misma lente
- John Dalton describió el daltonismo, un defecto visual relativo a la percepción de los colores
- Thomas Young realizó estudios sobre la óptica fisiológica, para explicar cómo el ojo ajusta su enfoque a diferentes distancias gracias a la curvatura del cristalino. Con el tiempo esto ayudó a reconocer el llamado astigmatismo.

A partir de estos acontecimientos, en los siguientes siglos se desarrollaron diferentes tipos de lentes de pruebas y se inventó el primer oftalmoscopio que permitió ver el interior del ojo.

Pues sí, la historia de la Optometría está llena muchos eventos. Importantes matemáticos, físicos y profesionales de la investigación han participado a lo largo del tiempo para estudiar la vista y los diagnósticos y tratamientos correctivos para sus problemas, de ahí la importancia que reviste este trabajo en la carrera de Física.

Desarrollo

La asignatura Óptica, aborda los descubrimientos y leyes esenciales que en el desarrollo histórico de la física la han convertido en una de sus ramas trascendentes para la comprensión por el hombre del mundo que le rodea y para su transformación en beneficio o perjuicio de la Naturaleza y la sociedad, en consonancia con la importancia de estos contenidos para la formación del futuro

profesional de la educación de la carrera Física con el Plan de estudios E, logrando su aportación al desarrollo de la creatividad en los futuros egresados, adentrándose al mundo de la salud con un vocabulario técnico que le permita identificar las leyes físicas, lo cual se logra, no solo a través de los contenidos, sino también por la metodología con que se desarrolla el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de las conferencias, las clases prácticas, los seminarios, las prácticas de laboratorio y otras formas de docencia que se consideren oportuno, pues los temas desarrollados requieren de la integración de los conocimientos adquiridos, el análisis individual y la discusión colectiva de situaciones nuevas, tales como problemas de la vida real que no tienen solución exacta o única, la utilización de la investigación asistida.

En correspondencia con el objeto y desarrollo de la Óptica, el contenido de la asignatura abarca la caracterización de la naturaleza de la luz siguiendo el devenir histórico de los descubrimientos relacionados con elementos de la teoría ondulatoria, el espectro electromagnético, su velocidad, el índice de refracción, la dispersión, el camino óptico, el Principio de Fermat, las leyes de la reflexión y de la refracción, la reflexión total Interna, la fibra óptica, el prisma, la emisión, absorción y difusión de la luz y los elementos de óptica geométrica.

Sobre la base del modelo ondulatorio se explican los fenómenos de interferencia, difracción y polarización, por último, usando el modelo cuántico de Einstein se explica la interacción de la luz con la sustancia para las altas frecuencias particularizando en la radiación del cuerpo negro y el efecto fotoeléctrico. En el cumplimiento de esta tarea, estudia las interacciones entre la luz y la sustancia y sus efectos, llegándose al establecimiento de leyes y principios propios de este contenido, para ello se vale fundamentalmente del método conservativo.

Justifican la existencia de la asignatura, entre otras razones, las siguientes:

- Su contribución a la formación en el estudiante, de una concepción científica basada en el materialismo dialéctico, al desarrollar un conjunto de convicciones que determinan en gran medida su comportamiento ante las problemáticas que la propia vida le plantea.
- Su lugar e importancia dentro del plan de estudio permite consolidar la formación vocacional profesional pedagógica de los estudiantes, al mismo tiempo que puede contribuir a través del tratamiento de su contenido a dotar al futuro profesor de herramientas para la orientación vocacional de los estudiantes de secundaria básica, preuniversitario, tecnológico y de adultos.

- Su contribución con las estrategias curriculares haciendo uso correcto de la lengua materna y la utilización del idioma inglés, así como la relación Ciencia Tecnología Sociedad y Ambiente y la comprensión del empleo creciente de la óptica en otras ramas del quehacer científico-técnico, la aparición y el desarrollo de áreas especiales y los métodos propios de investigación, lo que ha aumentado extraordinariamente su papel para el hombre en la actualidad.
- Su contenido abarca los fenómenos ópticos que ocurren en el micro mundo, el macro mundo y el mega mundo, es decir, desde la escala su nuclear del orden de 10^{-15} m hasta las grandes distancias del orden de 10^{25} m existente hasta las galaxias más lejanas observables en la actualidad, de vital importancia para la formación de un futuro profesor de Física.
- Su función lógico-metodológica en la preparación del estudiante para la ejecución de la actividad científica, propiciada la evolución y la estructuración de las teorías ondulatoria y corpuscular de la luz, el papel del experimento y el trabajo de los físicos en cada época, mediante la aplicación de una serie de procedimientos y categorías propias de la actividad investigadora, que muestran a los estudiantes el modo en que se consiguen los conocimientos científicos.

Por otra parte, la asignatura debe promover una nueva cultura de aprendizaje que permita superar estilos tradicionales, empleando métodos y procedimientos que dinamicen el proceso de aprendizaje y potencien el desarrollo cognitivo, con énfasis en el pensamiento y la inteligencia, así como la motivación e interés por el estudio de la Óptica. Para ello, la asignatura debe potenciar el aprendizaje autónomo y autorregulado del alumno, que contribuya a que pueda construir su propio conocimiento y desarrollar potencialidades meta cognitivas y capacidades transferibles para un aprendizaje continuo a lo largo de la vida, de modo que pueda insertarse de forma efectiva en la sociedad actual.

El poder dióptrico del ojo viene determinado fundamentalmente por:

- La córnea y el cristalino: actúan como lentes convergentes, ya que al atravesarlos, los rayos convergen para enfocar en la retina.
- La longitud axial: es la distancia antero-posterior del ojo, que precisará mayor o menor necesidad de convergencia de los rayos según el ojo sea más corto (hipermétrope) o más largo (miope).

El poder dióptrico de la córnea es constante; mientras que el del cristalino puede aumentar (y de forma considerable en el niño) gracias al esfuerzo de acomodación, que nos permite enfocar tanto los objetos lejanos como los cercanos.

En el ojo

Cuando la forma o tamaño del ojo no sean adecuados se producirán los defectos de graduación, que se corrigen gracias a la utilización de diferentes tipos de lentes. Así, de manera simplificada podemos decir que si el tamaño es grande, hablaremos de miopía, mientras que si es pequeño será hipermetropía. Cuando el ojo no es redondeado hablaremos de Astigmatismo, y de presbicia cuando este no enfoca bien.

Los optometristas y oftalmólogos, normalmente prescriben lentes graduadas en dioptrías. El poder de una lente, en dioptrías es igual a la inversa de la longitud focal en metros, esto es, $P=1/f$.

Los defectos de refracción, refractivos, ópticos o ametropías se producen cuando el ojo, en estado de relajación, no es capaz de enfocar los rayos paralelos procedentes del infinito teórico sobre la retina, provocando mala visión, al llegar una imagen no nítida al cerebro. Son: hipermetropía, miopía y astigmatismo, y constituyen la causa más frecuente de mala visión.

El método más antiguo para corregir los problemas de la visión producidos por defectos de refracción son las gafas graduadas o gafas de corrección de la vista. Dichos defectos pueden ser de tres tipos: miopía, hipermetropía y astigmatismo.

Los tres defectos de refracción

La miopía es un problema de refracción que provoca que la persona que lo padece perciba los objetos lejanos sin la suficiente nitidez. El motivo es que la imagen se forma delante de la retina y no directamente sobre ella, que sería lo óptimo para tener una buena visión desde cualquier distancia, por uno de estos dos motivos o una combinación de ambos.

El ojo es más alargado de lo normal

La córnea y/o el cristalino tienen una potencia excesiva. La hipermetropía, en cambio, afecta a la visión cercana (aunque a ciertas edades también provoca visión borrosa en las largas distancias) por culpa de que la imagen se enfoca detrás de la retina, es decir, justo lo contrario de lo que ocurre en la miopía. La causa de este defecto puede deberse a una potencia inadecuada de la córnea o el cristalino, o bien a que el ojo es más corto que los parámetros considerados normales.

Finalmente, el astigmatismo (que muchas veces se presenta junto a alguno de los dos defectos anteriores) se produce porque la córnea presenta una irregularidad en la curvatura. El efecto es una

mala visión desde todas las distancias.

¿Cómo corrigen las gafas estos defectos?

Las lentes graduadas se han utilizado desde hace mucho tiempo para corregir los defectos visuales ocasionados por características anatómicas del ojo. Éstos imposibilitan que la imagen luminosa que penetra en él a través de la pupila se forme exactamente en la retina.

La forma de corrección varía según el defecto refractivo de que se trate:

Miopías trata de un defecto de refracción por el que los rayos paralelos que inciden en el ojo van a enfocar por delante de la retina. Los rayos que entran divergentes formarán foco más cercano a la retina. Por ello el sujeto verá mal los objetos situados a partir de cierta distancia, pero siempre existirá un punto próximo en donde su visión será correcta.

Corrección Óptica

Para los casos de miopía, se utiliza una lente cóncava con el objeto de cambiar la dirección de la luz haciendo que la imagen se forme justo en la retina. Esto permite mejorar la visión de lejos de las personas miopes. Habrá que llevar a la retina la imagen que normalmente se forma antes de ella. Habrá que colocar delante del ojo una lente que produzca este efecto. Y esto lo hace una lente divergente, cuya principal característica física es que es más gruesa por los bordes que por el centro y es por ello por lo que cuanto más pequeña sea la montura elegida, y más redonda sea, sin picos, más delgados serán los cristales.

El tratamiento de la miopía está basado en la corrección del defecto con gafas o lentes de contacto. Una de las cuestiones más debatidas es la forma en que esta corrección se lleva a cabo, especialmente en niños. La prescripción de la corrección completa está basada en mejorar la visión al máximo y desarrollar una relación acomodación-convergencia normal. Esto permitirá un mejor desarrollo educacional y mental. El uso de bifocales para relajar la acomodación no ha demostrado ser eficaz, aunque continúa contando con partidarios. Incluso se defiende la teoría contraria, es decir, hiper corregir al sujeto miope para controlar mejor su progresión.

Hipermetrópia: un ojo es hipermétrope cuando resulta demasiado corto para la curvatura de la córnea, o cuando la córnea es demasiado plana o “chata” para un determinado largo del globo ocular. En estos pacientes los rayos de luz se enfocan detrás de la retina, pues el ojo no tiene el poder suficiente de modificar la dirección de los mismos y, como consecuencia, la imagen es borrosa. Es importante recalcar que una persona hipermétrope puede, sin embargo, enfocar la imagen sobre la retina gracias a un músculo intraocular, el músculo ciliar. Este músculo permite

modificar la curvatura del cristalino, compensando así la incapacidad del ojo hipermetrope para modificar correctamente el trayecto de los rayos de luz y enfocarlos sobre la retina. Con el paso del tiempo, la posibilidad de enfoque, gracias a este músculo se va perdiendo paulatinamente.

Los jóvenes con severa hipermetropía van perdiendo la visión clara de cerca, aunque mantienen buen enfoque de los objetos lejanos, gracias al poder de acomodación que tiene el músculo ciliar. Sin embargo, los mayores de 40 a 45 años con hipermetropía no necesariamente muy elevada, debido a la fatiga muscular, presentan un escaso remanente acomodativo. Por lo tanto, su visión lejana es defectuosa. De este modo, a la dificultad en la visión cercana, se le suma la visión borrosa lejana, debido a la fatiga de un músculo ciliar sobre exigido que no alcanza a compensar totalmente el defecto de refracción. Es decir, que en los pacientes hipermétropes con presbicia, se asocia la combinación de visión borrosa lejana y cercana, debido a la fatiga muscular de un órgano que fue “sobre utilizado” durante la juventud para compensar una hipermetropía “escondida”.

La hipermetropía (hiperopía) es una de la forma de defecto refractivo en el que los rayos que inciden en el ojo, enfocan por detrás de la retina. Se trata de un defecto muy frecuente, pero en su mayoría alcanza pocas dioptrías; a diferencia de la miopía, no es un defecto progresivo y carece de tan graves complicaciones. En el caso de la hipermetropía se utiliza, por el contrario, una lente convexa para que la imagen se forme sobre la retina y no detrás de ella, mejorando así la visión cercana de las personas con este defecto de la refracción. La lente convexa se utiliza también para las personas con vista cansada o presbicia.

Astigmatismo: Atendiendo a distintos criterios los tipos de astigmatismo se pueden clasificar según:

- El punto en el que se enfoca la imagen:

Astigmatismo puro: uno de los meridianos enfoca sobre la retina y el otro según la curvatura puede incidir delante de la retina (astigmatismo miópico) o detrás de la retina (astigmatismo hipermetrópico)

Astigmatismo mixto: Un eje enfoca delante de la retina y el otro detrás.

- Sus causas:

Astigmatismo regular: suele ser congénito y no crónico. Se debe a que se forman dos ejes en el ojo que refractan la luz con distinta intensidad, debido a que la curvatura de la córnea está muy modificada. Según se refracta la luz en los meridianos podemos distinguir los tipos de astigmatismo regular siguientes:

Astigmatismo frecuente: la luz se refracta con mayor intensidad en el meridiano vertical.

Astigmatismo poco frecuente: se refracta más la luz en el eje horizontal.

Astigmatismo irregular: se debe a que se ha modificado la curvatura de la córnea por lesiones, intervenciones quirúrgicas, etc. En este caso, se forman dos ejes irregulares que refractan la luz con una intensidad y dirección muy variada.

Astigmatismo temporal: debido a una intervención quirúrgica se puede ver retraída la capa de la córnea, lo que provoca modificaciones en la refracción de la luz que suelen ser temporales y arreglarse de manera espontánea.

Corrección del astigmatismo.

El astigmatismo se puede corregir mediante cristales correctores teóricos o lentes de contacto. En ambos casos, el grosor de la lente será mayor en el centro. Además será mayor el grosor cuanto más fuerte sea el astigmatismo.

Es una entidad en la que los rayos de luz no llegan a formar un foco, pues el sistema óptico no tiene la misma capacidad refractaria en todos los meridianos. El fenómeno óptico ha sido explicado por medio del conoide de Sturm; prácticamente todas las personas presentan algún grado de astigmatismo, pero el concepto se refiere a aquellas situaciones en que el defecto se hace significativo.

El astigmatismo, que muchas veces se presenta junto a alguno de los dos defectos anteriores, se produce porque la córnea presenta una irregularidad en la curvatura. El efecto es una mala visión desde todas las distancias.

Anisometropía: consiste en una diferencia en el error refractivo de los dos ojos. Las combinaciones presentan un gran número de posibilidades, tanto en tipo de defecto como en cuantía. Se trata con frecuencia de un problema congénito, pero no siempre es detectado precozmente.

La importancia de la Anisometropía es por suponer un factor predisponente de la ambliopía y del estrabismo. También, por plantear problemas peculiares en la corrección óptica. No se pueden definir los límites de la Anisometropía. Se ha sugerido, que dos dioptrías de diferencia entre ambos ojos serían el límite, pero esto no es satisfactorio, pues los síntomas y los inconvenientes pueden aparecer con mayor o menor frecuencia. Otros factores que influirán son: capacidad de fusión, correcciones ópticas previas, tipos de defecto, edad y cambios refractivos.

Tratamiento

La prevención de la ambliopía es el primer problema a resolver ante un paciente anisométrico. Las medidas clásicas como la oclusión y el uso de la corrección adecuada son especialmente importantes en los casos de Anisometropía. Debido a la diferente prescripción en cada ojo, el tamaño de las imágenes no es homogéneo, lo que se denomina aniseiconia. Esto provoca síntomas que van desde la astenopia a la diplopía o la visión borrosa. Para disminuir este fenómeno, la elaboración de las gafas requiere unas consideraciones especiales:

- Máxima proximidad de la lente más potente al ojo.
- Máxima distancia de la lente menos potente al ojo.
- Mínima curvatura en la cara anterior de la lente más positiva (o menos negativa).

El astigmatismo se corrige con lentes que contrarresten la forma irregular de la curvatura de córnea.

Presbicia

El ojo dispone de una lente natural, el cristalino, el cual realiza de manera automática el enfoque del ojo para cualquier distancia. A partir de los 35 a 45 años de edad, el automatismo empieza a fallar y el enfoque de cerca se hace con dificultad. Con el nombre de presbicia o vista cansada se entiende la disminución de la capacidad de acomodación del ojo para formar una imagen retiniana nítida de los objetos situados a distancia próxima.

La causa de la presbicia radica en la disminución fisiológica de la capacidad del cristalino para adoptar una forma esférica y adaptarse a la visión de objetos próximos. Es notable la gran capacidad de adaptación, capacidad de ver correctamente a diferentes distancias, en los individuos jóvenes. Es de 14 dioptrías a los 5 años de edad, desciende a 7,5 a los 35 años. A los 45 se tienen todavía 4,5 dioptrías y a los 50 solamente 2. A los 60 años el valor se aproxima a 0.

Algunas personas de más de 50 años pueden leer sin ayuda de gafas, ello se debe generalmente a que presentan algún grado de miopía o astigmatismo miópico, o a que están desarrollando una catarata que altera la forma del cristalino, lo que paradójicamente les permite ver de cerca sin necesidad de lentes.

La vista cansada conduce a la incapacidad del ojo a fijar un punto próximo. Uno de los primeros indicios de la vista cansada es la visión borrosa a distancias cercanas, necesitando alejar los objetos (móvil, periódico, etc.) para poder verlos con claridad. La presbicia puede originar dolor de cabeza al fijar la vista durante mucho tiempo en un libro o en la pantalla del ordenador. El fallo de enfoque de cerca va aumentando progresivamente hasta los 60 años de edad en que se estabiliza en un tope.

Hasta entonces, cada dos o tres años hay que ir ajustando la graduación de cerca para un correcto enfoque.

15 Tratamientos

La presbicia no se cura, aunque existen diferentes métodos para compensar la pérdida de acomodación o capacidad de enfoque del cristalino.

Habitualmente la presbicia se corrige con gafas.

Existen tres tipos de gafas según las necesidades de cada paciente:

- Bifocal: graduación para corregir la visión de lejos y de cerca
- Trifocal: enfoque de lejos, distancia media y cerca
- Progresiva: la parte superior del cristal sirve para la visión de lejos, la inferior para la cercana, y la central tiene una graduación progresiva abarcando todas las distancias, Además de las gafas también se pueden utilizar lentes de contacto monofocales, que utilizan dos lentillas diferentes, la de un ojo se adapta para enfocar de cerca y la del otro ojo se utiliza para enfocar de lejos, consiguiendo, después de un periodo de adaptación, ver a ambas distancias.

En la actualidad, dentro de las técnicas que preservan el cristalino, la corrección quirúrgica con excimer laser mediante un nuevo sistema de optimización de aberraciones es el tratamiento que cuenta con los mejores resultados.

Para determinar el tratamiento o cirugía adecuados, es importante realizar un estudio personalizado del paciente para detectar otros factores clave como la edad, la profesión o las preferencias personales. Ya sea si utilizamos una gafa o unas lentillas, como si realizamos un tratamiento láser de la presbicia, conseguimos una solución temporal para la pérdida de visión o vista cansada, siendo necesario volver a compensarla con una nueva graduación de las gafas después de un tiempo.

Los tratamientos permanentes para la presbicia se basan en la sustitución de la lente natural del ojo (cristalino), por una lente intraocular multifocal. Estos procesos se conocen como la Cirugía Multifocal Intraocular.

En condiciones normales, es suficiente que la acomodación permita enfocar los objetos entre el infinito y la distancia de lectura. Esto quiere decir que cuando la amplitud de acomodación disminuye pueden existir dificultades en la visión próxima. Esta situación es normal a partir de los 45 años y progresa aproximadamente hasta los 55 a 60 años. En condiciones normales, es

suficiente que la acomodación permita enfocar los objetos entre el infinito y la distancia de lectura. Esto quiere decir que cuando la amplitud de acomodación disminuye pueden existir dificultades en la visión próxima. Esta situación es normal a partir de los 45 años y progresa aproximadamente hasta los 55 a 60 años.

Los síntomas de presbicia son muy típicos:

- Alejamiento del plano de lectura.
- Dificultad para el trabajo de cerca.
- Retraso en el reenfoque de lejos tras el uso continuado de la acomodación.
- Los síntomas anteriores se acentúan con poca luz y al final del día. Es posible que los pacientes ancianos mejoren la visión próxima como consecuencia de la miopía inducida por la esclerosis del cristalino y la miosis senil.

La corrección de la presbicia se realiza con lentes convexos para suplir la falta de acomodación. Para ello es necesario determinar previamente el defecto que presenta la visión de lejos y tener en consideración la edad y las ocupaciones del sujeto automáticamente el diámetro de la pupila para regular la intensidad luminosa que recibe el ojo.

Conclusiones

El material docente propuesto es factible y valioso a partir de su implementación, es coherente y lógico lográndose cambios significativos en los diferentes modos de actuación de los estudiantes, constituye un instrumento para que los docentes observen con otra mirada el establecimiento de los nexos interdisciplinarios con la rama de la medicina, específicamente la oftalmología, donde la concepción del contenido propicia una visión de la ciencia que permite que la misma sea percibida como un proceso en continua construcción, de ahí que sea necesario presentar las leyes y teorías que explican los fenómenos ópticos como un proceso continuo de búsqueda y como el resultado del conocimiento del mundo físico.

Referencias Bibliográficas

- Arancón, C. (2014). *Defecto Refractivo. Aplicaciones de la óptica en la medicina*. Recuperado de <http://www.botanicalonline.com/medicinalsmiopia.htm>
- Arancón, C. (2014). *Miopía*. Recuperado de <http://www.tarso.com/Miopia.html>
- Arancón, C. (2014). *Presbicia*. Recuperado de <http://www.imo.es/patologia/presbicia/>
- Benavides, L. (1976). *Óptica y Física Moderna*. Moscú: MIR.

- Cromer, A. (2001). *Física para las ciencias de la vida*. Barcelona: Edición Reverté.
- Fritz. H. (1978). *Oftalmología*. Barcelona: Salvat.
- Giancoli, D. (1985). *Física. Principios y aplicaciones*. Barcelona: Edición Reverté.
- González, J. (1989). *Óptica Oftalmológica*. La Habana: Ciencias Médicas.
- León, H., Díaz, R. (1989). *Óptica Ondulatoria*. Moscú: MIR.
- Martín, E. (2006). *Fundamentos de la fisiología*. Madrid: Edición Paraninfo.
- Roller, E., Duane, B. (2001). *Física: Electricidad, magnetismo y óptica, vol. 2*. Barcelona: Edición Reverté.
- Savéliev, V. (1967). *Curso de Física General, Vol. 2*. Moscú: MIR.
- Volkenshtein, V. (1964). *Problemas de Física General*. Moscú: MIR.