

**UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE**

**FACULTAD DE CIENCIA**

**Departamento de Física**



# **Propuesta pedagógica sobre visión humana y percepción visual para estudiantes de primer año de enseñanza media.**

**Eduardo Nicolás Aguilera Venegas**

**Felipe Antonio Osorio Sánchez**

**Profesores guías:**

**Leonardo Antonio Caballero Alvial**

**Daniela Victoria Medina Núñez**

**Seminario para optar al Grado de  
Licenciado en Educación de Física y  
Matemática.**

**2020-A-6393 © Eduardo Nicolás Aguilera Venegas, 2020.**

**© Felipe Antonio Osorio Sánchez, 2020.**

**Licencia CreativeCommons Atribución-NoComercial Chile 3.0**

# **Propuesta pedagógica sobre visión humana y percepción visual para estudiantes de primer año de enseñanza media.**

**Eduardo Nicolas Aguilera Venegas**

**Felipe Antonio Osorio Sánchez**

Este seminario de grado fue elaborado bajo la supervisión de los profesores guías, la Sra. Daniela Victoria Medina Núñez y el Sr. Leonardo Antonio Caballero Alvial ; y ha sido aprobado por la Comisión Calificadora , Sra. Romina Muñoz Buzeta y la Sra. Barbara Ossandón Buljevic.

---

Sra. Romina Muñoz Buzeta  
Comisión Calificadora

---

Sra. Barbra Ossandón Buljevic  
Comisión caificadora

---

Sra. Daniela Victoria Medina Núñez  
Profesor guía

---

Sr. Roberto Bernal Valenzuela  
Director

---

Sr. Leonardo Antonio Caballero Alvial  
Profesor guía

## **Resumen**

En la actualidad, en primer año de enseñanza media, se abordan los contenidos de ondas y luz, incluyendo visión humana, dándole un enfoque físico. Sin embargo, al realizar el análisis del material propuesto por el Ministerio de Educación presente en las bases curriculares, se observa que el estudio de la visión humana y la percepción visual está enfocado en su mayor parte a la física que hay detrás de esto, otorgando menor relevancia a la comprensión de los fenómenos biológicos que están presentes. Por otra parte, se basa en un aprendizaje pasivo, enfocándose en el desarrollo de habilidades de conocimiento más que de comprensión, lo que dificulta la apropiación de los contenidos por parte del estudiante, al ser presentados de forma descontextualizada y abordando la visión y el ojo humano como un sistema netamente físico.

Esta propuesta de aprendizaje, sobre visión humana y percepción visual, está enfocada en el análisis y exploración del ojo humano como un sistema físico y biológico; basándose en las prácticas científicas, el concepto de modelo y en la educación STEM integrada.

Para esta propuesta de aprendizaje, se construyó material de distinta naturaleza, como un modelo funcional del ojo humano en 3D en escala 16:1, guías para él o la estudiante y para el docente, así como también un manual instructivo para utilizar el modelo construido y las indicaciones necesarias si se requiere replicar.

**Palabras claves:** Visión, Luz, Modelo, Prácticas científicas, STEM integrada, Impresión 3D.

## **Abstract**

Currently, in the first year of secondary education, the contents of waves and light, including human vision, are addressed, giving it a physical focus. However, when analyzing the material proposed by the Ministry of Education present in the curriculum, it is observed that the study of human vision and visual perception is focused mostly on the physics behind this, giving less relevance to the understanding of biological phenomena that are present; basing teaching on passive learning, focusing on the development of knowledge skills rather than understanding , This makes it difficult for the student to appropriate the contents by being presented in a decontextualized way and addressing the vision and the human eye as a purely physical system.

This learning proposal on human vision and visual perception, is focused on the analysis and exploration of the human eye as a physical and biological system; based on scientific practices, the concept of model and integrated STEM education.

For this proposed learning, material of a different nature was built, such as a functional model of the human eye in 3D in scale 16:1, guides for the student and for the teacher, as well as an instructional manual to use the built model and the necessary indications if replication is required.

**Keywords:** Vision, Light, Model, Scientific Practices, Integrated STEM, 3D Printing.

## Agradecimientos

Finalizamos un proceso extenso, lleno de trabajo, anécdotas y esfuerzo; el camino para llegar a este punto fue largo, soportamos extensas jornadas de estudios, incontables paros reflexivos, un par de paralizaciones extensas, estrés por las asignaturas que felizmente se han aprobado y un par de tertulias de celebración en el foro.

Si bien el paso por la universidad no es fácil, mucho menos en la Usach, logramos sobrellevar todos los obstáculos que nos encontramos en el camino, pero esto no lo hicimos solos, no podemos dejar de agradecerles a nuestras familias, que estuvieron alentándonos y siempre creyeron en nosotros; agradecer a nuestros amigos, que sufrieron con nosotros a lo largo de la carrera y sirvieron como soporte emocional para poder seguir en el camino, endulzando el trago amargo de la posibilidad de reprobado un ramo con un simple “tranquilo, aún queda la PES”.

Agradecer a las profesoras y profesores que nos apoyaron en este largo camino, que creyeron en nuestro potencial desde las asignaturas de primer año hasta las del último año, invitándonos a superar nuestros conocimientos y habilidades día a día.

Nuestros profesores guías, quienes pensaron que este proceso no sería tan largo, pero si... lo fue, se vio aplazado por un estallido social, luego por una pandemia que amenaza la salud mundial y entre medio de esos dos eventos hubo un par de electrocuciones, quemaduras, cortes... se podría decir que fue una tesis apocalíptica, pero ellos siguieron ahí, profesor Leonardo y profesora Daniela, gracias por apoyarnos y acompañarnos en este proceso que corona nuestra educación de pregrado.

Finalmente, y como mención honorífica agradecer al mundo universitario de la Usach, que nos brindó incontables cantidades de comida, un sinfín de tardes memorables y personajes entrañables que quedaran en la memoria.

*Eduardo Aguilera Venegas y Felipe Osorio Sánchez*

## Tabla de Contenido

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Capítulo 1: Marco de antecedentes .....                              | 1  |
| 1.1 Sistema educativo chileno.....                                   | 1  |
| 1.2 Luz y visión en la educación chilena actual .....                | 2  |
| 1.3 Preconceptos. ....                                               | 10 |
| 1.4 Problema de investigación .....                                  | 11 |
| 1.4.1 Objetivo general .....                                         | 12 |
| 1.4.2 Objetivos específicos.....                                     | 12 |
| Capítulo 2: Marco teórico .....                                      | 13 |
| 2.1 Socio constructivismo .....                                      | 13 |
| 2.2 Ciencia escolar.....                                             | 14 |
| 2.3 El concepto de modelo.....                                       | 15 |
| 2.4 Educación STEAM integrada.....                                   | 17 |
| 2.5. Prácticas científicas .....                                     | 18 |
| 2.6 Enseñanza en ciencias basada en la indagación (ECBI).....        | 19 |
| Capítulo 3: Marco epistemológico de referencia .....                 | 22 |
| 3.1 Estructura y funcionamiento del ojo humano .....                 | 22 |
| 3.2 Óptica geométrica y formación de imágenes en el ojo humano ..... | 23 |
| 3.2.1 Naturaleza y propiedades de la luz.....                        | 24 |
| 3.2.2 Óptica geométrica .....                                        | 26 |
| 3.2.3 Formación de imágenes en el ojo humano .....                   | 30 |
| 3.3 Visión.....                                                      | 31 |
| 3.3.1 Disfunciones visuales.....                                     | 33 |
| Capítulo 4: Marco metodológico.....                                  | 35 |
| 4.1 Breve introducción sobre a investigación en la educación .....   | 35 |
| 4.2 Metodología utilizada “Investigación basada en diseño” .....     | 35 |
| 4.3 Recolección de datos.....                                        | 36 |
| 4.4 Análisis de datos.....                                           | 36 |
| 4.5 Plan metodológico .....                                          | 37 |
| Capítulo 5: Propuesta Pedagógica.....                                | 39 |
| 5.1 Descripción de la propuesta .....                                | 39 |
| 5.2 Estructuras de las clases diseñadas. ....                        | 40 |

|                                                 |     |
|-------------------------------------------------|-----|
| 5.3 Apoyo para el docente .....                 | 41  |
| 5.4 Detalle de la propuesta de aprendizaje..... | 41  |
| Clase 1 .....                                   | 41  |
| Clase 2 .....                                   | 48  |
| Clase 3 .....                                   | 58  |
| Clase 4 .....                                   | 69  |
| 5.5 Propuesta con enfoque E-learning. ....      | 79  |
| Capítulo 6: Resultados y análisis .....         | 81  |
| 6.1 Implementación piloto .....                 | 81  |
| 6.2 Resultados de la validación .....           | 83  |
| 6.2 Refinación de la propuesta.....             | 97  |
| 6.2.1 Cambios generales a todas las guías ..... | 97  |
| 6.2.2 cambios específicos a cada guía .....     | 98  |
| Capítulo 7: Conclusiones .....                  | 104 |
| Referencias .....                               | 107 |
| Anexo 1 Información complementaria.....         | 111 |
| Anexo N°2 Material de la propuesta .....        | 117 |
| Construcción de circuitos .....                 | 139 |
| Anexo N°3: Propuesta final .....                | 141 |
| Anexo N°4 Propuesta versión inicial .....       | 183 |
| Anexo N°5 instrumento de validación.....        | 207 |

## índice de figuras

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Figura 2.1 Concepto de modelo, elaboración propia en base a información de (Chamizo, J. A. 2010).....                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 16                                   |
| Ilustración 3.1 Fuente: Óptica Fisiológica El sistema Óptico del ojo y la visión binocular. .... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>                                                                                                                                                                                                                                                            |                                      |
| Figura 3.2 Representación de la longitud de onda para la gráfica altura v/s dirección de propagación. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 25                                   |
| Figura 3.3Representación del periodo de una onda para la gráfica altura v/s tiempo para un punto X=cte. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 25                                   |
| Figura 3.4: onda plana que se propaga hacia la derecha. Fuente: Física para ciencias e ingeniería. Vo. 1 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 27                                   |
| Figura 3.5: onda plana con longitud $\lambda$ , incide en barreras con aberturas de diámetro distintos al de la longitud de onda. 3.4.a el diámetro de la abertura es mayor a la longitud de onda. 3.4.b el diámetro de la abertura es del orden de la longitud de onda. 3.4.c el diámetro de la abertura es menor a la longitud de onda. Fuente: Física para ciencias e ingeniería. Vo. 1 ..... | 27                                   |
| Figura 3.5 Reflexion Onda .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| Figura 3.6 Fuente: Física para ciencias e ingeniería. Vo. 1 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 27                                   |
| Figura 3.7 Refracción .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 28                                   |
| Figura 3.8: formación de imagen en lente gruesa .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 30                                   |
| Ilustración 3.9: formación de imagen en lente delgada .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 30                                   |
| Figura 3.10 Bastón .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 32                                   |
| Figura 3.11 Cono .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 32                                   |
| Figura 3.12 Diagrama ojo miope .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 33                                   |
| Figura 3.13 Diagrama ojo hipermetrope.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 34                                   |
| Figura 5.1 representación del modelo 3D del ojo humano elaboración propia.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 40                                   |
| Figura 6.1 Gráfico resultados diseño y presentación parte 1 elaboración propia. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 84                                   |
| Figura 6.2 Gráfico resultados diseño y presentación parte 2. elaboración propia. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 84                                   |
| Figura 6.3 Gráfico resultados marco teórico y concepto parte 1 elaboración propia.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 86                                   |
| Figura 6.4 Gráfico resultados marco teórico y concepto parte 2 elaboración propia.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 87                                   |
| Figura 6.5 Resultados marco teórico y conceptos parte 3 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 87                                   |
| Figura 6.6 resultados contenido guía 1 elaboración propia. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 89                                   |

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Figura 6.7 Resultados contenido guía 2 elaboración propia. .... | 91 |
| Gráfico N°8 Valoración de Contenidos guía 3.....                | 93 |
| Gráfico N°9 Contenidos guía 4.....                              | 95 |

## Índice de tablas

|                                                                                                    |                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Tabla 1.1 fuente: adaptación de tabla de información oficial (Ministerio de Educación, 2016) ..... | 3                                    |
| Tabla 4.1: Tabla de apreciación escala de Likert .....                                             | 36                                   |
| Tabla 6.1 tabla de comentarios eje diseño y presentación.....                                      | 85                                   |
| Tabla 6.2 Tabla fortalezas y debilidades eje diseño y presentación elaboración propia. ....        | 86                                   |
| Tabla 6.3 tabla de comentarios eje Marco teórico y concepto elaboración propia. ....               | 88                                   |
| Tabla 6.4 tabla de fortalezas y debilidades eje marco teórico y concepto elaboración propia ....   | 89                                   |
| Tabla 6.5 comentarios contenido clase 1 elaboración propia.....                                    | 90                                   |
| Tabla 6.6 tabla fortalezas y debilidades contenido clase 1 elaboración propia. ....                | 91                                   |
| Tabla 6.7 comentarios contenido clase 2 elaboración propia.....                                    | 92                                   |
| Tabla 6.8 fortalezas y debilidades contenido clase 2, elaboración propia. ....                     | 92                                   |
| Tabla 6.9 comentarios contenido clase 3 elaboración propia.....                                    | 93                                   |
| TABLA 6.10 Tabla fortalezas y debilidades contenido clase 3 elaboración propia. ....               | 94                                   |
| Tabla 6.11 tabla comentarios contenido clase 3 elaboración propia. ....                            | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| Tabla 6.12 Tabla fortalezas y debilidades contenido clase 3 elaboración propia. ....               | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |

## **Capítulo 1: Marco de antecedentes**

En este primer capítulo se presentan antecedentes del tema luz y visión. Para poner en contexto este tema con el sistema educativo en Chile se exponen los resultados de las pruebas PISA y SIMCE en la temática de ciencias, que se realizan a nivel internacional y nacional respectivamente. Además, se realiza un análisis del currículum nacional vigente para el curso de 1°EM de la unidad 3: “Percepción visual y sonora y ondas sísmicas” únicamente en los contenidos relacionados al tema de este seminario, es decir, percepción visual.

### **1.1 Sistema educativo chileno**

El sistema educativo chileno busca constantemente evaluar la calidad de la educación que se está entregando, con el objetivo de cambiar y/o implementar nuevas metodologías y programas educativos permitiendo mejorar la calidad de la educación a nivel país. Para llevar a cabo dicha evaluación, se implementan pruebas estandarizadas que miden los niveles de aprendizaje y habilidades de los estudiantes. Entre estas pruebas, se encuentran la evaluación SIMCE (Sistema de Medición de Calidad de la Educación) la cual se imparte solo a nivel nacional; y la evaluación PISA (Programme for International Student Assessment) siendo esta de carácter internacional.

La evaluación SIMCE se creó en el año 1988 con el principal objetivo el proveer información para contribuir al mejoramiento de la calidad y equidad de la educación, informando sobre los logros de aprendizaje de los estudiantes (Agencia de Calidad de la Educación). A partir del año 2012 la Agencia de Calidad de la Educación utiliza el SIMCE como sistema de evaluación para evaluar los logros de los contenidos y habilidades del currículum educacional (Agencia de Calidad de la Educación, s.f.a).

La prueba de Ciencias tiene como contenidos principales en su eje temático: Materia y sus transformaciones, fuerza y movimiento, Tierra y universo, estructura y función de los seres vivos, organismos, ambiente y sus interacciones (Agencia de Calidad de la Educación). La última vez que se llevó a cabo la evaluación de la sección de Ciencias fue en el año 2016, la cual tuvo una puntuación promedio de 242 puntos, y se encuentra 8 puntos bajo el promedio del año 2014 (prueba de ciencias que le antecede a la del 2016) la que obtuvo una puntuación promedio de 250 puntos (Agencia de Calidad de la Educación).

Por otro lado, la prueba PISA (Programme for International Student Assessment) se creó en el año 2000 como un proyecto conducido por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) cuyo objetivo principal es evaluar los sistemas educativos de cada país en base a conocimientos y habilidades que los estudiantes han sido capaces de desarrollar para una participación en la sociedad actual (Agencia de Calidad de la Educación). Bajo este contexto, la temática de la prueba de ciencias naturales entre los ejes de física, biología y química consiste en sistemas biológicos, tierra y el espacio, midiendo conocimiento, habilidades y actitudes tales

como; explicar fenómenos científicos, extraer conclusiones basándose en evidencia científica, compromiso como ciudadanos reflexivos (Agencia de Calidad de la Educación , s.f.a)

En cuanto a los resultados obtenidos en la prueba PISA de ciencias aplicada en Chile en el año 2015, el puntaje en los ejes de sistemas físicos, sistemas vivos y la Tierra y el espacio fueron de 439, 452 y 446 puntos respectivamente. Por otro lado, el puntaje de Chile en eje de ciencias (de 447 puntos) en comparación con el promedio de los países de Latinoamérica (408) es superior por 39 puntos. Pero en comparación con el puntaje promedio de los países de la OCDE (493) Chile se encuentra 46 puntos por debajo. *Los detalles de la clasificación de puntaje para la prueba PISA y sus correspondientes gráficos se encuentran en el anexo N°1: Información complementaria.*

Respecto de estos resultados, si bien Chile está por sobre el puntaje promedio de los países latinoamericanos en el eje de ciencias, se observa que la puntuación más baja en cuanto subsectores se trata, corresponde al de sistemas físicos. En base a esto, se plantea que es necesario fortalecer la enseñanza de las ciencias en Chile. Y para una perspectiva más contextualizada se realiza una revisión a la enseñanza de las ciencias en Chile, y especialmente al tema que compete a este seminario, la unidad 3 sobre el tema de luz y visión presente en el curriculum nacional vigente.

## 1.2 Luz y visión en la educación chilena actual

En este apartado, se analiza el contenido de las Bases Curriculares del Ministerio de Educación (MINEDUC) creadas en el año 2016, centrándonos en el eje temático de física del programa de estudios para 1° año de enseñanza media, específicamente en la unidad N°3 correspondiente a “Percepción sonora y visual y ondas sísmicas”, enfocándonos únicamente en contenidos relacionados a luz y el ojo humano. Previo a dicho análisis se presenta en la siguiente tabla, el objetivo de aprendizaje (OA12), indicadores de evaluación y las actividades que se proponen desarrollar.

| Objetivos de aprendizaje                                                                                                                                                                                                                   | Indicadores de evaluación                                                                                                                             | Actividades                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>OA 12</b><br>Explorar y describir el funcionamiento del oído y del ojo humano, considerando: <ul style="list-style-type: none"> <li>La recepción de ondas sonoras y luminosas.</li> <li>El espectro sonoro y de luz visible.</li> </ul> | Explican el funcionamiento fisiológico de las estructuras del ojo en el proceso de la visión del ser humano                                           | 5) El ojo.<br>7) Modelo de ojo.                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                            | Describen la luz visible en el espectro electromagnético y su relación con otras ondas electromagnéticas, en términos de energía y parámetros que las | 8) La luz visible en el espectro electromagnético.<br>10) La visión y la audición. |

|                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                         |                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Sus capacidades, limitaciones y consecuencias sociales.</li> <li>La tecnología correctiva (lentes y audífonos)</li> </ul> | caracterizan, como frecuencia y longitud de onda.                                                                                                                       |                                                                                                |
|                                                                                                                                                                  | Explican soluciones tecnológicas (con uso de lentes) para enfermedades que afectan la visión, como la miopía, la hipermetropía y astigmatismo.                          | 6) Defectos en la visión.<br>11) Discriminación a personas con discapacidad auditiva y visual. |
|                                                                                                                                                                  | Proponen medidas de mitigación de la contaminación lumínica que puedan causar efectos en las personas y en algunos procesos tecnológicos, como en la astronomía óptica. | 9) Contaminación visual y encandilamiento.                                                     |

Tabla 1.1 fuente: adaptación de tabla de información oficial (Ministerio de Educación, 2016)

Cada una de las actividades propuestas por el Ministerio de Educación desarrollan habilidades y actitudes de investigación, de los y las estudiantes. *Para conocer en detalle cada una de las habilidades y actitudes de cada actividad consultar el anexo N°1: Información complementaria.*

#### **Análisis de cada actividad:**

La actividad 5 “El ojo”; plantea la construcción de un afiche donde se represente la estructura del ojo humano rotulado con cada una de sus partes, identificando córnea, retina, iris, nervio óptico y el punto ciego. En los márgenes del afiche deben explicar la función que cada una de las partes cumplen en la visión. Luego, se plantean las preguntas; *¿Qué semejanzas y diferencias existen entre el ojo humano y la cámara oscura? ¿Qué semejanzas y diferencias existen entre el ojo humano y la cámara fotográfica digital o de video? ¿Qué ocurre en el cristalino de los ojos de una persona cuando pasa de mirar un objeto lejano a uno cercano? ¿Cómo se pone en evidencia el punto ciego del ojo? ¿En qué circunstancias el sentido de la vista nos engaña?* Finalmente, se solicita que los estudiantes que describan el proceso visual de una persona desde que la luz que proviene de un objeto se dirige a sus ojos y luego se transforma en señal eléctrica, transmitida a través del nervio óptico. (Ministerio de Educación, 2016).

El planteamiento de esta actividad se piensa que apunta a que el estudiante realice una investigación para poder construir el afiche solicitado, lo que tiene relación con el indicador de evaluación asociado a esta actividad y a las habilidades de investigación planteadas en las bases curriculares de la presente unidad. Sin embargo, el estudio de la visión como fenómeno a través de un afiche y sin un modelo físico puede limitar la comprensión de los procesos físicos presentes en dicho fenómeno, como, por ejemplo, la formación de imágenes, refracción de la luz, etc. Por

otro lado, las preguntas podrían ser respondidas solo parcialmente a partir de lo realizado previamente, por ejemplo, los y las estudiantes no pueden observar los cambios que experimenta el cristalino del ojo humano en el proceso de acomodación a partir del afiche realizado, entonces según como se plantea la actividad, la manera en que podrían dar respuesta a las preguntas es a través de otra investigación y no a través de una experimentación u observación de algún simulador u otro modelo, lo que sin una instancia de reflexión o análisis a la información recabada se puede transformar un traspaso de información.

Respecto al indicador de evaluación correspondiente a la actividad 5 *“Explican el funcionamiento fisiológico de las estructuras del ojo en el proceso de la visión del ser humano”* se piensa que la actividad contribuye parcialmente a que se logre, ya que la actividad del afiche solamente está enfocada al estudio anatómico del ojo humano y no permite comprender procesos físicos presentes en él. En cuanto a las habilidades de investigación asociadas a esta actividad; *“Planificar una investigación no experimenta y/o documenta” “Explicar y argumentar con evidencias provenientes de investigaciones científicas”* si bien a través de la investigación se pueden describir las partes presentes en el ojo humano, construir una explicación en base a las evidencias de una investigación sin un proceso o espacio de reflexión de la información encontrada, limita que los estudiantes logren formular una explicación o argumentación por sí mismos.

La actividad 6 *“Defectos de la visión”*; solicita realizar una investigación sobre la miopía, hipermetropía, astigmatismo, cataratas y conjuntivitis y sobre sus “soluciones tecnológicas”, sugiriendo diversos tipos de fuentes tales como; libros, internet, profesores y profesoras de biología, etc. Luego se les pide explicar mediante un diagrama de rayos la miopía e hipermetropía, y proponer soluciones con el uso de lentes. El indicador de evaluación correspondiente es; *“Explican soluciones tecnológicas (con uso de lentes) para enfermedades que afectan la visión, como la miopía, la hipermetropía y astigmatismo”*. Si bien la miopía e hipermetropía se pueden representar sin problemas a través de diagramas de rayos, esto corresponde a una perspectiva física de la situación, permitiendo identificar solamente las implicancias ópticas de estas disfunciones y no las causas de estas lo cual corresponde identificar bajo una perspectiva biológica, cuya ausencia se compensaría, previamente, en el proceso de investigación donde se sugiere consultar, por ejemplo; a docentes de biología. Sin embargo, no existe un puente o una actividad intermedia entre la investigación y la construcción de los diagramas, que permita relacionar la mirada física y la biológica, es decir, se trabajan por separado. Finalmente, al proponer soluciones a estas disfunciones usando lentes, la actividad solo consiste en reflexionar acerca de sus respuestas y no hay un espacio o actividad para comprobarlas.

En la Actividad 7 *“modelo del ojo”*; se les solicita a los estudiantes a elaborar un modelo de un ojo con materiales simples y fáciles de conseguir. Seguidamente se plantea preguntas tales como;

1) Si se desea que el ojo simule el defecto de la miopía, respecto a la distancia entre la lente convergente (cristalino) y el papel translúcido, ¿qué distancia debe existir?; 2) Si se desea que el ojo simule el defecto de hipermetropía, respecto a la distancia entre la lente convergente (cristalino) y el papel translúcido, ¿qué distancia debe existir?; 3) Si el modelo funciona con el defecto de la miopía, ¿qué tipo de lente debe colocarse en el lugar señalado, para ubicar el lente corrector?; 4) El modelo de ojo que se propone construir, ¿permite simular cómo reacciona el ojo humano cuando tiene la necesidad de observar un objeto cercano e inmediatamente después uno lejano?.

El indicador de evaluación correspondiente a esta actividad es el N°7 “*explican el funcionamiento fisiológico de las estructuras del ojo en el proceso de la visión del ser humano*”. El propósito de la construcción del modelo material del ojo, según lo propuesto en la actividad es simular la miopía y otras disfunciones del ojo, con el fin de verificar donde se enfoca la imagen o donde no se enfoca la imagen en cada caso, lo cual corresponde nuevamente a implicancias ópticas y físicas, de manera que se ignoran las causas de por qué la imagen se enfoca donde se enfoca y no donde debería. Por otro lado, respecto al indicador de evaluación de la presente actividad, la fisiología si bien corresponde a estudiar partes de ojo humano y sus funciones, solo están participando estructuras como el cristalino y la retina, siendo que muchos de los procesos involucrados en la visión abarcan otras estructuras más, por ejemplo, en esta misma actividad la pregunta N°4 cuestiona directamente si es posible representar o no el proceso al que hace alusión (proceso de acomodación) dando cuenta de que el modelo construido es limitado, en cuanto a explicar la fisiología completa del ojo humano.

Respecto a las habilidades asociadas a esta actividad “*Planificar diversos diseños de investigaciones experimentales que den respuesta a una pregunta y/o problema sobre la base de diversas fuentes de información científica*” se considera que, si bien se pide armar una maqueta de un ojo, en la actividad en vez de que el estudiante realice una investigación sobre la cual basar la construcción del ojo, en la actividad misma se le dan las instrucciones para realizarlo, por lo que el concepto de “planificar” diseño de investigaciones no se plasma de manera muy consistente en cómo se propone al estudiante realizar la actividad. Por otro lado, para la habilidad; “*Evaluar la investigación científica con el fin de perfeccionarla*”, ésta se ve reflejada en la pregunta 4 cuando se cuestiona si el ojo construido logra simular un determinado proceso, aunque se cree que no se lleva a cabo esta habilidad de manera completa, ya que no se incentiva el planteamiento o búsqueda de mejoras al ojo construido.

Realizando un contraste con las actitudes: “*mostrar interés en los fenómenos científicos y trabajar en equipo en la solución de problemas científicos*”, se cree que los estudiantes no mostrarán un interés por fenómenos científicos, debido a que el modelo propuesto no ayuda a entender, comprender y asimilar el fenómeno fisiológico presente en la visión. En cuanto al trabajo en

equipo para encontrar una solución a la problemática científica, según el planteamiento de la actividad, se aborda aunque se cree que solo de manera parcial, ya que no especifica en que instancias de la actividad se aprovecha mejor el trabajo en equipo.

La Actividad 8 *“la luz visible en el espectro electromagnético”*; plantea realizar una investigación y recolectar información sobre el espectro electromagnético, con el fin de identificar las longitudes de ondas que capta el ojo humano, menciona que los y las estudiantes deben indagar sobre las consecuencias que generan las diferencias de energía de la luz para la vida y para su utilización tecnológica. La ausencia de contexto en la investigación que se propone realizar en la actividad limita la calidad de la investigación misma, haciendo que se transforme en una búsqueda de información que no pasa a través de ningún proceso de reflexión o cuestionamiento. Por ejemplo, por qué se capta solo ese rango del espectro electromagnético, comparar por el espectro visible que poseen otros seres vivos, etc. Es debido a esta ausencia que se considera la actividad como limitante y simple. Respecto a la “indagación” que se menciona en la actividad, no hay un contexto ni interrogantes que vislumbren algún proceso de comprobación u observación para que el estudiante genere ideas propias respecto de lo que esté “indagando”.

El indicador de evaluación para esta actividad es el N°2 *“describen la luz visible en el espectro electromagnético y su relación con otras ondas electromagnéticas, en términos de energía y parámetros que las caracterizan, como frecuencia y longitud de onda”*. En contexto con los conocimientos que los estudiantes tendrían, una de las unidades previas a la que se trabaja en este análisis y seminario, corresponde a la unidad de ondas, por lo que los estudiantes conocen los conceptos a través de los cuales deben describir lo solicitado.

Respecto a las habilidades de investigación: Planificar una investigación no experimental y/o documental y explicar y argumentar con evidencias provenientes de investigaciones científicas. Nos encontramos nuevamente frente a una actividad donde, el rol de los estudiantes es un rol pasivo en el proceso de aprendizaje. Se limita simplemente a la recolección, memorización y transcripción de información.

Contrastando las actitudes científicas: *“Mostrar interés por conocer y comprender fenómenos científicos y trabajar, responsablemente, en equipos en la solución de problemas científicos”*, se cree que el estudiante no mostrará interés por conocer y comprender fenómenos científicos debido a que, en esta actividad, no se plantea el fenómeno de estudio de manera contextualizada. Por otro lado, la actitud de trabajar en equipos de forma responsable, no se plasma en las instrucciones de la actividad ya que no contempla una investigación grupal, a su vez, tampoco plantea una problemática científica que deba ser resuelta, sino que nuevamente el estudiante memoriza y transcribe información.

En la actividad 9 *“contaminación visual y encandilamiento”*, se divide en dos partes. En la primera parte se le pide los estudiantes indagar sobre contaminación visual y qué se entiende por esta. Posteriormente se le solicita responder las siguientes preguntas: 1) *“explica cómo afecta la contaminación visual a la investigación astronómica en observatorios ópticos; el smog ¿tiene relación con la contaminación visual?”*; 2) *“en grandes ciudades es común que haya mucha iluminación”*; 3) *“¿contribuye esto a la contaminación visual?”*; 4) *“finalmente se les solicita que construyan una tabla donde incluyan lo que a su criterio es contaminación visual y las posibles soluciones o propuestas de mitigación para estas”*. En la segunda parte se les solicita que investiguen por los peligros de observar fuentes intensas como el sol, punteros laser, soldadura, etc. Y respondan las siguientes preguntas: 1) *“¿en qué consiste el encandilamiento?”*; 2) *“¿Cómo afecta el encandilamiento a los conductores de vehículos en la noche?”*; 3) *“¿se puede evitar el encandilamiento?”*; 4) *“¿Cómo se obtiene fotografías del sol?”*; y 5) *“¿cómo se puede mirar el sol o luz de una soldadura de forma segura?”*.

El indicador de evaluación para esta actividad es *“los estudiantes proponen medidas de mitigación a la contaminación lumínica que puedan causar efectos en las personas y en algunos procesos tecnológicos, como en la astronomía óptica”*. Considerando las actividades, este indicador se puede aplicar parcialmente, debido a que la actividad, no está enfocada a que los estudiantes comprendan el fenómeno fisiológico en el encandilamiento, sino más bien a las causas basadas en estímulos del ambiente, y enfocadas a que investiguen en el uso de filtros, por lo que las medidas de mitigación que pueden proponer estarán limitadas por la falta de este conocimiento.

Haciendo una comparación con las habilidades de investigación *“planificar una investigación no experimental y/o documental y discutir en forma oral y escrita las ideas para diseñar una investigación científica”*, estas habilidades son desarrolladas de manera óptima donde el docente adquiere un rol de guía para que se logre desarrollar una actividad científica.

En cuanto a las actitudes: *“Mostrar interés por conocer y comprender fenómenos científicos, manifestar pensamiento crítico”*. Se piensa que no se apropia completamente el interés por conocer y comprender fenómenos científicos, dado que la actividad, si bien dice “indagar” no se plantea la problemática bajo ningún contexto.

La Actividad 10 *“la visión y la audición”*, propone una investigación basada en diferentes fuentes como internet, libros, revistas, etc. Sobre el espectro de las ondas sonoras y de luz contrastándolas entre ellas, luego se plantea una situación ficticia: *“Una o un estudiante afirma que si un dispositivo emite un sonido con una frecuencia que corresponde al espectro de la luz visible, podría “ver” ese sonido”*, posteriormente se plantean las siguientes preguntas: 1) *“¿es correcta la afirmación del estudiante?” Si es incorrecta “¿Qué le dirían para que la corrija?”*; 2) *“¿Cómo responden al medioambiente las personas con déficit en su capacidad visual y/o*

auditiva?"; 3) *"¿Por qué hay personas que, siendo sordas, tampoco pueden hablar? Y ¿Por qué las personas no videntes suelen desarrollar más el sentido de la audición?"*.

Luego, se plantea otra situación; donde un super héroe posee el poder de la invisibilidad sin perder el sentido de la visión; el estudiante que lo propone asegura que con este poder el héroe debería de perder el sentido de la visión, a continuación, se les pide responder las siguientes preguntas: 1) *"¿Es correcta o incorrecta la opinión del estudiante? ¿Por qué?"*; 2) *"¿Qué otros errores, desde el punto de vista de la física, en el campo de la audición y la visión, hay en héroes de diferentes comics?"*.

El indicador de evaluación para esta actividad 10 es el N°2 *"Describen la luz visible en el espectro electromagnético y su relación con otras ondas electromagnéticas, en términos de energía y parámetros que las caracterizan, como frecuencia y longitud de onda"* sin embargo, estos se plasman, de manera parcial en las actividades que se proponen ya que las preguntas no están enfocadas a la relación de frecuencia o intensidad, mucho menos a las afecciones auditivas.

Al comparar las habilidades de investigación: *"Formular preguntas y/o problemas a partir de conocimiento científico, planificar una investigación no experimental y/o documental"*. Se cree que con la primera investigación que realizan los estudiantes, no se fomenta la práctica de formular preguntas a partir del conocimiento científico, al ser preguntas descontextualizadas no promueve que el estudiante tenga una mayor cercanía con el tema tratado, respecto a la planificación 18 de una investigación, nuevamente el estudiante adopta un rol pasivo en el proceso de aprendizaje, donde se limita a recopilar, memorizar y transcribir información.

En cuanto a las actitudes científicas a desarrollar, están presentes: *"Mostrar interés por conocer y comprender fenómenos científicos, manifestar pensamiento crítico"* y *"argumentar en base a evidencias válidas y confiables y finalmente cuidar la salud de las personas y ser consciente de las implicancias éticas en las actividades científicas"*. Se cree que el pensamiento crítico se promueve dentro de la actividad, debido a las situaciones propuestas ya que el estudiante debe argumentar sus respuestas en base a la investigación y sus conocimientos previos. Así también, el mostrar interés en los fenómenos científicos se potencia gracias a la contextualización del problema, aportando una cercanía con el estudiante en un entorno conocido y/o popular como lo es en el caso de los héroes. Por otro lado, el desarrollo de conciencia en el cuidado de salud y la ética involucrada en las actividades científicas no se abarca con eficacia, principalmente debido a que las preguntas desarrolladas en la actividad no apuntan hacia esto, a pesar de que se estudia qué es lo que les sucede a las personas con estas patologías.

Finalmente, se plantea la actividad 11 *"Discriminación a personas con discapacidad auditiva o visual"*. Esta actividad se compone de dos partes. La primera, es un juego en el cual se debe diseñar un circuito con dos recorridos de 40 metros aproximadamente, en este circuito, se deben

aplicar distintos obstáculos que dificulten el recorrido tanto horizontal como verticalmente; los estudiantes deben trabajar en parejas y procederán de la siguiente forma:

En el punto de partida A, un o una estudiante se tapa la visión con una bufanda o algún género no transparente. El o la que no se ha tapado la vista acompaña a su compañero o compañera hasta el punto B del circuito, solo con indicaciones verbales y sin contacto físico. Llegan al punto B, intercambian las posiciones, y ahora regresan de la misma forma al punto A, pero por el otro recorrido. Antes que se inicie el recorrido de la siguiente pareja, se hacen pequeñas modificaciones en la ubicación de los obstáculos. (MINEDUC, página 282, 2016).

Una vez los estudiantes hayan terminado el circuito deberán escribir y responder las siguientes situaciones y preguntas: 1) *“descripción de la sensación al caminar por el recorrido sin el sentido de la visión”*; 2) *“Nombran las dificultades o facilidades para dar indicaciones a una persona sin el sentido de la visión”*; 3) *“¿Qué tipo de obstáculos causaron mayor dificultad al desplazarse sin el sentido de la visión?”*; 4) *“¿Qué sentido es o son indispensables en caso de no tener el sentido de la visión?”*; y 5) *“Se refieren a la confianza que se adquiere hacia la persona que los está guiando”*. Finalmente se hace una puesta en común para reflexionar sobre la actividad y de lo que significa carecer del sentido de la visión.

La segunda parte de esta actividad plantea realizar una investigación sobre materia legislativa de tal manera que favorezcan la integración de personas con necesidades especiales en visión y audición. Además de la creación de una ley para evitar la discriminación negativa de las personas con este tipo de necesidades.

Estas actividades están propuestas para abordar el indicador de *evaluación N°3 “explican soluciones tecnológicas (con uso de lentes) para enfermedades que afectan la visión, como la miopía, la hipermetropía y astigmatismo”*. Como se ve en el planteamiento de la actividad 11 no hay presencia de preguntas o actividades que indiquen alguna relación a este indicador, por lo que al analizar las actividades en función de éste, carece de sentido.

Respecto a las habilidades de investigación se plantean *“Organizar el trabajo colaborativo, evaluar la investigación científica con el fin de perfeccionarla”, “explicar y argumentar con evidencias provenientes de investigaciones científicas y finalmente discutir en forma oral y escrita las ideas para diseñar una investigación científica”*. Se piensa que la actividad permite organizar el trabajo colaborativo debido a que la primera actividad se basa fundamentalmente en éste, así mismo se cumple la evaluación de la investigación y de la argumentación científica que se aborda sin problemas en la segunda actividad; así mismo, el diseñar una investigación científica se aborda sin problemas en la primera actividad.

En cuanto a las actitudes científicas propuestas para estas actividades: *“mostrar interés por conocer y comprender fenómenos científicos, trabajar, responsablemente, en equipos en la*

*solución de problemas científicos”, “cuidar la salud de las personas y ser consciente de las implicancias éticas en las actividades científicas”.* Si bien, en la primera actividad los estudiantes toman conciencia de lo que implica carecer del sentido de la visión y la audición, las implicancias éticas en las actividades científicas no son fomentadas a lo largo de estas actividades, no se encuentra presente ninguna pregunta que apunte a las implicancias de la ética científica en las leyes que fomenten la integración a personas, con este tipo de dificultades.

Esta unidad plantea como propósito el estudio de la visión y la audición humana, como uno de los sentidos más importantes de la comunicación humana, enfocándose principalmente en la estructura del ojo y oído humano y sus funciones físicas (MINEDUC, 2016). Si bien, se plantean actividades que apuntan a esto, según el análisis realizado se llevan a cabo de manera descontextualizada, limitando la comprensión del fenómeno y desarrollo de actitudes.

Por otro lado, para esta unidad 3 el Ministerio de Educación plantea el desarrollo de grandes ideas, la primera gran idea es que los organismos tienen estructuras y realizan procesos para satisfacer sus necesidades y responder al medio ambiente (Gl. 1). En ella, se expresa que los organismos están compuestos de la misma forma básica, por células, dependiendo de la especie, las características que adopten estos individuos les ayudan a sobrevivir y desenvolverse en el entorno y sus cambios (Ministerio de Educación, 2016).

Esta gran idea, se plantea para desarrollarse dentro del eje de física, sin embargo, la temática de esta gran idea es, en su mayoría, más afín al eje de biología. En este caso, debe de abarcarse la física presente en el ojo humano, pero ¿Cómo abarcarla de forma eficiente sin la biología asociada a este mismo? ¿es necesario que los contenidos se desarrollen con una visión más completa e interdisciplinaria entre estos ejes?

### **1.3 Preconceptos.**

Las ideas previas que pueda tener un alumno sobre algún fenómeno suelen ser de carácter descriptivo, con un lenguaje no científico y por ende incorrecto desde este paradigma y, sobre todo, están condicionados a la experiencia del alumno con dicho fenómeno. A estas ideas previas se les conoce como preconceptos, los cuales limitan el alcance del aprendizaje significativo que pueda lograr el alumno. Por este hecho, es necesario recurrir a herramientas didácticas que permitan abordar estos preconceptos de manera que puedan ser utilizados en el proceso de enseñanza-aprendizaje y así contribuir en la comprensión de conceptos científicos en los estudiantes. (Trimiño & Voltaire , 2013).

En esta propuesta pedagógica el fenómeno a estudiar es la visión, es decir, el principal sentido de recepción de información del ser humano, por esta razón será inevitable que los alumnos tengan ideas previas sobre cómo es posible la visión y otros fenómenos asociados a ella.

Por otro lado, la percepción visual, está fuertemente ligado a los estudios de la luz, de hecho, es campo que comenzó a ser estudiado debido a la necesidad de explicar la visión y por ende en conjunto con ella. Posteriormente se generó toda un área de estudio de forma paralela (Osuna García, Martínez Torregrosa, & Carrascosa Alís, 2007). Dicho esto, muchos de los preconceptos que pudiera tener los alumnos estarán fuertemente ligados a los estudios de la luz, limitando la comprensión de los fenómenos ópticos involucrados en el proceso de la visión.

Como se ha señalado, parte de los conocimientos que los alumnos debieran manejar desde la unidad de óptica geométrica incluye, por ejemplo; representar la propagación de la luz con diagramas de rayos. No obstante, no siempre pueden asimilar este fenómeno que se estudia generalmente de manera teórica a eventos de la vida real, como ejemplo la visión humana. Al respecto, Osuna, Terregosa, Carrascosa & Verdú (2007) de la universidad de Alicante, realizan una investigación didáctica, cuya finalidad es extraer los preconceptos que alumnos de entre 13 y 15 años puedan tener sobre el fenómeno de la visión y encontrar posibles obstáculos para comprender como vemos. Para esto, se les aplicó una prueba, con el cual se encontró que cerca de la totalidad de los alumnos no explicaban la percepción de la forma y el tamaño de los objetos que vemos a partir de la imagen en la retina, y que el ojo no participa como receptor de luz en los trazados gráficos de formación de imagen en un sistema lente-pantalla. Dicho esto, de los preconceptos encontrados aparece el siguiente: “Los alumnos no consideran al ojo como un instrumento formador de imágenes” (Osuna García, Martínez Torregrosa, & Carrascosa Alís, 2007). Este preconcepto es bastante relevante para este seminario puesto que, como se ha aclarado, la temática central es luz y visión. De manera adicional, la edad de los estudiantes que formaron parte de la muestra del estudio mencionado coincide con la edad de los estudiantes en primer año medio a quienes va enfocado la propuesta diseñada. Esto implica que, a dicha edad, el contexto psicológico de los estudiantes se destaca que se encuentran en pleno desarrollo de habilidades y de conductas que pueden contribuir a un correcto aprendizaje en el estudio de algún fenómeno, lo cual resulta un guía importante a la hora de diseñar la propuesta pedagógica del presente seminario.

#### **1.4 Problema de investigación**

A partir del análisis de las actividades presentes en las bases curriculares del 2016, se aprecia que dichas actividades se centran principalmente a la recolección de la información, donde el estudiante se limita a memorizar el contenido sin considerar habilidades tales como análisis, reflexión, evaluación, capacidad de síntesis, etc. Lo cual se traduce en que los estudiantes adoptan un rol pasivo en el estudio del fenómeno a estudiar. Dicho esto, se considera que la unidad 3 específicamente la sección de percepción visual y luz limita la comprensión del funcionamiento de la visión humana.

Como se planteó anteriormente, el estudio de la percepción visual está ligado al estudio del ojo humano esto quiere decir que, comprender la percepción visual depende directamente de que tanto se conozca y comprenda sobre el funcionamiento del ojo humano. Al respecto, Pujol (2006) plantea que, si bien la comprensión del cuerpo radica en la identificación de sus estructuras, es necesario someterlas a cuestionamientos, y resolverlos en base a regularidad y variabilidad, aspectos que él describe como esenciales desde la perspectiva de la ciencia. Dicho esto, se debe incentivar en el estudiante un rol más activo, a través de las actividades dándoles un enfoque de trabajo colaborativo y autónomo, con espacios para la discusión, análisis y razonamiento. Por otro lado, para comprender de manera completa el funcionamiento de la visión humana se debe estudiar el funcionamiento del ojo humano de manera más completa, es decir, complementando y relacionando el funcionamiento físico con la anatomía y biología involucrada.

El presente seminario de grado tiene como objetivo estudiar, desde un punto de vista transversal entre la biología y la física, el funcionamiento del ojo humano y vincularlo con los Objetivos de Aprendizaje correspondientes a primer año de enseñanza media de las Bases Curriculares vigentes.

#### **1.4.1 Objetivo general**

El objetivo general de este seminario de grado es elaborar una propuesta de aprendizaje sobre la percepción visual para estudiantes de primer año medio, a partir del uso de un modelo 3D funcional del ojo humano, y del enfoque educación STEAM integrada, cuyo propósito es que comprendan las funciones tanto sensoriales como aquellas basadas en mecanismos que realizan las estructuras importantes del ojo en la visión humana.

#### **1.4.2 Objetivos específicos**

A continuación, se presentan los objetivos específicos de este seminario de grado:

- Caracterizar las partes del ojo humano desde un punto de vista físico y biológico.
- Construir una propuesta de aprendizaje para estudiantes de primer año de enseñanza media.
- Elaborar recursos (modelo 3D y funcional del ojo humano, guías, videos) para el estudio y simulación de la visión humana.
- Validar la propuesta de aprendizaje a través de juicio de expertos.

## **Capítulo 2: Marco teórico**

A continuación, se describen los elementos teóricos que se consideraron en este seminario, los cuales dan forma a cómo se lleva a cabo el proceso de aprendizaje. Dichos temas son; la teoría sociocultural de Vygotsky y su implicancia en la educación, también temas asociados a cómo debe ser la ciencia en la escuela, respecto de los saberes y la transposición didáctica que esto implica, la importancia del concepto de modelos en la elaboración e implementación de la propuesta pedagógica que se diseñó, la metodología indagatoria en la que se basa dicha propuesta, a través de la cual se busca desarrollar una serie de prácticas y habilidades científicas, bajo el enfoque de educación STEAM integrada.

### **2.1 Socio constructivismo**

Lev Vygotsky fue un psicólogo de origen ruso, quien con su teoría sociocultural logró realizar grandes aportes al mundo de la educación. Su trabajo se basó en estudiar el desarrollo humano, específicamente de los procesos psicológicos superiores, como resultado de las interacciones de los infantes con su entorno social, histórico y cultural.

La teoría sociocultural de Vygotsky, Chaves (2001) explica que los procesos psicológicos superiores, es decir, la memoria, la atención voluntaria, razonamiento y la solución de problemas, constituyen al desarrollo que logra un niño cuando este se inserta en una sociedad y cultura y se da gracias a la apropiación de los signos como el lenguaje o las tecnologías presentes en una determinada cultura y sociedad. Esto es posible, señala el autor, debido a que estos signos poseen una utilidad y significado dentro de la sociedad colectiva, lo cual hace necesario para el infante apropiarse de dichos signos y a través de esto continuar adaptándose al mundo que los rodea.

Vygotsky propone una manera de abordar el proceso de aprendizaje, a través del concepto de las zonas de desarrollo en los niños, en la cual postula la “zona de desarrollo próximo” que corresponde a una brecha que existe entre lo que el alumno/a puede hacer por sí solo con sus propios conocimientos previos y habilidades (zona de desarrollo real) y lo que podría o debería llegar a alcanzar (zona de desarrollo potencial) (Aravena, 2004).

El docente, planteando desafíos y problemáticas al estudiante en los saberes a enseñar, está cumpliendo un rol de facilitador o mediador, de esta manera permite que el alumno adopte también un rol más autónomo, ya que como se mencionó anteriormente, cuando los saberes o contenidos se llevan al estudiante de manera que estos sean compatibles a sus contextos socioculturales, facilita la apropiación por parte del estudiante sobre cómo abordar los desafíos que se le proponen al respecto y mejor aún, cuando el/la docente facilita las instancias para sociabilizar dichas apropiaciones entre los alumnos, de manera que la diversidad inicial mencionada anteriormente se convierta en un ente socio constructivo para el proceso de aprendizaje (Aravena, 2004).

Para llevar a cabo correctamente el proceso aprendizaje bajo los criterios del constructivismo Aravena, A. F. (2004) plantea lo siguiente sobre el rol del docente y el estudiante:

Rol del docente:

- Guía y facilita el aprendizaje. Mediador entre los estudiantes y el contenido.
- Crea un clima de clases propicio, democrático e interactivo.
- Planifica las situaciones de aprendizaje, para que tenga significado para el estudiante.
- Proporciona al alumno instrumentos (medios), para desarrollar sus potencialidades.
- Conduce los procesos intelectuales del aprendizaje. Los alumnos toman conciencia de su propio conocimiento.
- Evalúa el nivel de logro.

Rol del estudiante:

- Activo, interactuante. Involucrado mediante un trabajo colaborativo.
- Investiga, aporta datos, conceptualiza.
- Ejerce reflexión crítica.
- Sistematiza el conocimiento. No internaliza materias aisladas.
- Autónomo en la construcción de sus aprendizajes.

En contexto de la enseñanza de las ciencias en que se desenvuelve este seminario, en el siguiente apartado se aclaran conceptos que contribuyen a que el proceso de aprendizaje permita que los estudiantes adopten este rol tan fundamental del paradigma socio constructivista ya descrito.

## **2.2 Ciencia escolar**

La ciencia se caracteriza por estar continuamente evolucionando, volviéndose cada vez más abstracta, lo que hace que al momento de ser explicada se utilice lenguaje muy técnico y difícilmente comprensible para la totalidad del alumnado. Siendo ésta una problemática que se daba con la educación más tradicional, cuando solo los alumnos cuyos valores y expectativas tenían que ver con la ciencia captaban y cobraban sentido estas ideas abstractas, y también se les daba la necesidad de comprender el lenguaje técnico científico. (Izquierdo, 1999).

Paralelamente a este concepto de evolución científica, este fenómeno tiene implicancias directas en la sociedad, ya que son los productos de la ciencia los cuales continuamente generan cambios en tecnología, economía, salud, etc. Por esta razón, se hace evidente la necesidad de que todo el alumnado esté correctamente alfabetizado científicamente, ya que, como ciudadanos esto repercute directamente en sus decisiones y en cómo se adaptan a una sociedad que está sujeta constantemente a los cambios mencionados.

El origen de la ciencia escolar radica en como la didáctica de las ciencias plantea abordar esta necesidad a través del proceso de aprendizaje, es decir, sobre cómo debe ser el rol del docente y sobre cómo puede aprender el alumno. Izquierdo, M. (1999) plantea que, para llegar a la totalidad del alumnado y hacer la ciencia comprensible para todos y no solo a algunos, es necesario llevar el conocimiento científico de manera más cercana a los intereses y experiencias de los mismos alumnos, para así apelar a los conocimientos previos que puedan tener, lo cual compatibiliza totalmente con las implicancias de la teoría de sociocultural de Vigotsky en la educación mencionadas anteriormente. Izquierdo, M, (1999) menciona que, para lograr esto, es necesario llevar a cabo una transposición didáctica por parte del docente.

La transposición didáctica se lleva a cabo cuando un determinado contenido que se desea enseñar pasa por un proceso de trabajo y adaptaciones, tales que conviertan el saber científico en un saber más cercano y comprensible para el estudiante, es decir, en un saber de la enseñanza (Chevallard, 1991). Este proceso de transposición didáctica aporta en llevar la ciencia de los científicos a una ciencia escolar, la cual si bien difiere en cuanto a niveles de complejidad, ambas ciencias, la científica y la escolar, contribuyen a un aprender y a un saber dinámico, lo que permite al estudiante actuar y llevar a cabo procesos científicos como por ejemplo la observación y la experimentación, lo cual se traduce en que la ciencia escolar cumple con desarrollar las mismas competencias que permiten eventualmente desarrollar ciencia de los científicos (Izquierdo, 1999).

### **2.3 El concepto de modelo**

El concepto de modelo conforma aspectos centrales de esta propuesta en términos de elaboración y aplicación de esta, por lo que para una correcta comprensión de estos aspectos es necesario establecer la definición adecuada del concepto de modelo para cada caso.

Para efectos de esta aclaración se recurre al concepto de modelo planteado por Chamizo (2010). En términos generales, plantea que los modelos corresponden a representaciones basadas en analogías construidas a partir de contextualizar una cierta parte del mundo real, con un objetivo específico (Chamizo, 2010). Chamizo clasifica el concepto de modelo según las analogías, según el contexto y según la porción del mundo que es representada con una finalidad, de la manera representada en la figura 2.1.

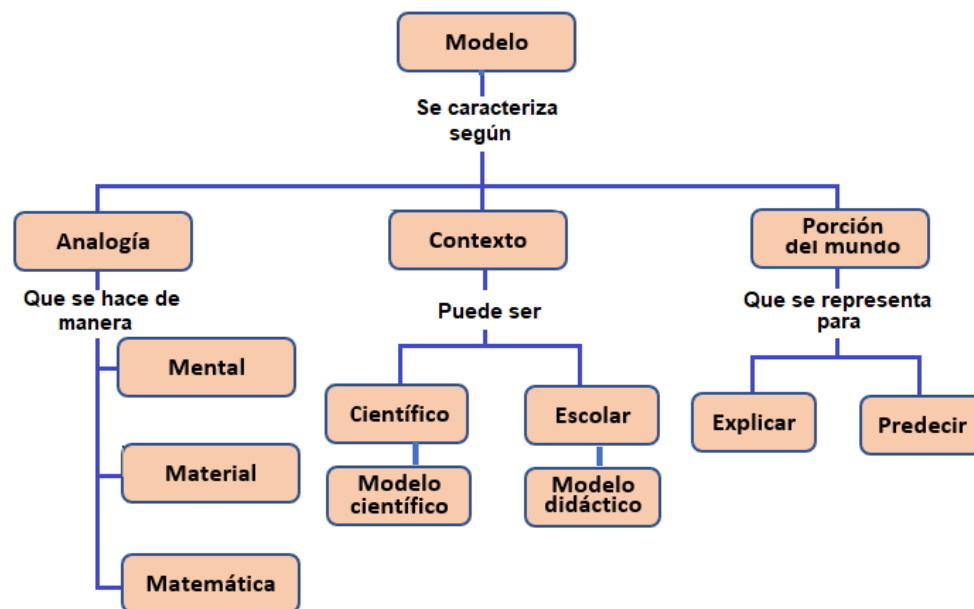


Figura 2.1 Concepto de modelo, elaboración propia en base a información de (Chamizo, J. A. 2010).

Respecto a la clasificación por analogías, Chamizo explica que los modelos mentales son aquellas representaciones que las personas construyen para tratar de explicar o predecir una situación y que surgen a partir de cuestionarse parte del mundo real. Los modelos materiales (llamados también prototipos) permiten una interacción empírica, y fueron elaborados para comunicarse con otros, corresponden a modelos mentales expresados a través de un lenguaje como por ejemplo la física, biología, etc. Las maquetas, figuras 3D son ejemplos de modelos materiales, de esto se derivan como modelos experimentales, ya que es posible en algunos casos someterlos a experimentos, pruebas, etc. Finalmente, están los modelos matemáticos, lo cuales corresponden a las ecuaciones que tienen como finalidad describir una parte del mundo real en específico, a través de estos modelos se construyen las leyes que constituyen la ciencia. (Chamizo, 2010).

Respecto a la clasificación según el contexto, los modelos pueden ser científicos los cuales logran representar teóricamente fenómenos del mundo real y son construidos por científicos. Y los modelos didácticos son aquellos que se desarrollan a través de la transposición didáctica, permitiendo transformar la ciencia de los científicos en ciencia escolar (Chamizo, 2010).

Para esta propuesta, es importante aclarar bajo el contexto escolar, y respecto a la elaboración del modelo 3D funcional de ojo humano, cae dentro de la clasificación de modelo didáctico ya que permite transformar el saber científico (visión humana) en un saber escolar el cual es posible ser enseñado en el aula.

Por otro lado, el tipo de modelo según la analogía que se enmarca en esta propuesta, corresponde al de modelo material o dicho de otro modo, modelo mental expresado, ya que se busca que los estudiantes construyan ideas que permitan explicar fenómenos científicos (como en este caso lo es la visión humana) a través de la experimentación, observación y en general, el uso del modelo 3D funcional del ojo humano. Dicho esto, la manera en que se articulan las acciones o prácticas que implican el uso de este modelo da lugar a la metodología bajo la cual se llevará a cabo el proceso de enseñanza, que se presenta en el siguiente apartado.

## **2.4 Educación STEAM integrada**

Como se ha mencionado, el siglo XXI se caracteriza por constantes cambios en materia de ciencia y tecnología lo que reúne gran cantidad de implicancias en la sociedad y la cotidianidad de las personas. Debido a esto, se aborda la educación STEM desde una perspectiva más centrada en promover el desarrollo de competencias que integran ciencia, tecnología, ingeniería, y matemática en la enseñanza de todos los alumnos puesto que vivir en una sociedad en constante cambio e impredecible, requiere de esta alfabetización y competencias científicas para lograr adaptarse y tener algo que decir frente a dichos cambios (Couso, 2017).

Respecto a esta necesidad, se busca integrar en los modelos educativos de manera interdisciplinar las áreas que componen STEAM, cuyas siglas en inglés corresponden a; ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemática. En 2006, Georgette Yakman agrega artes a las disciplinas que componen STEM pasando a ser STEAM, este enfoque de educación provee una aproximación interdisciplinar integrada conectada con el mundo real, y dirigida a la resolución de problemas (Zubiaga, 2014).

En términos de desarrollo de prácticas en STEM, éstas se relacionan con la metodología indagatoria a través de la experimentación al estudiar fenómenos naturales y/o tecnológicos mediante la observación, manipulación, recogida y análisis de datos, la elaboración de modelos científicos y matemáticos, y la interacción con representaciones virtuales de entidades abstractas la argumentación y comunicación de soluciones científicas, matemáticas y tecnológicas, así como la evaluación de pruebas y argumentos aportados por los demás (López Simó, 2020).

La razón por la cual se opta por este enfoque radica inicialmente en el fenómeno de estudio a tratar en la propuesta y en los recursos que se planea utilizar, la visión humana es un fenómeno que involucra aspectos tanto físicos como biológicos, y se busca representar o modelar didácticamente estos dos aspectos a través de un modelo 3D funcional de manera conjunta haciendo uso de componentes electrónicos, simulaciones virtuales (applets) y Geogebra. Por lo que el enfoque de educación STEAM integrado debido a la interdisciplinariedad que implica, permite relacionar de forma más completa las disciplinas STEAM involucradas en la manera que se propone llevar a cabo el proceso de aprendizaje con estos recursos.

## 2.5. Prácticas científicas

Las practicas científicas corresponden a un marco didáctico que contribuyen a concretar el proceso de aprendizaje, que no se centra solamente en el conocimiento de contenidos sino también en prácticas sociales, cognitivas, discursivas con las que la ciencia profesional investiga, argumenta y construye modelos y teorías sobre el mundo (Anna Garrido Espeja, 2017).

Al respecto, Osborne (2014) plantea que los objetivos de la enseñanza de la ciencia, a través de la indagación, radican en lograr que el estudiante aprenda ciencias, para así comprender el mundo que los rodea, y también comprender los procesos mediante los cuales se aprende ciencia. Es decir, llevar a cabo la indagación no solo para comprender y entender fenómenos, sino que, además, esta metodología debe ser un medio para verificar mediante las explicaciones que se logran a través de estas. Para llevar a cabo los procesos mencionados, se habla sobre el marco de las practicas científicas, cuya finalidad es hacer que los estudiantes sean entes activos durante el proceso de aprendizaje, es decir, que desarrollen habilidades y actitudes asociadas a las ciencias.

A continuación, se presentan las ocho prácticas científicas según Osborne (2014) junto con su aporte en este marco:

1. Hacer preguntas: Son las preguntas las cuales generan la necesidad de explicación y son el motor que impulsa investigar.
2. Desarrollar y Usar Modelos: Ayuda a desarrollar metaconocimiento sobre la ciencia, es decir, contribuye llevar a cabo el saber cómo sabemos, lo que podría llamarse conocimiento epistémico.
3. Construir explicaciones: Construir una explicación genera una necesidad de reflexión metacognitiva.
4. Argumentar a partir de la evidencia: Fomenta el uso de un correcto lenguaje y razonamiento científico.
5. Planificar y desarrollar investigaciones: Una comprensión optima sobre la naturaleza de la ciencia implica que los estudiantes puedan también cuestionar y aportar a los procesos de investigación.
6. Interpretar datos experimentales: La naturaleza de los datos hace que existan una gran variabilidad en ellos, por ejemplo, en su validez, métodos de obtención, procesamiento y análisis, y cada uno de estos procesos requiere de una buena alfabetización científica.
7. Usar pensamiento computacional y matemático: Seguidamente de la interpretación de datos, el pensamiento computacional y matemático permite expresar y representar los resultados encontrados, además bajo el contexto tecnológico del siglo XXI esta es una competencia bastante importante.

8. Comunicar resultados: Comunicar y leer resultados en ciencia requiere de una correcta interpretación del lenguaje utilizado y para ello es necesario una relación directa con la semiótica que se utiliza dentro de la ciencia.

## **2.6 Enseñanza en ciencias basada en la indagación (ECBI)**

En este apartado se presentan las características principales de la metodología utilizada en esta propuesta pedagógica.

La indagación es una palabra que, en contexto de educación, puede ser entendida y utilizada de diversas formas. Barrow (como se citó en Couso, D. 2014) resume estas tres perspectivas de la palabra indagación: 1) Una de las capacidades cognitivas que los estudiantes deben desarrollar: la capacidad de indagar científicamente; 2) Lo que es necesario que el alumnado entienda sobre los métodos utilizados por los científicos para dar respuesta sus preguntas: la naturaleza de las ciencias; y 3) Una variedad de estrategias de enseñanza y aprendizaje que el profesorado debe desarrollar para que el alumnado aprenda capacidades de indagación (1) y también conceptos científicos (2) (Couso, D. 2014). Ante esta variedad de aspectos de la indagación en contexto educativo, tiene sentido preguntarse; ¿Por qué indagar? ¿Cómo contribuye al proceso de ¿aprendizaje?

La metodología ECBI se caracteriza en cuatro aspectos importantes; *1. Girar en torno a un escenario de enseñanza-aprendizaje de investigación, generalmente de tipo práctico (observaciones, experimentos), donde los alumnos se plantean preguntas y obtienen sus propios datos. También hay escenarios donde se usan datos disponibles; 2) Dar mucha importancia a la actitud y motivación de los estudiantes, otorgándoles un papel muy activo y protagonista. En general se les propone trabajar en grupo y se les da mucha más autonomía y capacidad de decisión y elección que en el aula tradicional, en particular cuando la indagación es abierta y los estudiantes escogen incluso la temática a trabajar; 3) Por contraposición a lo anterior, enfatizar la importancia de un papel más pasivo del profesor, usando generalmente la idea de “guía” y “facilitador” de la indagación; y 4) Organizar la instrucción en etapas o fases, siguiendo un cierto ciclo que emula la investigación científica real* (Couso, D. 2014). Respecto a las perspectivas de la palabra indagación planteadas anteriormente, su significado se aborda en base a estas características de la metodología ECBI.

Finalmente, para concluir lo clave de la metodología ECBI, en base a información de [www.ecbichile.cl](http://www.ecbichile.cl) se presenta el “ciclo de aprendizaje” posteriormente explicando cada una de sus fases:



Figura 2.2 Ciclo de aprendizaje basado en metodología ECBI, elaboración propia en base a información de [www.ecbichile.cl](http://www.ecbichile.cl).

1. **Focalización:** La temática o en este caso el fenómeno que se va a trabajar en la clase es presentado por el docente a través de un contexto o discusión, para activar los conocimientos previos del estudiante sobre dicho tema a través de preguntas iniciales. Es en esta etapa donde se promueve la curiosidad e interés del estudiante por la temática de la clase.

En cada clase de esta propuesta existe un contexto breve, ya sea escrito o en formato audiovisual que está diseñado considerando los conocimientos previos y también las experiencias que los estudiantes han tenido con el fenómeno de estudio, por ejemplo; eclipses, usuarios de anteojos (lentes correctivas), etc. Para que, a través de estos conocimientos previos, y problemáticas planteadas por el docente, expresen sus ideas y planteen predicciones o hipótesis además de que puedan involucrarse con dicho contexto interesándose en él. Lo que también implica el desarrollo de la practica científica “hacer preguntas”.

2. **Exploración:** En esta etapa los estudiantes utilizan los recursos disponibles con el fin de buscar respuestas y comprobar sus hipótesis o predicciones previamente hechas. El espacio de discusión es muy importante para fomentar la participación y trabajo grupal de los estudiantes permitiendo que adopten un rol autónomo sobre su proceso de aprendizaje.

Si bien a lo largo de la propuesta se utilizan diversos recursos tales como, manipulativos virtuales y applets, el más significativo y central corresponde al modelo 3D del ojo humano, cuya funcionalidad está diseñada para que responda de forma análoga a como lo haría un ojo humano real, permitiendo que los estudiantes puedan experimentar, extraer y registrar datos u observaciones y encontrar resultados. El proceso mediante el cual los estudiantes experimentan con el modelo se articula basado en los cuestionamientos previos, con los que ellos pueden

decidir u aportar en cómo se realizará el procedimiento experimental ya sea cambiando lentes en el modelo, variando la luz a la que se expone, incluso utilizando Geogebra lo cual le permite manipular las variables matemáticas involucradas en el modelo, etc. De esta manera nuevamente se estaría fomentando una participación autónoma en los estudiantes. Dicho esto, se enmarca en este aspecto de la propuesta el desarrollo de las practicas científicas “desarrollo y uso de modelos” “pensamiento matemático y computacional” y “planificar y desarrollar investigaciones” ya que estos procedimientos permiten al estudiante también reconocer los procesos a través los cuales está desarrollando conocimiento.

3. Reflexión: Los estudiantes trabajan directamente con los datos u observaciones previamente obtenidas, los cuales deben procesar y/o analizar con el fin de comprobar sus ideas e hipótesis formuladas inicialmente en base a las evidencias recolectadas. El docente debe guiar a los estudiantes en el proceso de síntesis de resultados para una correcta interpretación de estos, a través de un correcto uso del lenguaje científico.

Esta etapa se enmarca en las clases de la propuesta al momento en que los estudiantes formulan las explicaciones basándose en las evidencias encontradas a través de un correcto razonamiento científico. Los estudiantes deben sintetizar estas explicaciones y resultados para luego sociabilizarlos con la clase usando un correcto lenguaje científico. En esta propuesta, el docente abre un espacio de formalización en el cual apoya y guía a los estudiantes a realizar correctamente estos procesos.

En términos específicos, los datos y evidencias que pueden recabar los estudiantes son variados, por ejemplo, al utilizar el modelo 3D del ojo, la mayoría corresponderán a observaciones, por lo que su análisis e interpretaciones deben ser constantemente guiadas por un docente haciendo los cuestionamientos adecuados en la secuencia. Las practicas científicas que se fomentan en esta etapa de la indagación son “construir explicaciones”, “argumentar a partir de evidencias”, “interpretar datos experimentales” y “comunicar los resultados”.

4. Aplicación/evaluación final: Esta etapa consiste en poner a prueba los resultados encontrados por los estudiantes, cambiando el contexto y planteando situaciones nuevas a las cuales deben aplicar los conocimientos adquiridos. Por otra parte, también debe existir un espacio donde se reconocen los procedimientos científicos mediante los cuales se obtiene el conocimiento.

Esta etapa se plasma en el cierre de cada clase diseñada, en las cuales se plantean nuevos cuestionamientos referentes a la visión, por ejemplo, comparar la visión humana con la de algunos animales permitiendo contrastar los conocimientos adquiridos de los estudiantes sobre las partes del ojo humano y los procesos que realizan y los estímulos presentes en ambientes donde viven dichos animales, lo que permite poner a prueba lo que aprendieron durante la clase.

### Capítulo 3: Marco epistemológico de referencia

A continuación, se realiza una revisión sobre la física y la biología involucradas en la Propuesta de aprendizaje; los conceptos abordados van desde luz y óptica geométrica, hasta la fisiología del ojo humano, considerando también disfunciones visuales.

#### 3.1 Estructura y funcionamiento del ojo humano

El ojo humano Es un sistema óptico complejo, el cual está conformado por distintas componentes biológicas las cuales cumplen roles específicos e importantes en el proceso de visión humana. Para lograr comprender cómo es que las componentes biológicas del ojo humano aportan, de forma directa, a la física involucrada en el proceso de visión, se presentan, describen y relacionan dichas componentes en el presente apartado.

El interior del ojo humano se divide en tres partes fundamentales, la cámara anterior, que está conformada entre el iris y la córnea, esta cámara contiene el humor acuoso.

La cámara anterior es la cavidad situada detrás de la córnea y delante del iris, contiene un líquido que está compuesto en un 98% de agua, por lo que se denomina humor acuoso, el cual posee un índice de refracción perfectamente definido debido a que es un medio homogéneo (Marín, 2006). La profundidad de la cámara anterior se considera desde el vértice de la cara posterior de la córnea hasta el polo anterior del cristalino, teniendo una longitud de 3 a 4,55 milímetros. La córnea, se encuentra en la parte anterior de la capa externa y a continuación de la esclera, esta posee una curvatura mayor que el resto del globo ocular, tal como muestra la ilustración 3.1; la córnea es transparente y aproximadamente esférica y posee un radio de curvatura de 8 milímetros aproximadamente, es a través de esta que la luz ingresa (Marín, 2006).

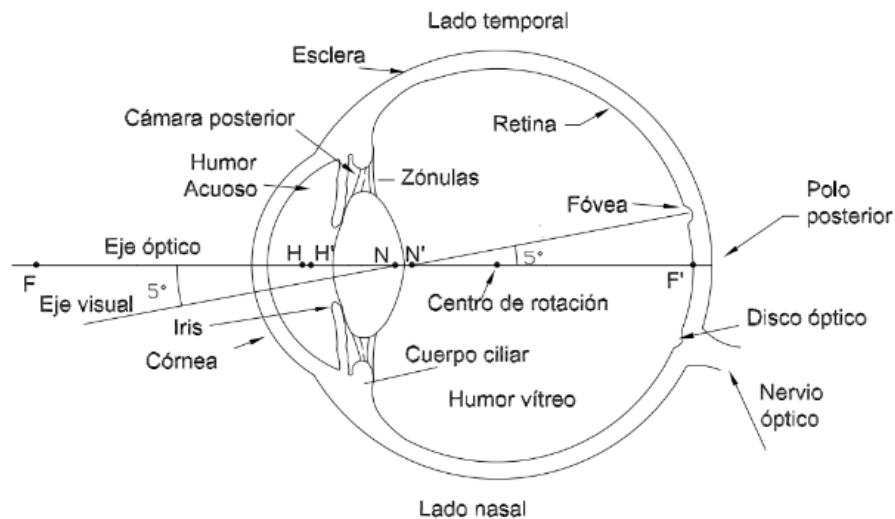


Ilustración 3.1 Fuente: Óptica Fisiológica El sistema Óptico del ojo y la visión binocular.

La principal función del iris es regular la cantidad de luz que ingresa hacia la retina por medio de la pupila; esta corresponde a una abertura central que, varía su diámetro en función de la intensidad de luz que recibe, el cual puede ser de 2 milímetros hasta 8 milímetros, dependiendo de las condiciones lumínicas.

La estructura de la retina es una de las estructuras más complejas tanto funcional como anatómicamente, ya que se trata de una extensión del sistema nervioso central, en donde comienza el análisis de la información lumínica registrada. En la retina encontramos dos tipos de fotorreceptores, los conos y los bastones, Estos constituyen dos sistemas distintos que operan a diferentes niveles lumínicos. La zona de la retina de entrada al nervio óptico se denomina papila óptica, en esta no hay conos ni bastones, por lo que representa un punto ciego en el campo visual del ojo.

El cristalino se encuentra contenido en una cápsula elástica, este corresponde a una lente biconvexa de radio de curvatura variable, lo que permite que pueda enfocar a diversas distancias gracias a un mecanismo de acomodación cuya principal característica es su heterogeneidad física y óptica. Posee una estructura en capas muy complejas y a lo largo de la vida continua con su crecimiento y grosor con la formación de nuevas capas; debido a esto es que la lente comienza a tornarse más rígida con el paso de la edad (Marín, 2006).

La sección en la cual se encuentra encapsulado el cristalino, juega un papel importante en el proceso de acomodación. Las zónulas que corresponde a ligamentos suspensorios sostienen al lente y controlan la curvatura de sus superficies a través de variaciones producidas por el músculo ciliar (estructura que se puede apreciar en la ilustración 3.1), este proceso genera un cambio en la potencia ocular del cristalino, permitiendo enfocar a distintas distancias.

La potencia focal es la capacidad de potencia de las superficies refractarias del sistema óptico, Esta potencia tiene como unidad de medida las dioptrías; son utilizadas para poder determinar la corrección necesaria a implementar en una lente para el tratamiento de disfunciones visuales como la miopía o hipermetropía, entre otras (Marín, 2006).

### **3.2 Óptica geométrica y formación de imágenes en el ojo humano**

La formación de imágenes en el ojo humano funciona bajo los principios de la óptica geométrica, la cual abarca el estudio de la propagación de la luz, a partir del supuesto de que la luz se desplaza en una dirección fija y en línea recta cuando pasa por un medio uniforme y cambia su dirección en el momento en que se encuentra con una superficie de un medio diferente o si las propiedades ópticas del medio son distintas.

Para comprender la formación de imágenes en el ojo humano, es primordial analizar en primer lugar la naturaleza de la luz, así como sus propiedades y posterior a esto la óptica geométrica.

### 3.2.1 Naturaleza y propiedades de la luz

A finales del siglo XVIII, la luz era considerada un flujo de partículas, las cuales tenían su origen de emisión en el objeto que se observaba o eran emitidas desde los ojos del observador. Newton, precursor en el análisis de la naturaleza de la luz, sostenía que proviene de una fuente puntual y que, al ingresar a los ojos se estimulaba el sentido de la vista. Basándose en esta idea pudo explicar los fenómenos de reflexión y difracción que se mencionan más adelante en este mismo capítulo.

En 1678 el físico y astrónomo Huygens, basándose en Newton, demostró que una teoría ondulatoria también podría explicar los fenómenos mencionados anteriormente; siguiendo esta idea, en 1801 Thomas Young comprobó la naturaleza ondulatoria de la luz, demostrando que bajo ciertas condiciones los rayos de luz podían interferir entre ellos. En 1873 Maxwell afirmó que la luz era una onda electromagnética de alta frecuencia, afirmación que en 1887, fue apoyada por datos experimentales proporcionados por Hertz, quien pudo producir y detectar ondas electromagnéticas.

Si bien, el modelo ondulatorio y la teoría clásica de electricidad y magnetismo explicaban la mayoría de las propiedades de la luz, existían ciertos experimentos que no podían ser explicados por estas, siendo el efecto fotoeléctrico el más notable de estos; el cual consiste en que, cuando incide luz sobre una superficie metálica, a veces, se expulsan electrones de esta superficie. Debido a estas dificultades es que surgieron más experimentos, los cuales arrojaron como resultado que la energía cinética de un electrón expulsado es independiente a la intensidad de la luz. En 1905 Einstein propuso una explicación para el efecto fotoeléctrico aplicando un modelo basado en la teoría de Planck; según Einstein, la energía de un fotón es proporcional a la frecuencia de la longitud de onda electromagnética:

$$E = hf$$

Donde  $h$  es la constante de Plank con un valor de  $6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

Debido a las anteriores evidencias, es que se debe considerar que la luz posee una naturaleza dual, la cual fue planteada inicialmente por el físico francés Louis Víctor de Broglie, basándose en la explicación del efecto fotoeléctrico. Por consiguiente, bajo ciertas condiciones la luz se comporta como partícula y bajo otras condiciones, posee un comportamiento ondulatorio.

En nuestra vida cotidiana, existen varios fenómenos que pueden clasificarse como ondulatorios, entre ellos podemos encontrar a el sonido y la luz, por dar algunos ejemplos, los cuales están basados en la propagación de ondas. Las ondas, corresponden a perturbaciones periódicas de alguna propiedad de la materia, como una vibración viajando por una cuerda, campos electromagnéticos, olas agitando el océano, las cuerdas de un violín, entre otras (Crawford, 2003). Estas ondas implican un transporte de energía, pero no un transporte de masa.

Pueden clasificarse según el medio en el que se propagan, como:

- Ondas mecánicas.
- Ondas electromagnéticas.

Así mismo, las ondas pueden clasificarse según la dirección de propagación respecto a la perturbación, estas clasificaciones son:

- Transversales, la propagación de la onda es perpendicular a la perturbación.
- Longitudinales, la propagación de la onda es longitudinal a la perturbación (Serway & Jewett Jr, 2008)

Al igual que diversos fenómenos físicos, las ondas están descritas bajo distintos parámetros, entre ellos están la longitud de onda, la rapidez de propagación, la frecuencia y el periodo.

Se define como longitud de onda ( $\lambda$ ) como la distancia mínima que existe entre dos puntos idénticos de la onda; esta longitud de onda ( $\lambda$ ) se mide en metros en el sistema internacional (SI), análogamente, si se determinan los segundos que tardan dos puntos idénticos de ondas adyacentes pasen por un mismo punto, ese valor corresponde a lo que se denomina como periodo ( $T$ ). El periodo ( $T$ ) en el sistema internacional (SI) se mide en segundos (Serway & Jewett, 2008).

La posición de un punto de la onda que se encuentre a la mayor posición respecto del punto de equilibrio de la onda se denomina amplitud ( $A$ ) de la onda, en el sistema internacional la amplitud ( $A$ ) se mide en metros (m). en la figura 3.2 se ilustra de forma gráfica la longitud de onda ( $\lambda$ ) y amplitud de la onda ( $A$ ), en la figura 3.3 se ilustra de forma gráfica el periodo de la onda ( $T$ ) y la amplitud de la onda ( $A$ ) (Serway & Jewett, 2008).

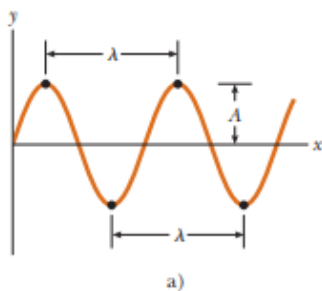


Figura 3.2 Representación de la longitud de onda para la gráfica altura v/s dirección de propagación.

Fuente: Física para ciencias e ingeniería vo.1

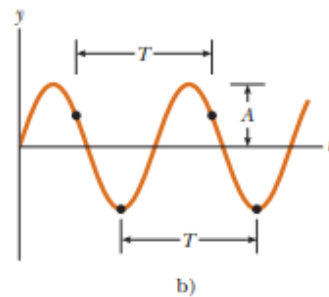


Figura 3.3 Representación del periodo de una onda para la gráfica altura v/s tiempo para un punto  $X = \text{cte}$ .

Fuente: Física para ciencias e ingeniería vo.1

La misma información que entrega el periodo ( $T$ ) es entregada por su inverso, la frecuencia ( $f$ ) la cual corresponde a la cantidad de puntos idénticos en una onda que pasa por un punto determinado en un intervalo de tiempo. La frecuencia ( $f$ ) en el sistema internacional (SI) se mide en Hertz (Hz) (Serway & Jewett, 2008), la frecuencia ( $f$ ) y el periodo ( $T$ ) de una onda se encuentran relacionados por la siguiente expresión:

$$f = \frac{1}{T}$$

Donde  $f$  corresponde a la frecuencia de la onda y  $T$  corresponde al periodo de esta misma (Serway y Jewett, 2008)

A la par con los parámetros ya mencionados, la rapidez de propagación ( $v$ ) de la onda es algo a tener en consideración, esta se define como el cociente entre la longitud de onda y el periodo ( $T$ ) de esta, o de otra forma, el producto entre la longitud de onda y la frecuencia (Serway y Jewett, 2008); esta se define por la siguiente expresión:

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda * f$$

En donde  $v$  es la rapidez de propagación de la onda,  $\lambda$  es la longitud de onda,  $T$  es el periodo y  $f$  corresponde a la frecuencia.

Cuando las ondas se propagan en múltiples direcciones y en más de una dimensión, es posible realizar un plano geométrico que conecta a los puntos de igual fase y amplitud en todas las ondas, a esto se le conoce como frente de ondas (Serway y Jewett, 2008).

Cuando un observador se encuentra a una distancia óptima de una fuente, la sección que representa al frente de onda puede aproximarse a una superficie plana y los rayos se aproximan a líneas paralelas, dando así origen a un frente de onda plana (Mery & Poblete, 2017).

### 3.2.2 Óptica geométrica

La formación de imágenes en el ojo humano funciona bajo los principios de la óptica geométrica, la cual abarca el estudio de la propagación de la luz, a partir del supuesto de que la luz se desplaza en una dirección fija y en línea recta cuando pasa por un medio uniforme (la figura 3.3 muestra un frente de onda que viaja hacia la derecha y pasa por medios que poseen las mismas propiedades ópticas) y esta cambia su dirección en el momento en que se encuentra con una superficie de un medio diferente o si las propiedades ópticas del medio son distintas.

Es posible que la onda se encuentre con una barrera que posea una abertura circular de diámetro mayor al de la longitud de onda, cuando esto ocurre, la onda que emerge de la apertura continúa desplazándose en línea recta (figura 3.4.a). Si el diámetro de la abertura es del orden de la longitud de onda, las ondas se extienden desde la apertura en todas las direcciones (Figura 3.4.b),

este efecto se conoce como *difracción*. Si el diámetro de la abertura es mucho menor a la longitud de onda, la abertura se aproxima como una fuente puntual (figura 3.4.c) (Serway & Jewett, 2008).

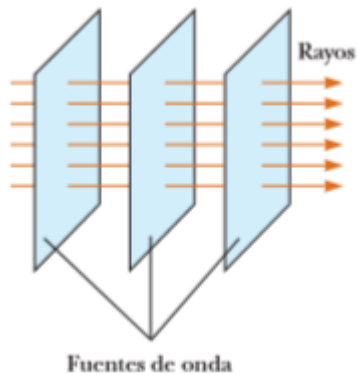


Figura 3.4: onda plana que se propaga hacia la derecha.  
Fuente: Física para ciencias e ingeniería. Vo. 1

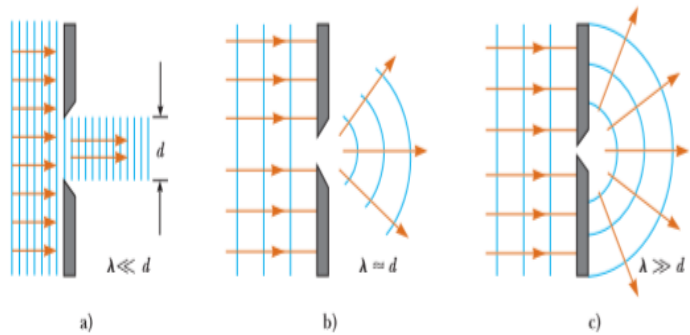


Figura 3.5: onda plana con longitud  $\lambda$ , incide en barreras con aberturas de diámetro distintos al de la longitud de onda. 3.5.a el diámetro de la abertura es mayor a la longitud de onda. 3.5.b el diámetro de la abertura es del orden de la longitud de onda. 3.5.c el diámetro de la abertura es menor a la longitud de onda. Fuente: Física para ciencias e ingeniería. Vo. 1

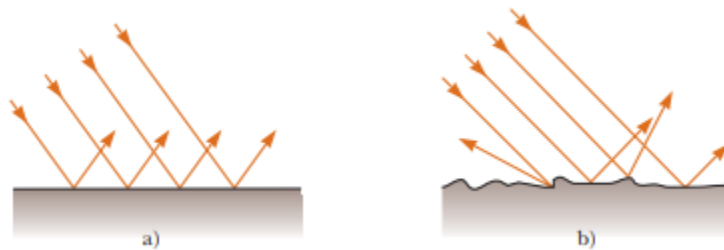


Figura 3.6 Reflexión de una onda Fuente: Física para ciencias e ingeniería. Vo. 1

Como se puede apreciar en la figura 3.6 la dirección de un rayo reflejado está en el plano perpendicular a la superficie reflectora que contiene al rayo incidente. La reflexión de luz desde esta superficie lisa se denomina *reflexión especular*, como muestra la figura 3.6(a). si la superficie reflectora es irregular, esta refleja a los rayos en distintas direcciones, la reflexión desde esta superficie se denomina *reflexión difusa*, como muestra la figura 3.6(b) (Serway & Jewett, 2008).

Cuando un rayo de luz que viaja por un medio transparente se encuentra con la frontera entre el medio en el que viaja y uno nuevo, con características similares, parte de la energía es reflejada y otra parte de la energía penetra en el nuevo medio. El rayo que penetra en el nuevo medio

cambia la dirección, es decir, se refracta. En cuanto a los planos de los rayos, el rayo incidente, refractado y el rayo reflejado se encuentran en el mismo (Serway & Jewett, 2008).

El ángulo de refracción depende de las propiedades de los medios y del ángulo de incidencia, (Fig 3.7) expresado matemáticamente de la siguiente forma:

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

Donde  $v_1$  y  $v_2$  son la rapidez de la luz en los medios 1 y 2 respectivamente.

Figura 3.7 Refracción

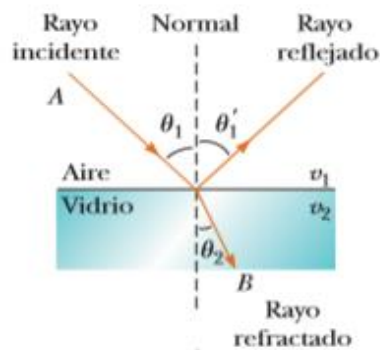


Figura 3.7: rayo de luz incidente entre una interfaz de aire y vidrio cuyo comportamiento está bajo los fundamentos teóricos del fenómeno de refracción. Fuente: Física para ciencias e ingeniería. Vo. 1

La velocidad de la luz solo es constante en el vacío, por lo que ésta cambiará dependiendo del medio por el cual se desplace. Esta relación entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en el nuevo medio nos da un número adimensional que se conoce como índice de refracción ( $n$ ), matemáticamente se expresa como:

$$n = \frac{\text{velocidad de la luz en el vacío}}{\text{velocidad de la luz en el medio}} = \frac{c}{v}$$

Sin embargo, Willebrord Snell, postuló una ecuación que considera la relación entre la longitud de onda del rayo incidente debido a que esta cambia, no así su frecuencia, obteniendo como resultado la Ley de Snell que se presenta a continuación:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

Donde  $n_1$  y  $n_2$  son los índices de refracción de los medios respectivos;  $\theta_1$  y  $\theta_2$  son los ángulos respectivos al plano de incidencia (Serway & Jewett, 2008).

La dispersión de la luz es una propiedad importante del índice de refracción. y varía con la longitud de onda del rayo de luz que incide en el material. Este fenómeno se conoce como dispersión, como el índice de refracción es una función que depende de la longitud de onda, la Ley de Snell establece que rayos de luz de distintas longitudes de onda se refractaran con ángulos distintos.

La existencia de diversos rayos luminosos que interactúan entre sí, producto de los obstáculos con los que se encuentran por el medio en el que viajan, produce la formación de imágenes, las que pueden ser imágenes reales, que corresponde a las imágenes formadas por la convergencia de los rayos luminosos provenientes de una fuente puntual e imágenes virtuales, las cuales son formadas por las proyecciones de los rayos luminosos provenientes de una fuente puntual.

El sistema óptico presente en el ojo humano está compuesto por secciones que propician la formación de imágenes, principalmente el cristalino, el cual es la lente principal del sistema. Para estudiar cómo es que se forman las imágenes en el ojo humano es necesario conocer las lentes y sus respectivas ecuaciones.

La luz que pasa a través de la lente gruesa experimenta una refracción en dos superficies, la imagen formada por la primera superficie funciona como objeto para la segunda superficie, tal como muestra la figura 3.8; en caso de una lente delgada, el modelo se simplifica y la expresión matemática cambia, obteniendo dos expresiones, para lentes gruesas y lentes delgadas.

Para la formación de imágenes reales, estas deben formarse por los rayos de luz que inciden en la lente, en cuanto a las imágenes virtuales, que se forman a partir de la prolongación de estos rayos.

$$\frac{1}{p_1} + \frac{1}{q_2} = (n - 1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = (n - 1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

Ecuación para lentes gruesas, considerando la ilustración 3.8.

Ecuación para lentes delgadas considerando la ilustración 3.9.

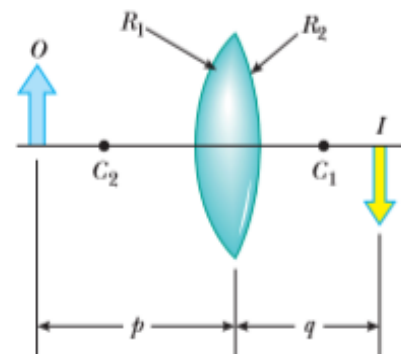
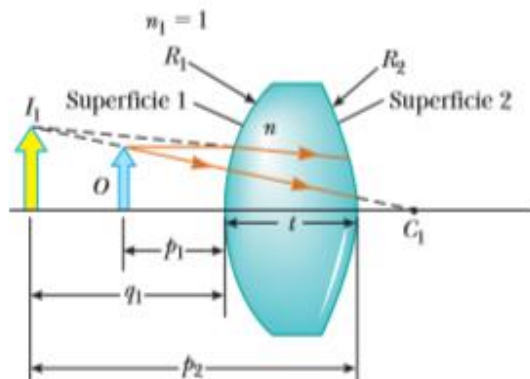


Figura 3.8: Formación de imagen en lente gruesa, donde  $p_1$  es la distancia entre el objeto y la primera superficie,  $q_1$  es la distancia entre la imagen virtual y la primera superficie,  $p_2$  es la distancia entre la imagen virtual y la segunda superficie,  $q_2$  corresponde a la distancia imagen;  $R_1$  y  $R_2$  son los radios de las superficies respectivamente y  $n$  es el índice de refracción. Fuente: Física para ciencias e ingeniería. Vo. 1

Ilustración 3.9: Formación de imagen en lente delgada, donde  $p$  es la distancia entre el objeto y el centro de la lente,  $q$  es la distancia entre la imagen y el centro de la lente,  $R_1$  y  $R_2$  son los radios de las superficies respectivamente. Fuente: Física para ciencias e ingeniería. Vo. 1

1

Si consideramos que  $p$  tiende a infinito y que  $q$  tienda a  $f$ , entonces el recíproco de la distancia focal de una lente corresponde a:

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

Escrito de otra forma, y considerando las ecuaciones presentes anteriormente, la distancia focal estada dada por:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q}$$

Donde  $f$  es la distancia focal,  $p$  es la distancia objeto y  $q$  es la distancia imagen.

### 3.2.3 Formación de imágenes en el ojo humano

El principio de formación de imágenes en el ojo humano es el mismo que en un sistema óptico convencional.

Inicialmente la luz tiene incide y hace ingreso a través de la córnea, a su vez, el iris es quien regulariza el ingreso de los rayos luminosos variando su radio de apertura, dependiendo de la intensidad lumínica. Es en este punto donde se realiza la primera refracción; la luz se refracta de forma acentuada debido a la diferencia en los índices de refracción de los medios, siendo el aire<sup>1</sup> el medio por el que viaja y la córnea<sup>2</sup> el medio al cual ingresa. Luego de pasar a través de la córnea, los rayos luminosos ingresan al humor acuoso, el cual tiene un índice de refracción similar al de la córnea.

El cristalino es el siguiente medio en el cual se refracta la luz. Posee una característica particular debido a que puede variar su radio de curvatura lo que permite variar sus distancias focales. A este proceso se le conoce como proceso de acomodación el cual se lleva a cabo gracias a los

<sup>1</sup> Índice de refracción del aire: 1.

<sup>2</sup> Índice de refracción de la córnea: 1,376.

ligamentos suspensorios en los cuales se apoya el cristalino, los cuales consisten en una cápsula elástica que se extiende desde el cristalino hasta el cuerpo ciliar. Este cambio permite que existe una variación en la potencia equivalente del sistema óptico, lo que permite que el ojo pueda enfocar objetos a diferentes distancias.

Finalmente, los rayos de luz convergen en la retina, formando una imagen invertida la cual se encuentra proyectada con una leve desviación respecto al eje óptico, aproximadamente 1,25 milímetros hacia abajo (Puell Marín, 2006) ubicando parte de esta proyección en el nervio óptico, generando así el denominado “punto ciego” del proceso de visión humana.

La potencia equivalente representa una de las propiedades más importantes de un sistema óptico; la potencia equivalente correspondiente al sistema óptico del ojo humano está directamente relacionada con las distancias entre los puntos focales y principales mediante la siguiente ecuación:

$$F = \frac{n'}{H'F'} = -\frac{n}{HF}$$

Donde F corresponde a la potencia equivalente del sistema óptico,  $n'$  es el índice de refracción de la cámara vítrea,  $H'F'$  y  $HF$  corresponden a distancias focales (ver ilustración 3.1).

La potencia promedio de un ojo adulto es de aproximadamente 60 dioptrías, considerando que el índice de refracción de la cámara vítrea es de 1,336, se obtienen distancias focales  $H'F' = +22,27$  milímetros y  $HF = -16,67$  milímetros (Puell Marín, 2006)

Si bien, los valores presentados se consideran como promedios, estos pueden variar debido a factores involucrados en las componentes ópticas, como radios de curvaturas de la córnea, cristalino y diversas propiedades que varían con el tiempo.

### 3.3 Visión

La visión humana permite establecer una representación del mundo, permitiéndonos observar objetos tridimensionales con sus respectivas formas y colores, estas características son percibidas por el cerebro gracias a las células receptoras que se encuentran en la retina, las que se encargan del proceso de transformación de la información, registrando la luz, correspondiente al espectro electromagnético, para luego realizar un proceso electroquímico.



Figura 3.10 Bastón

Fuente: <https://www.slideshare.net/ruizcrespoe/foto-transduccion>



Figura 3.11 Cono

Fuente: <https://www.slideshare.net/ruizcrespoe/foto-transduccion>

La retina es una sección compleja, ya que es una extensión del sistema nervioso. La retina está conformada por 5 capas, la capa nuclear interna, la capa nuclear externa y la capa de células ganglionares, separadas cada una por dos capas, capa plexiforme interna y plexiforme externa (Acuña, 2003) En la primera capa, se encuentran células fotorreceptoras y en la última capa se encuentran las células ganglionares, de la cual emergen axones que recorren la parte más interna de la retina para formar el nervio óptico.

Existen dos tipos de fotorreceptores los conos (figura 3.11) y los bastones (figura 3.10), ambos fotorreceptores poseen propiedades, formas y conexiones distintas que explican sus funciones.

Los conos se encuentran localizados en la fóvea, que corresponde a la zona donde la visión humana es más nítida, y su número disminuye en la periferia de la retina. Estos poseen conexiones individuales con el nervio óptico; debido a que los conos requieren de una mayor intensidad de luz para activarse, es que su función está enfocada a la Visión diurna. Debido a la alta agudeza que poseen proporcionan una buena definición a los cambios rápidos; también poseen tres tipos de pigmentos sensibles a diferentes longitudes de onda (Acuña, 2003) por lo que son la base fundamental de que podamos ver en colores.

La distribución de los bastones es casi inversa a la de los conos, estos se encuentran distribuidos por toda la retina a excepción de la fóvea, son altamente sensibles a los cambios de intensidad

lumínica, ya que un solo fotón puede provocar una respuesta. Estos fotorreceptores son acromáticos, por lo que no pueden distinguir entre colores.

### 3.3.1 Disfunciones visuales

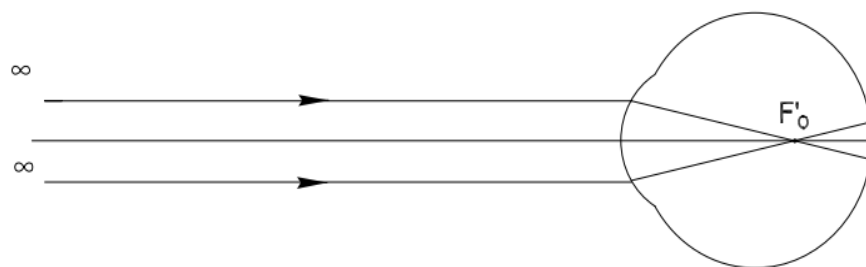
Los componentes ópticos del sistema ocular humano tienen dimensiones que están en constante variación, debido a esto la imagen no siempre se encuentra enfocada en la retina; se asume que un ojo normal está enfocando al infinito cuando está relajado, que corresponde a un ojo estándar (ojo emétrope), en el cual los rayos de luz lejanos convergen y se refractan en la retina.

En el caso de que los rayos paralelos provenientes del infinito no se enfocan sobre la retina, estando en acomodación relajada, se habla de un ojo amétrope, es decir, se habla de un ojo que no corresponde al estándar debido a un error refractivo (Marín, 2006). Este error se conforma principalmente por un desajuste entre la potencia óptica del ojo y la longitud de este.

Las ametropías o disfunciones visuales pueden diferenciarse en dos tipos principales: ametropías esféricas y astigmatismo. En las ametropías esféricas, el sistema refractivo del ojo es simétrico en todo el eje óptico y el error refractivo es el mismo en todos los meridianos, no así en el astigmatismo, en el cual la potencia refractiva es distinta en los diversos meridianos oculares, por lo que los rayos que inciden no convergen en el mismo foco.

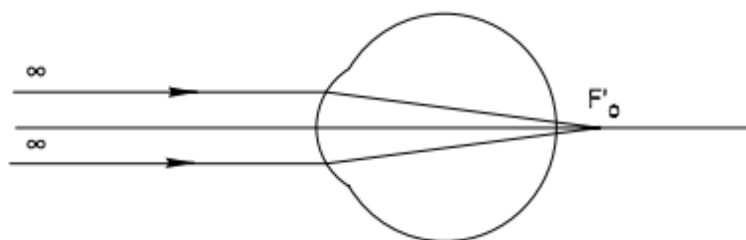
La miopía (Fig. 3.12) es producida debido a un exceso en la potencia refractiva para la longitud axial del ojo ya que esta es demasiado larga en comparación a la distancia focal, debido a esto es que los rayos paralelos provenientes del infinito forman una imagen en un foco ( $f'$ ) delante de la retina. Debido a esto, es que los objetos lejanos no pueden verse con claridad (Marín, 2006).

Figura 3.12 Diagrama ojo miope



El caso de la hipermetropía corresponde a un error de refracción, aquí los rayos paralelos son interceptados por la retina antes de alcanzar un foco, el cual está situado detrás de la retina; esto debido a que el ojo hipermetrope posee poca potencia en comparación a su tamaño axial (Marín, 2006).

Figura 3.13 Diagrama ojo hipermetrope.



En el astigmatismo, la córnea y las superficies del cristalino son las principales causas de que este se produzca. La superficie frontal de la córnea no es esférica y presenta el meridiano de máxima curvatura próximo a la vertical, cuando esto ocurre se le conoce como astigmatismo directo; sin embargo, si el meridiano de mayor curvatura se encuentra próximo a la horizontal, se le conoce como astigmatismo inverso.

El astigmatismo lenticular es aquel que se produce debido a una asimetría en la curvatura del cristalino tanto en una como en ambas superficies de este; cualquier inclinación del cristalino respecto del eje visual, podría causar, un astigmatismo lenticular. Debido a que la superficie refractaria no es regular, se generan distintas curvaturas que aportan distintas potencias al sistema óptico del ojo, por lo que los rayos de luz incidente tendrán múltiples focos (Marín, 2006).

La presbicia corresponde al estado refractivo del ojo, debido a una disminución fisiológica en el proceso de acomodación producida por la edad, el grado de acomodación no es suficiente para mantener una visión nítida a la distancia focal habitual del ojo; en consecuencia, el punto próximo se aleja de forma progresiva al avanzar en edad (Marín, 2006)

## **Capítulo 4: Marco metodológico**

En este capítulo, se dará a conocer los aspectos metodológicos presentes en la elaboración de este seminario de grado, tales como los métodos de recolección de datos, el análisis de estos y finalmente el plan metodológico bajo el cual se guio la elaboración de este trabajo.

### **4.1 Breve introducción sobre a investigación en la educación**

Como se ha mencionado anteriormente, el siglo XXI requiere formas de educar acorde a las competencias que exige este nuevo mundo, lo que se traduce en una demanda de nuevas metodologías y enfoques para abordar este fenómeno evolutivo y sus implicancias en la docencia. Es por esto, que la investigación en la educación juega un papel clave, pasando ser una disciplina transversal del siglo XXI en todas las disciplinas debido a que aporta los pilares fundamentales para la creación de nuevo conocimiento en materia de ciencias de la educación (Rodríguez D. V., 2012).

En términos generales existen dos tipos de metodologías que se pueden utilizar al realizar una investigación, estas son la metodología cuantitativa y la cualitativa.

La metodología cuantitativa se caracteriza en medir variables que se establecen previamente con el fin de probar una hipótesis, la cual surge de analizar la teoría relacionada al fenómeno que se desea investigar (López, 2016).

Por otro lado, la metodología cualitativa se centra en estudiar fenómenos de carácter más social, considerando vivencias, haciendo relevantes las características subjetivas de la conducta humana (David Rodríguez Gómez, 2009). Sin embargo, existen múltiples tipos de investigación cualitativa, lo cual varía según el fenómeno a estudiar o comprender y la finalidad de la investigación:

### **4.2 Metodología utilizada “Investigación basada en diseño”**

En las metodologías de investigación utilizadas en el contexto de la educación, se suelen encontrar aspectos más cualitativos. La más importante surgen durante la última década del siglo XX, de la mano de Ann Brown (1992) y Allan Collins (1992), a partir de la necesidad de planteamientos metodológicos que vincularán investigación, diseño educativo e innovación en dicho contexto educacional, dando lugar a la investigación basada en diseño (IBD) (Rodríguez D. &, 2012).

Para expresar de manera más concreta en qué consiste la investigación basada en diseño (Rodríguez, D. 2012) cita a (Bell, 2004) señalando que la IBD se centra en el diseño y exploración de todo tipo de innovaciones educativas, a nivel didáctico y organizativo, considerando también posibles artefactos (ej. software) como núcleos de esas innovaciones, y contribuyendo, consecuentemente, a una mejor comprensión de la naturaleza y condiciones del aprendizaje. Para este seminario este enfoque de la IBD es sumamente importante ya que, como se ha

señalado anteriormente la propuesta pedagógica diseñada tiene como núcleo central el uso de un modelo 3D funcional del ojo humano.

A continuación (de Benito Crosetti, 2016) nos habla de las características principales de la investigación basada en diseño según (Brown, 1992), (Collins, 1992) y (Thomas C. Reeves, 2002):

- Centrada en amplios problemas complejos bajo contextos reales.
- Pone en marcha estudios rigurosos sobre la teoría para definir y guiar principios de diseño.
- Integra principios de diseño con las potencialidades tecnológicas para proporcionar soluciones a dichas problemáticas.
- Requiere protocolos reflexivos y evaluativos que permiten refinar aspectos importantes del diseño.

#### 4.3 Recolección de datos

La recolección de datos corresponde a extraer la información de una determinada muestra para ser posteriormente analizada en función de los intereses y objetivos de la investigación. Para esto, existen múltiples instrumentos y estrategias cuya elección puede depender del problema en estudio, la naturaleza de los datos que se busca extraer y también la muestra en sí.

El instrumento utilizado en la validación de la propuesta pedagógica corresponde una encuesta de respondida por expertos cuya experiencia consta de mínimo cinco años a través de una escala de valoración tipo Likert. El contenido de dicha encuesta posee indicadores de evaluación referentes a aspectos importantes de la propuesta pedagógica tales como; Recursos digitales, guías de apoyo, metodología utilizada en las clases, material didáctico como prototipo de ojo funcional. La encuesta de validación se encuentra disponible en el anexo N°5 instrumento de validación.

| Escala de Likert      |       |
|-----------------------|-------|
| Valoración            | Nivel |
| Muy en desacuerdo     | 1     |
| En desacuerdo         | 2     |
| De acuerdo            | 3     |
| Totalmente en acuerdo | 4     |

Tabla 4.1: Tabla de apreciación escala de Likert

#### 4.4 Análisis de datos

Una vez obtenidos los datos estos deben ser procesados y posteriormente analizados para dotarlos de significado y así cumplir con los objetivos de la investigación diseñada, ya sean estos relacionados a conocer o explicar algún fenómeno en estudio (Rodriguez D. V., 2012).

Específicamente existen medios o técnicas para llevar a cabo el procesamiento de los datos. Para este caso, para trabajar los datos obtenidos a partir de la encuesta respondida a partir de una escala de Likert se utiliza la estadística descriptiva para analizar e interpretar dichos datos, y posteriormente, continuar con el proceso de refinación de la propuesta.

La estadística descriptiva suele permitir llevar a cabo tablas de frecuencia, representaciones gráficas, medidas de tendencia central, etc. Pero debido al instrumento utilizado para la recolección de datos, se hace mucho más sencillo analizar estos mismos realizando solo tablas de frecuencia.

#### **4.5 Plan metodológico**

- Revisión bibliográfica

La revisión bibliográfica consiste en todas las lecturas realizadas sobre las temáticas importantes para la elaboración de este seminario, las cuales se dividen en dos, una es de carácter disciplinar mientras que la otra es de carácter pedagógico. En el ámbito disciplinar correspondió a una revisión que involucró todo lo que tiene que ver con la física (Luz, ondas, lentes y óptica geométrica, etc) y la biología (anatomía del ojo y sus funciones) involucrada en la propuesta pedagógica. Por otro lado, la de carácter pedagógico involucra metodologías de enseñanza, análisis de propuestas presentes en el curriculum nacional y los resultados de las pruebas PISA y SIMCE.

- Diseño de la propuesta de pedagógica

Consiste en el diseño de la propuesta pedagógica, construcción de las clases y determinación de la duración y cantidad de estas. También es de suma importancia definir los objetivos presentes en cada una de las clases junto con las habilidades a desarrollar.

- Diseño y construcción de material para la propuesta pedagógica

Al igual que el diseño de la propuesta es necesario construir el material necesario para llevarla a cabo. Esta etapa consiste en la elaboración de material didáctico necesario para lograr los objetivos y desarrollo de habilidades definidos previamente. Se entiende por material para la propuesta a implementos como, prototipo funcional del ojo humano y sus componentes, guías de trabajo pertinentes a cada clase, etc.

- Diseño y construcción encuesta de validación

Se elabora una encuesta de validación que se encuentra disponible en el anexo 5 “instrumento de validación” para cada una de las clases diseñadas (4 en total), dichas encuestas deberán ser respondidas por expertos de mínimo 3 años de experiencia en ejercicio docente. Las encuestas

constan de temáticas tanto pedagógicas a nivel de metodologías de enseñanza, la elaboración del material, y planificación de la clase en general.

- Validación de propuesta de aprendizaje por juicio de expertos

Corresponde al proceso en el cual los expertos previamente seleccionados proceden a hacer la revisión de la propuesta pedagógica mediante la encuesta de validación.

- Análisis de datos

Corresponde al análisis de las respuestas obtenidas a partir de la encuesta de validación, específicamente mediante el uso de estadística descriptiva se identificarán los aspectos mejores y peores evaluados.

- Refinamiento de la propuesta

Consiste en la refinación o mejora de la propuesta según los resultados del análisis de los datos obtenidos a partir de la encuesta de validación.

## Capítulo 5: Propuesta Pedagógica

En este capítulo, se presenta y describe la propuesta de aprendizaje. Inicialmente se describe de forma general la propuesta de aprendizaje para posteriormente profundizar de forma detallada en las clases y la evaluación final de la unidad.

### 5.1 Descripción de la propuesta

En esta propuesta de aprendizaje, se desarrolla la Unidad 3: Percepción sonora y visual y ondas sísmicas, pertenecientes a las Bases Curriculares de primer año de Enseñanza Media (1°EM). En esta Propuesta es fundamental que el estudiante se apropie del conocimiento y se vuelva protagonista de su proceso de aprendizaje, otorgándole significado y sentido a su aprendizaje; así mismo, se busca que los estudiantes logren una visión multidisciplinaria en el desarrollo de las ciencias. Por estas razones, es que la propuesta está basada en una visión socio constructivista, utilizando el concepto de modelo, enseñanza de las ciencias basada en indagación con enfoque de educación STEM integrada.

La Propuesta de Aprendizaje contempla 4 clases de dos horas pedagógicas cada una (90 minutos) y una evaluación final. En las clases, se desarrolla la propuesta desde la perspectiva del ojo humano y la visión como un sistema físico biológico.

Se realiza la creación e implementación de un modelo 3D del ojo humano, el cual constituye el eje central de esta propuesta. El modelo del ojo humano es diseñado considerando factores como funcionalidad y tamaño; obteniendo un diseño en escala 16:1, el cual permite reproducir el proceso de visión humana, gracias a los diversos elementos que lo componen.

El diseño y construcción del modelo 3D del ojo humano, se hizo principalmente en impresora 3D y cortadora laser, utilizando materiales como PLA<sup>3</sup> y acrílico. Dichas herramientas y materiales permitieron construir los componentes del ojo humano, utilizados en el modelo (globo ocular, cuerpo ciliar, zónulas e iris)<sup>4</sup> así como también sus respectivos soportes. Finalmente, se implementa un sensor de luz y un sensor de colores, los cuales permiten simular el funcionamiento de los fotorreceptores del ojo humano<sup>5</sup>.

---

<sup>3</sup> El ácido poli láctico es un termoplástico biodegradable, utilizado en impresión 3D como filamento.

<sup>4</sup> Visite el Marco epistemológico de referencia.

<sup>5</sup> Para más información sobre la construcción del modelo 3D del ojo humano consulte el anexo N°2 “Diseño y construcción del modelo 3D del ojo humano”

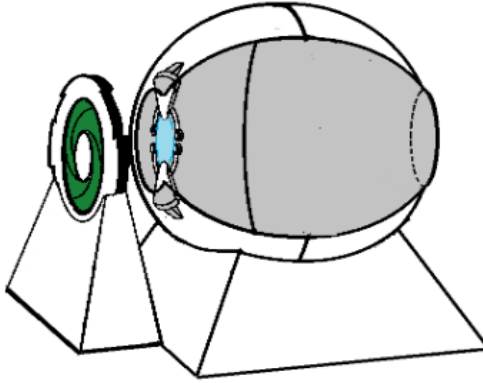


Figura 5.1 representación del modelo 3D del ojo humano elaboración propia.

La propuesta de aprendizaje presente en este capítulo es la versión final ya refinada. Las versiones iniciales, antes de ser evaluadas por el juicio de expertos se encuentran en el anexo N°4. El análisis de la validación de la propuesta se detalla en el capítulo siguiente.

## **5.2 Estructuras de las clases diseñadas.**

Para la implementación de cada una de las clases que componen la Propuesta de Aprendizaje, se utiliza una guía para el estudiante, recursos digitales y montajes experimentales. A continuación, se detalla la estructura general de la clase.

- **Contextualización**

Cada clase inicia con una breve contextualización, utilizando recursos atractivos para el estudiante como pequeñas reseñas, videos y manipulativos virtuales.

- **Preguntas iniciales**

Luego de realizar una breve contextualización, se invita a los estudiantes a responder preguntas de forma grupal o individual, realizando predicciones y relacionando la contextualización con problemas físicos.

- **Experimentación**

El desarrollo de la clase está enfocado en la experimentación, utilizando distintos montajes.

- **Reflexión después de la experimentación**

La reflexión se basa en preguntas enfocadas en el análisis de la experimentación, desarrollando pensamiento crítico y habilidades científicas.

- **Formalización**

Se realiza una puesta en común con el grupo curso respecto a la reflexión, luego, el docente realiza la formalización del contenido.

- **Cierre**

Finalmente, se realizan preguntas que inviten a la predicción o como introducción de la siguiente clase.

En cada clase, se presentan distintos enlaces, en formato QR, a sitios y/o aplicaciones de internet, para que los estudiantes puedan indagar más respecto a los contenidos vistos en la clase desde sus smartphones o tablets; así mismo, los enlaces a videos y manipulativos virtuales utilizados en la clase también se encuentran presentes en las guías, para que los estudiantes puedan utilizarlos cuantas veces estimen necesarios durante y fuera de la clase.

### **5.3 Apoyo para el docente**

Para la implementación de cada clase de esta propuesta, se elabora material de apoyo para el docente, en donde se incluyen sugerencias de cómo abordar las preguntas y las respuestas esperadas por los estudiantes, así mismo, se incluye un manual de cómo utilizar de forma correcta el montaje principal de esta propuesta, el cual consiste en un ojo humano a escala 16:1, el cual consta de distintas funciones que se detallan en el anexo N°2 “Diseño y construcción del modelo 3D del ojo humano”.

### **5.4 Detalle de la propuesta de aprendizaje**

A continuación, se realiza una descripción de las clases y la evaluación final con su respectivo material. Las versiones para el docente donde se puede encontrar información más detallada de las clases se encuentran disponible en el anexo N°3.

#### **Clase 1**

El contenido a tratar en la clase N°1 es refracción y difracción de la luz, por lo que el objetivo de aprendizaje propuesto es *Explicar fenómenos luminosos como reflexión y refracción*. El indicador de evaluación para esta clase es que los estudiantes logren explicar el funcionamiento de un prisma óptico.

Las habilidades por desarrollar por parte de los estudiantes en esta clase son: desarrollar el pensamiento científico, evaluar investigación y experimentación científica, con el fin de perfeccionarla y abalizar y explicar los resultados de estas, para plantear conclusiones.

Las actitudes que se promueven en esta clase son el interés por conocer y comprender fenómenos científicos, así como el esfuerzo y la perseverancia en la experimentación, entendiendo que trabajando rigurosamente se obtendrán datos empíricos acordes a la teoría; así también, el utilizar de forma responsable las tecnologías para potenciar el proceso de aprendizaje a través de la experimentación científica.

**Guía 1: Propiedades de la luz importantes para la visión humana.**



**Nombre:** \_\_\_\_\_

**Curso:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

**Objetivos:**

- Conocer y comprender el concepto físico detrás del funcionamiento del prisma óptico.
- Construir un espectroscopio casero.
- Comprender y analizar el concepto físico detrás del funcionamiento de un espectroscopio.

**Instrucciones generales:**

- La guía debe ser desarrollada en grupos de máximo 4 personas.



**Observa atentamente el siguiente video**

**¿Qué es y cómo funciona un Prisma Óptico?**



Escanea el siguiente código con tu teléfono inteligente o tableta.





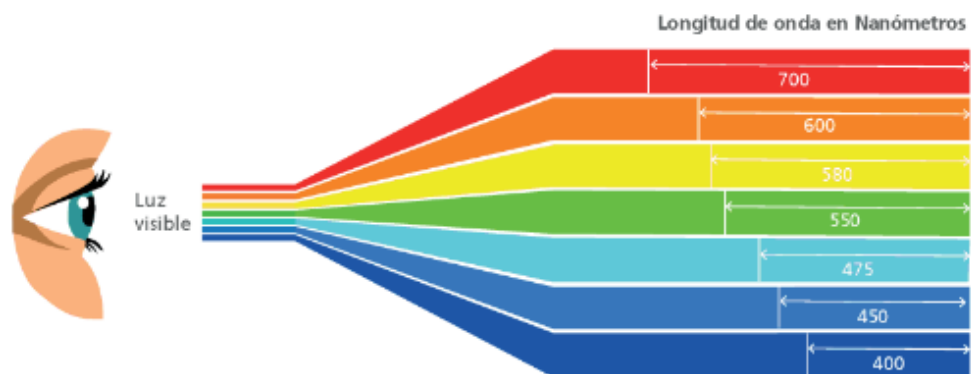
Para potenciar tu aprendizaje ¿podrías responder las siguientes preguntas?  
(individualmente).

1. ¿Qué es un prisma óptico?

2. ¿Qué sucede cuando la luz ingresa en un prisma óptico?

3. ¿Es posible generar el mismo efecto, pero de otra forma?

### ¡Conozcamos el espectro de luz visible!





***¡Vamos a experimentar!***

Ahora que ya sabemos cómo funciona un prisma óptico, intentaremos realizar el mismo efecto, pero de forma distinta.



### ***Materiales***

- Plantilla de espectroscopio casero (incluida en la guía de trabajo).
- Tijeras.
- Cinta adhesiva o pegamento en barra.
- DVD viejo.
- Regla milimétrica.



### ***¿Qué haremos?***

1. Recortar cuidadosamente la plantilla de espectroscopio casero que está incluida en la guía de trabajo.
2. Realizar los dobleces indicados en la plantilla.
3. Recortar una sección del DVD viejo.
4. Con ayuda de la cinta adhesiva, remover el material blanco del DVD.
5. Incorporar el fragmento de DVD a nuestra estructura



Escanea el siguiente código con tu teléfono inteligente o tableta.



Para potenciar tu aprendizaje ¿podrías responder las siguientes preguntas? (individualmente).

1. ¿Qué logras ver a través del espectroscopio? Dibuja y pinta lo que observaste



¿Cómo funciona un espectroscopio?

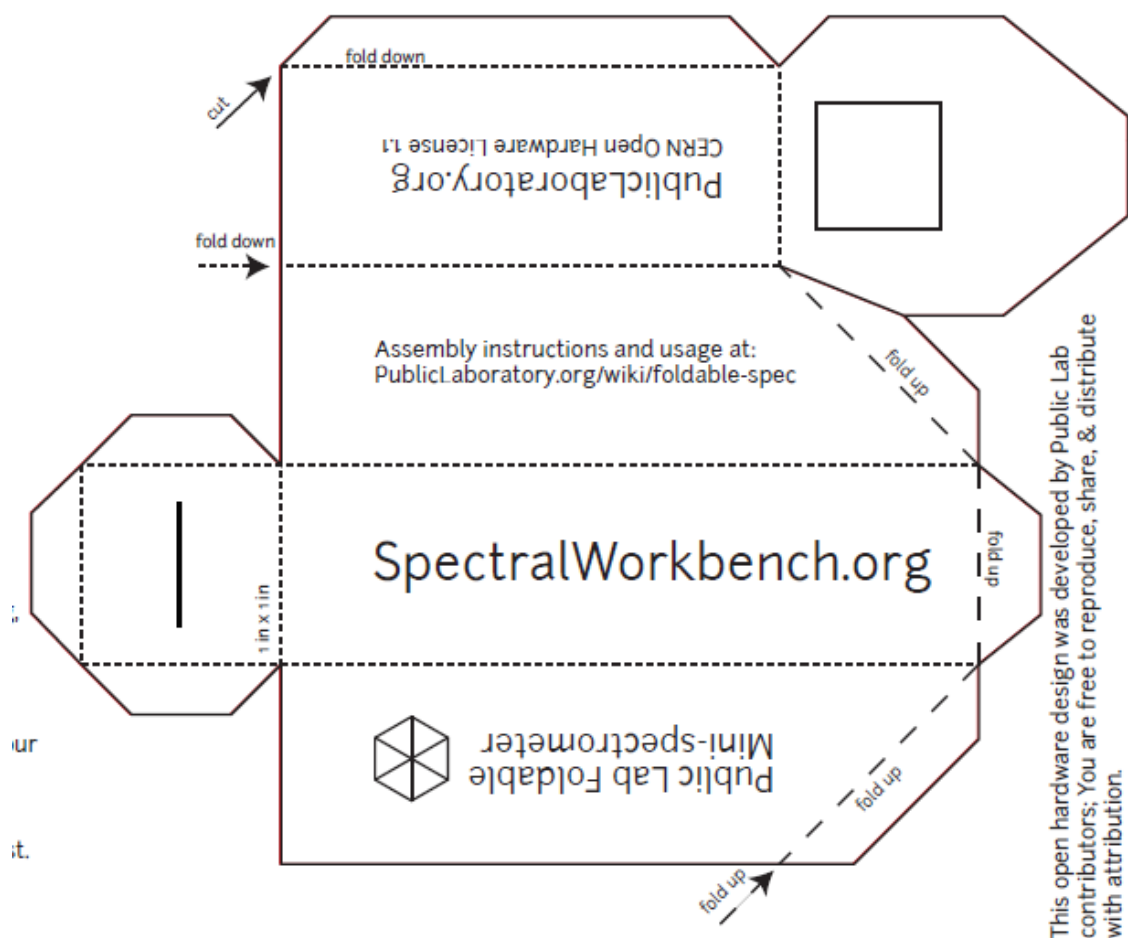
**Refuerza tus conocimientos ¿podrías Identificar las diferencias y similitudes entre un prisma óptico y un espectroscopio?**

| Diferencias | Similitudes |
|-------------|-------------|
|             |             |

**1.** corta y dobla las secciones demarcadas.

**1.** Recorta una sección del DVD viejo y retira el adhesivo de arriba.

**2.** ¡Observa a través del espectroscopio!



## Clase 2

El contenido a tratar en la clase N°2 es la estructura del ojo humano y el funcionamiento de esta en la visión humana, por lo que el objetivo de aprendizaje propuesto es *explorar y describir el funcionamiento del ojo humano*. como indicadores de evaluación, se espera que los estudiantes logren identificar cada parte del ojo humano que está representada en el modelo 3D, así como la participación e importancias de estas en el proceso de visión humana.

Las habilidades por desarrollar por parte de los estudiantes en esta clase son: organizar el trabajo colaborativo, asignado responsabilidades, comunicándose de forma efectiva y siguiendo normas de seguridad, planificar diversos diseños de experimentación que den respuesta a una problemática, así como la implementación de predicciones y conclusiones, utilizando argumentación científica basa en evidencias.

Las actitudes que se promueven en esta clase son el esfuerzo y la perseverancia en la experimentación, entendiendo que trabajando rigurosamente se obtendrán datos empíricos acordes a la teoría; así también, el respeto a la colaboración y participación del resto de los integrantes del grupo de trabajo, manifestando una disposición por comprender los argumentos de los otros en las soluciones a problemáticas científicas.

**Guía 2: Comprendiendo el ojo Humano****Nombre:** \_\_\_\_\_**Curso:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_**Objetivos específicos:**

- Identificar las partes del ojo humano en el prototipo funcional
- Identificar la formación de imágenes en el ojo, de objetos lejanos según la óptica geométrica.
- Reconocer las funciones del cristalino, cuerpo ciliar e iris a través de la emulación guiada de la formación de imágenes en el prototipo de ojo.

**Instrucciones generales:**

- La guía debe ser desarrollada en grupos de máximo 4 personas.

**Leamos****Introducción**

El ojo humano es un instrumento óptico formador de imágenes, cuyo funcionamiento ha sido cuestión de estudio desde tiempos remotos, su funcionalidad se ha intentado emular con instrumentos como por ejemplo la cámara oscura. En esta ocasión haremos uso de un prototipo un poco más sofisticado y completo. A continuación, se presenta una imagen del ojo humano donde se rotulan los nombres de las partes principales que estudiaremos en esta clase y también se presentan las partes del prototipo que las representan.

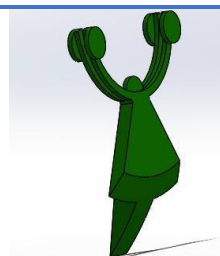
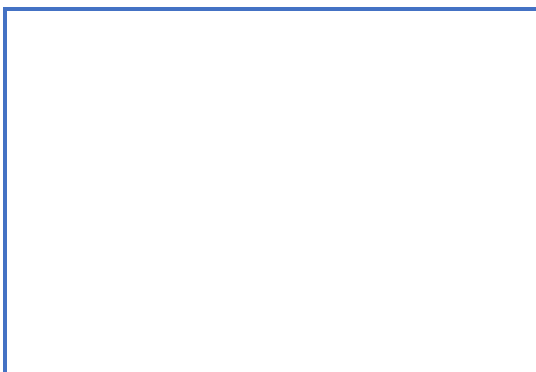
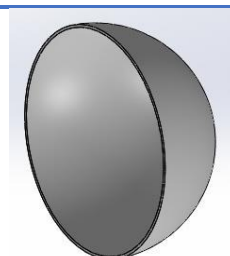
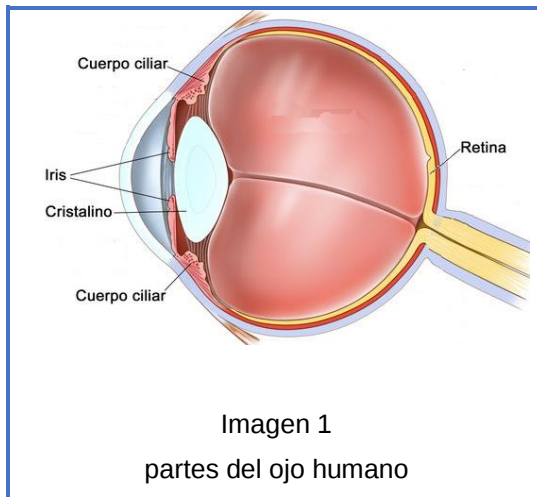


Imagen 2 Cuerpo ciliar

Imagen 3 retina/globo  
ocular



***¡Vamos a experimentar!***

### **Actividad 1 “formación de imágenes en el ojo humano”**

Arma el prototipo de ojo funcional utilizando las componentes que ves en el recuadro anterior, intenta dejarlo lo más parecido al esquema del ojo (imagen 1), finalmente usando el foco de luz intenta proyectar la imagen en el ojo lo más enfocada que puedas

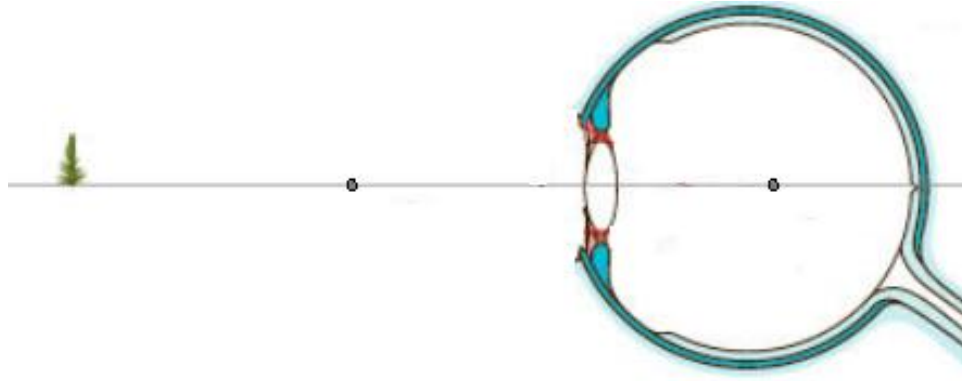


**Para potenciar tu aprendizaje ¿podrías responder las siguientes preguntas? (individualmente).**

1. Según el tipo de imagen que se ha formado ¿A qué tipo de lente corresponde el utilizado en el prototipo?

2. Rellena el siguiente esquema como si fuera un diagrama de rayos, y ubícalos como tu creas que es correcto para representar la imagen que formaste en el prototipo.

También identifica las variables presentes en la expresión de Gauss.



3. ¿Qué variables de la expresión de Gauss pueden ser modificadas en la realidad, es decir, en el prototipo que tienes frente a ti? Utiliza el prototipo e intenta manipular las tres variables de la expresión de Gauss que ya identificaste.

### Actividad 2 “Proceso de acomodación”

Ahora que ya conocemos las variables involucradas en la formación de imágenes en el ojo humano, indagaremos más sobre este interesante fenómeno.



**Leamos**

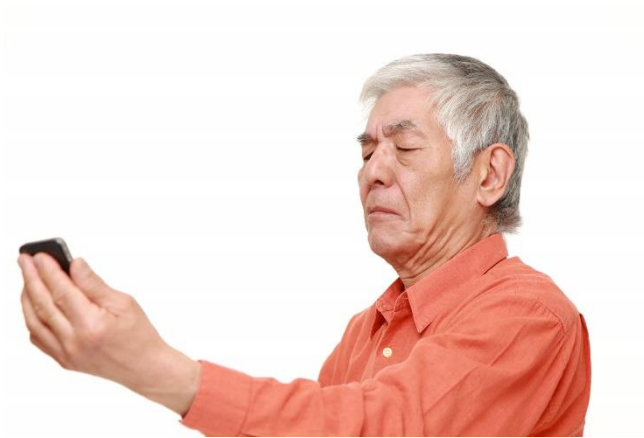


Imagen 7

Seguramente has visto a algún adulto o adulto mayor alejar un objeto de sus ojos para poder verlo enfocado, debido a la dificultad de leer o ver objetos cercanos como el celular. ¿A qué crees que se debe?



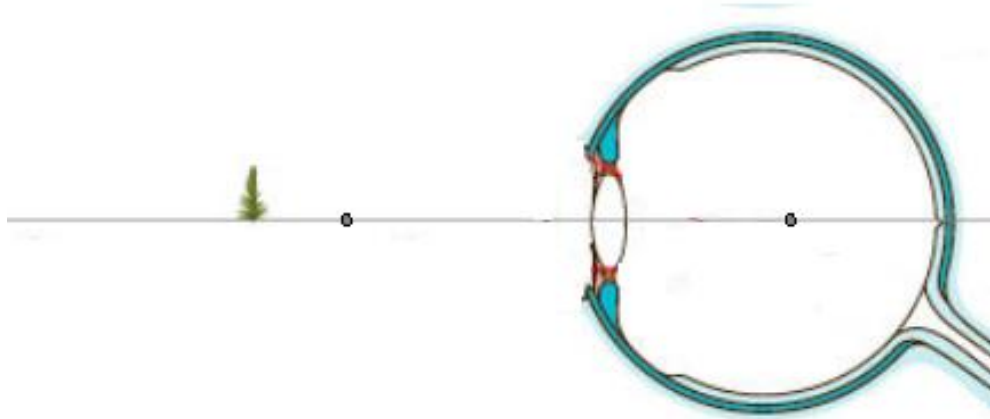
***Vamos a experimentar***

¡Experimenta utilizando el prototipo! Intenta recrear la situación que se describe en relato acercando la imagen al ojo.



**Para potenciar tu aprendizaje ¿podrías responder las siguientes preguntas? (individualmente).**

1. Si anteriormente vimos que el ojo humano es capaz de enfocar objetos que están a grandes distancias, ¿Qué es lo que pasa con la imagen formada en la retina si acercamos el objeto al cristalino? Dibuja un diagrama de rayos para justificar tu respuesta.



2. ¿Por qué cuando haces esto con tus ojos, es decir, cuando pones un objeto a una distancia cercana sigues viendo la imagen enfocada?

3. Según la expresión de Gauss y la situación planteada en el montaje anterior, ¿Qué variables puedes modificar para dar una solución al problema? Justifica tu respuesta.

### ***“Examinando el ojo humano geoméricamente”***

**Comprobemos tus respuestas en GeoGebra:**

- a) Recrea la situación del montaje experimental en que el ojo está en estado relajado y con la imagen enfocada. posición del objeto  $S=15$ , Foco  $F=6$ , posición de la imagen  $I=10$ .
- b) Cambia la posición del objeto a una más cercana al cristalino  $S=12$  para que la imagen ya no se forme en la retina, es decir, se desenfoca.
- c) Utilizando la expresión de Gauss, identifica que variable y que valor debe tener para que la imagen se forme nuevamente en la retina.

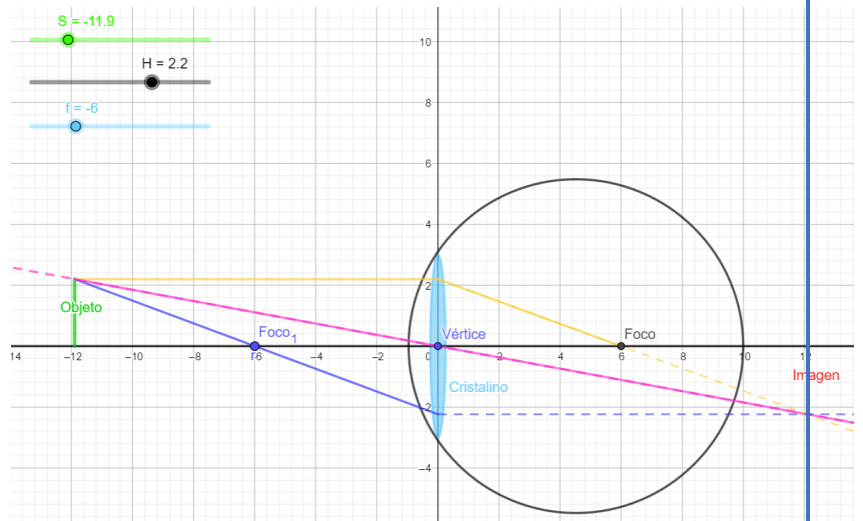


Imagen 8

**Escanea el siguiente código con tu celular o Tablet**



4. Según lo visto en la simulación ¿Qué cambios notaste en la representación gráfica del montaje al cambiar las variables? ¿qué estructuras están involucradas en dicho cambio?

5. ¿Cómo podemos recrear este efecto en el sistema óptico del ojo utilizando el prototipo?

.

6. Con el paso del tiempo, el cristalino pierde su flexibilidad, ¿Cómo podría este efecto influir en la visión? Y ¿Qué medidas tomarías para tratar dicha influencia?



**Espacio para sociabilizar respuestas**

### Actividad 3 “El iris”



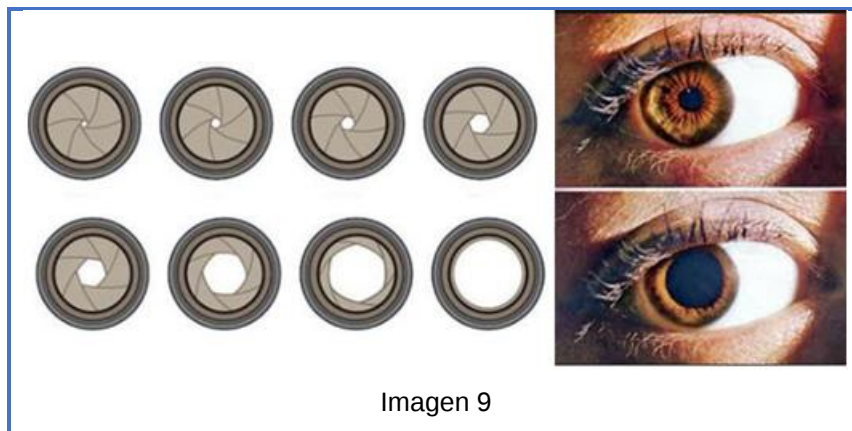
**Leamos**

Seguramente la imagen (8) te parece familiar, en donde un médico apunta directamente al ojo con una pequeña linterna. Cuando esto ocurre el iris se contrae de tal manera que regula la cantidad de luz entrará a tus ojos. Esto hace que la pupila (aparentemente negra) reduce su tamaño.



Imagen 8

1. Las cámaras fotográficas poseen un diafragma que realiza una acción similar a la del iris del ojo como se muestra en la imagen 9, pero ¿Por qué? ¿Qué crees que papel juega el iris en la visión?



### ***Vamos a experimentar***

Intenta recrear la secuencia de aperturas de diafragma de la imagen, usando el iris del modelo para comprobar tu respuesta.

2. A partir de lo que observaste en el modelo, ¿Qué cambios harías en tu respuesta inicial?

3. ¿Qué comparación podrías hacer entre la imagen donde se muestra la pupila de color negro y la pupila del modelo 3D?

### Actividad de cierre

En esta clase se ha estudiado cuales son las estructuras importantes en el proceso de acomodación y el ajuste del iris, pero ¿Cuáles son los estímulos del ambiente que accionan dichos procesos?

Utiliza el applet anexo al código QR ayudarte a responder esta pregunta.

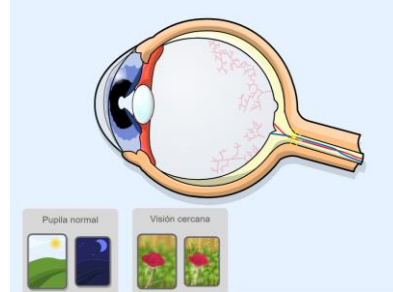


Imagen 10<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Applet <https://www.edumedia-sciences.com/es/media/380-ojo-anatomia>

### **Clase 3**

El contenido a tratar en la clase N°3 es la identificación y funcionamiento de las partes bioeléctricas del ojo humano, siendo el objetivo propuesto *Identificar experimentalmente la función de los fotorreceptores en el proceso de visión humana*. El indicador de evaluación para esta clase es que los estudiantes identifiquen y distingan que función en qué condiciones y cuál es el rol que cumplen los fotorreceptores en la visión humana.

Las habilidades por desarrollar por parte de los estudiantes en esta clase son: organizar el trabajo colaborativo, asignado responsabilidades, comunicándose de forma efectiva y siguiendo normas de seguridad, planificar diversos diseños de experimentación que den respuesta a una problemática, así como desarrollar explicaciones sobre las relaciones entre las partes que componen a un sistema.

Las actitudes que se promueven en esta clase son mostrar interés en conocer y comprender fenómenos del entorno natural y como la tecnología puede potenciar la comprensión de estos mismos, disfrutando del conocimiento y crecimiento intelectual, valorando la importancia que tiene este en el desarrollo de la sociedad.

**Guía 3: Funciones bioeléctricas en el ojo Humano****Nombre:** \_\_\_\_\_**Curso:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_**Objetivos:**

- Identificar experimentalmente la función de los conos y bastones en el proceso de visión ante diversos estímulos ambientales.
- Verificar experimentalmente que los bastones son responsables de la percepción de los cambios de brillo y luminosidad en el ambiente.
- Verificar experimentalmente que los conos son responsables de la percepción de los colores (visión cromática).

**Leamos****Introducción**

El pasado 2 de Julio en Chile ocurrió un eclipse solar que fue visible en casi todo el país, por esta razón realizaron múltiples llamados a usar protección y filtros adecuados para cuidar nuestros ojos al observar el fenómeno.



Imagen 1

De hacerlo sin dicha protección nuestra visión puede resultar gravemente dañada producto de lesiones en los fotorreceptores conocidos como conos y bastones. Estos se encargan comunicar al cerebro la luz que llega a nuestros ojos, pero ¿Dónde se encuentran estos



fotorreceptores? ¿En qué se diferencian los conos de los bastones?

Imagen 2

A continuación, veras como serán representados estos fotorreceptores en el prototipo utilizando componentes electrónicos.

Si estos fotorreceptores comunican la información que llega al ojo, es decir, la luz hasta el cerebro ¿Dónde deberían estar ubicados estos fotorreceptores en el ojo humano?

Te invitamos a ubicar estos sensores en el prototipo de ojo funcional



Imagen 4



Imagen 5 "fotorresistencia"



Imagen 6

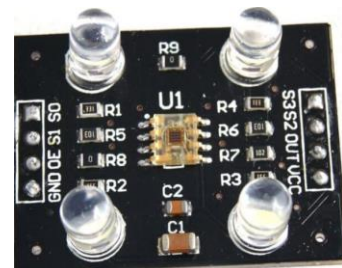


Imagen 7 "Sensor RGB"



**¡Vamos a experimentar!**

### **Actividad N°1 “variando intensidad lumínica”**

Esta actividad tiene como finalidad exponer al prototipo funcional del ojo a una variación de intensidad lumínica similar a la que se puede experimentar cuando, oscurece o estamos en una habitación iluminada y de pronto se apaga la luz, con la finalidad de percibir experimentalmente como responden los fotorreceptores a este estímulo, es decir, se busca, comparar la respuesta tanto de cono como del bastón ante la variación de intensidad lumínica.

#### **Materiales:**

- Foco de luz de intensidad lumínica variable (Dimmer, regulador de intensidad de y voltaje)
- Focos de luz de colores, rojo, azul y verde
- Prototipo de ojo funcional con sus respectivas fotorresistencias y sensor RGB.
- Escala de LEDs graduada para medir simbólicamente la intensidad de luz.



#### **Procedimiento experimental:**

1. Enfocar imagen del foco luminosos en la retina del ojo (donde se encuentran los fotorreceptores).
2. Varía poco a poco la intensidad lumínica desde el nivel 1 al 3 utilizando el Dimmer y ve registrando los datos.
3. Observar respuesta de fotorresistencia LEDs (*la cantidad de LEDs encendidos indica la cantidad de luz percibida por cada sensor*).
4. Observar respuesta del sensor RGB (*el LED de color que se encuentre encendido corresponde al color que está percibiendo el sensor*).



### Observemos y registremos

Basándote en lo observado ¿Qué cantidad de leds que encendidos según cada etapa de la experimentación?

#### Nivel 1 de intensidad lumínica

| LEDs<br>Bastones |  |
|------------------|--|
| 1                |  |
| 2                |  |
| 3                |  |
| 4                |  |
| 5                |  |
| 6                |  |
| 7                |  |
| 8                |  |
| 9                |  |
| 10               |  |

| LEDs<br>Conos |  |
|---------------|--|
|               |  |
|               |  |
|               |  |

#### Nivel 2 de intensidad lumínica

| LEDs<br>Bastones |  |
|------------------|--|
| 1                |  |
| 2                |  |
| 3                |  |
| 4                |  |
| 5                |  |
| 6                |  |
| 7                |  |
| 8                |  |
| 9                |  |
| 10               |  |

| LEDs<br>Conos |  |
|---------------|--|
|               |  |
|               |  |
|               |  |

#### Nivel 3 de intensidad lumínica

| LEDs<br>Bastones |  |
|------------------|--|
| 1                |  |
| 2                |  |
| 3                |  |
| 4                |  |
| 5                |  |
| 6                |  |
| 7                |  |
| 8                |  |
| 9                |  |
| 10               |  |

| LEDs<br>Conos |  |
|---------------|--|
|               |  |
|               |  |
|               |  |



**Para potenciar tu aprendizaje ¿podrías responder las siguientes preguntas? (individualmente).**

1. ¿Cuál de los dos fotorreceptores muestra una mayor respuesta al estímulo luminoso y cual se mantiene constante? Describe que sucede con los LEDs de la fotorresistencia y el RGB (bastón y cono respectivamente)

2. En base a lo observado explica con tus palabras ¿Por qué crees que los leds de colores (conos) se comportan así ante este estímulo?

3. Como se mencionó inicialmente mirar el sol directamente puede resultar dañino para tu salud ocular, ahora que viste una simulación del comportamiento de los fotorreceptores ¿Qué opinas sobre el nivel de brillo utilizado en tu celular, consideras que es importante controlarlo a lo largo del día? ¿por qué?

4. Según lo observado hasta ahora ¿Cuál de ambos fotorreceptores es responsable de que podamos ver haya poca luz disponible? Menciona ejemplos en los que este efecto es recreado en la realidad.



***¡Vamos a experimentar!***

### **Actividad N°2 “Variación cromática de la luz”**

Esta actividad tiene como finalidad mostrar experimentalmente cómo se comportan los fotorreceptores cuando el ojo es expuesto a luz de color rojo, verde y azul.

#### **Procedimiento experimental:**

- Enfocar imagen del foco luminosos en la retina del ojo (donde se encuentran los fotorreceptores).
- Exponer el prototipo de ojo funcional a luz de diversos colores rojo, verde y azul, de manera que la imagen que se proyecta en la retina llegue de distintos colores a los fotorreceptores. (la intensidad de la luz se debe mantener constante).
- Observar la respuesta del sensor RGB y la fotorresistencia
- Comparar las respuestas de ambos sensores (fotorresistencia y sensor RGB) y responder las preguntas.



**Observemos y registremos**

**Basándote en lo observado ¿Qué cantidad de leds que encendidos según cada etapa de la experimentación?**

**Solo luz roja**

| LEDs     |                                                                                     |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Bastones |                                                                                     |
| 1        |    |
| 2        |    |
| 3        |   |
| 4        |  |
| 5        |  |
| 6        |  |
| 7        |  |
| 8        |  |
| 9        |  |
| 10       |  |

| LEDs                                                                                |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Conos                                                                               |  |
|                                                                                     |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

**Solo luz verde**

| LEDs     |                                                                                     |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Bastones |                                                                                     |
| 1        |    |
| 2        |    |
| 3        |   |
| 4        |  |
| 5        |  |
| 6        |  |
| 7        |  |
| 8        |  |
| 9        |  |
| 10       |  |

| LEDs                                                                                |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Conos                                                                               |  |
|                                                                                     |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

**Solo luz azul**

| LEDs     |                                                                                       |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Bastones |                                                                                       |
| 1        |    |
| 2        |    |
| 3        |   |
| 4        |  |
| 5        |  |
| 6        |  |
| 7        |  |
| 8        |  |
| 9        |  |
| 10       |  |

| LEDs                                                                                  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Conos                                                                                 |  |
|                                                                                       |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |



Para potenciar tu aprendizaje ¿podrías responder las siguientes preguntas? (individualmente).

1. ¿Cuál de los dos fotorreceptores muestra una mayor respuesta al estímulo luminoso y cual se mantiene constante? Describe que sucede con los LEDs de la fotorresistencia y el RGB (bastón y cono respectivamente)

2. ¿Cómo crees que el ojo humano es capaz de ver en muchos más colores si sus conos sólo son sensibles a la luz roja, verde y azul?

Utiliza el applet del siguiente enlace, selecciona la opción “lampara RGB” y comprueba tus respuestas [https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_es.html)

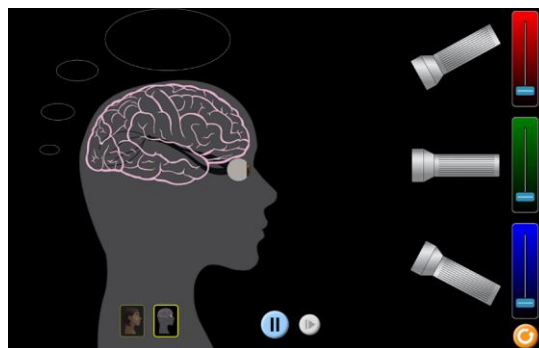


Imagen 8

Intenta hacer que la persona de la imagen pueda ver los colores magenta, amarillo y cyan.

3. ¿Qué cambios harías a tu respuesta anterior?

4. ¿Qué ocurre con los conos cuando expones al ojo a la luz roja, azul y verde al mismo tiempo? Compruébalo con el prototipo, ¿tiene relación esto con el comportamiento de los conos en la actividad anterior? Explique.

5. Imagina que una persona está viendo un objeto de color de magenta, pero luego, viene una segunda persona y dice que ese objeto es azul. ¿Qué crees que ocurre con los conos de la segunda persona? Utiliza el applet y justifica tu respuesta.

### Actividad 3 “ojos no humanos”

No todos los seres vivos perciben la realidad de la misma manera. Existen animales que, por ejemplo, pueden percibir una cantidad de colores más reducida que los humanos y también otros que pueden ver incluso en el rango del infrarrojo.

#### Tipos de visión

Acromáticos: No poseen conos, sino que, solo bastones.

Monocromática: 1 tipo de cono.

Dicromática: 2 tipos de conos.

Tricromática: 3 tipos de conos.

Tetracromática: 4 o más conos pueden captar infrarrojo y ultravioleta.

1. Las rapaces nocturnas son animales que cazan siempre de noche y no pueden percibir color alguno, es decir, son acromáticos.

|                                                                                                     |                                                                                                       |                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Imagen 9</p> |  <p>Imagen 10</p> | <p><i>visión nocturna de un humano/ (Aproximación)</i></p> <p><i>visión nocturna de un Búho.</i></p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|

2. Los perros solo pueden ver en dos colores amarillo y azul, es decir, son dicromáticos.

|                                                                                                      |                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Imagen 11</p> |  <p>Imagen 12</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Clase 4**

El contenido a tratar en la clase N°4, es la fisiología detrás de las disfunciones visuales; se propone como objetivo explorar y describir las causalidades de diversas disfunciones visuales. El indicador de evaluación para esta clase es que los estudiantes identifiquen las distintas disfunciones visuales y diseñen un mecanismo correctivo para estas; así como ~~el~~ proponer medidas de seguridad y cuidado para la visión humana.

Las habilidades por desarrollar por parte de los estudiantes en esta clase son: organizar el trabajo colaborativo, asignando responsabilidades, comunicarse de forma efectiva; crear y proponer soluciones a una problemática científica, así como implementar diversos diseños de experimentación, fomentando el respeto entre los integrantes del grupo de trabajo, escuchando y valorando cada argumento que se exprese para el desarrollo de un procedimiento experimental exitoso. La actitud que se promueve en esta clase es mostrar interés y valorar el cuidado de la salud e integridad física y mental de las personas, evitando conductas de riesgo, considerando medidas de seguridad y tomando conciencia de la implicancia éticas de los avancen científicos.

#### Guía 4: ¿Cómo podemos mejorar nuestra visión?

Nombre: \_\_\_\_\_

Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_



#### Objetivos específicos:

- Identificar las causalidades de distintas disfunciones visuales.
- Proponer y construir un sistema óptico correctivo para estas disfunciones.



Observemos el siguiente video y activemos nuestro proceso de aprendizaje.



¿deseas ver una vez más el video?

Escanea el siguiente código con tu teléfono inteligente o tableta.





**Para potenciar tu aprendizaje ¿podrías responder las siguientes preguntas? (individualmente).**

1. ¿Conoces alguna disfunción visual? ¿Cuales?

2. ¿Cuál es la diferencia entre la miopía y la hipermetropía?

3. ¿Sabes por qué se generan las distintas disfunciones visuales y cómo podemos corregirlas?



¡Vamos a experimentar!

¡Ahora que ya sabemos que producen ciertas disfunciones visuales, averiguaremos como se producen y cómo podemos corregirlas!

**Materiales:**

- Modelos 3D del ojo humano.
- Cinta métrica.
- Distintas lentes.
- Fuente luminosa.
- Cinta adhesiva transparente.



**¿Qué haremos?**

- 1) Fijar un cristalino (lente) en el ojo (modelo 3D del ojo humano).
- 2) Posicionar la fuente luminosa frente al modelo 3D del ojo humano para que se forme una imagen.
- 3) Alterar el montaje para simular las distintas disfunciones visuales (miopía, hipermetropía, cataratas).
- 4) Registrar lo observado.



**Miopía**

Como ya sabemos, la miopía dificulta el poder observar con claridad objetos lejanos, pero ¿Cómo se produce?

- *Separa levemente las dos partes que conforman el globo ocular del modelo 3D del ojo humano.*

| Describe la imagen que se forma | Identifica las diferencias entre este montaje y el montaje de un ojo “sano” |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                                                             |

|                                                                       |  |
|-----------------------------------------------------------------------|--|
|                                                                       |  |
| Realiza el diagrama de rayos para el modelo de este ojo en particular |  |
|                                                                       |  |

|                                                                                     |                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|  | ¿Por qué crees que se produce la miopía y cómo podemos corregirla? |
|                                                                                     |                                                                    |



### Hipermetrópía

Como ya sabemos, la hipermetropía dificulta el poder observar con claridad objetos cercanos, pero ¿Cómo se produce?

- *Agrega la segunda lente al modelo 3D del ojo humano, posicionándola en el cuerpo ciliar.*
- *Junta ambas partes que componen el globo ocular del modelo, procurando no dejar espacio entre ellas.*

| Describe la imagen que se forma | Identifica las diferencias entre este montaje y el montaje de un ojo “sano” |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|                                 |                                                                             |

| Realiza el diagrama de rayos para el modelo de este ojo en particular |
|-----------------------------------------------------------------------|
|                                                                       |



**¿Por qué crees que se produce la hipermetropía y cómo podemos corregirla?**



### **Cataratas**

**¿Qué sucede con esta disfunción visual?**



1. **¿Por qué crees que se genera esta disfunción?**



**Observa atentamente el montaje que realiza tu profesor/a y escucha la explicación de por qué se produce esta disfunción**



**¿Cómo podemos corregir esta disfunción?**

Debido a que la mayoría de las actividades de esta propuesta requieren de un montaje que no es muy sencillo de replicar, es que se propone utilizar los videos que se incluyen como apoyo al docente como alternativa, a su vez, si se requiere replicar el montaje principal utilizado en esta Propuesta de Aprendizaje, los planos, diagramas de construcción y proceso de elaboración se encuentran en el anexo N°2 “Diseño y construcción del modelo 3D del ojo humano” del presente seminario de grado.

### Evaluación final

Para la evaluación final de la unidad, se propone la creación de un mapa conceptual realizando dicha actividad en grupos. Para que los estudiantes realicen la actividad, se les entregaran instrucciones, donde se especifica el número de integrantes por grupo, la cantidad mínima de conceptos a utilizar en dichos mapas conceptuales; así como también las instrucciones para la confección del mapa y la rúbrica de evaluación. Las instrucciones y rubricas de evaluación se encuentran presentes en el anexo.

Se implementa como evaluación la construcción de un mapa conceptual, debido a que la visión de los montajes utilizados en las actividades es la de comprender el fenómeno de la visión humana como un proceso físico biológico, por esto es por lo que un mapa conceptual se vuelve en una forma de redireccionar las habilidades de pensamiento, motrices y sociales a una forma transdisciplinaria (J. Arellano, 2017).

### Rubrica

| Criterios de evaluación                         | 4 puntos                                                                                                                           | 3 puntos                                                                     | 2 puntos                                                               | 0 puntos                                                               | Puntaje obtenido |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Jerarquía y orden en el uso de conceptos</b> | Existe una jerarquía comprensible entre todos los conceptos utilizados. (se distingue conceptos generales de los más específicos). | Existe una jerarquía comprensible en la mayoría de los conceptos utilizados. | Existe una jerarquía comprensible entre algunos conceptos utilizados.  | No se aprecia jerarquía entre ningún concepto.                         |                  |
| <b>Cantidad de conceptos utilizados</b>         | Se utilizan mínimo 12 de los conceptos dados previamente.                                                                          | Se utilizando menos de 12 conceptos, pero más de 8.                          | Se utilizan menos de 6 conceptos.                                      | No se utilizan conceptos                                               |                  |
| <b>Correcto uso de conectores</b>               | Todos los conectores utilizados son coherentes, haciendo que la conexión entre conceptos sea                                       | la mayoría de las conexiones entre los conceptos utilizados son coherentes.  | Los conectores utilizados no son en su mayoría coherentes haciendo las | No se utilizan conectores adecuados entre los conceptos, sin poder dar |                  |

|                                         |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                           |                                                                                                                                  |  |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                         | comprensible.                                                                                                                                    |                                                                                                                                                         | conexiones entre conceptos difícil de entender.                                                                                           | coherencia a los conceptos.                                                                                                      |  |
| <b>Orden y presentación del trabajo</b> | Las líneas, figuras y ubicación de los conceptos utilizados en el mapa están ordenados y permiten una correcta interpretación de la información. | Las líneas, figuras y la ubicación de los conceptos se encuentran en su mayoría del todo ordenado, pero se logra apreciar e interpretar la información. | Las líneas, figuras y la ubicación de los conceptos no se encuentran del todo ordenado, impidiendo apreciar e interpretar la información. | Las líneas, figuras y la ubicación de los conceptos carecen de orden y no permite una correcta interpretación de la información. |  |

#### Instrucciones de la actividad evaluativa

La actividad debe ser desarrollada en grupos de mínimo 3 personas y consiste en realizar un mapa conceptual en cual deben utilizar mínimo 12 de los 25 conceptos dados en la lista. Para la realización de este mapa conceptual deben considerar las conexiones entre conceptos haciendo uso de conectores coherentes, a través de los cuales se aprecie una jerarquía entre los conceptos más generales y los más específicos, finalmente deben procurar que las líneas, figura y ubicación de los conceptos del mapa estén ordenados y faciliten la comprensión de este.

| Lista de conceptos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Iris</li> <li>2. Cuerpos ciliares</li> <li>3. Cristalino</li> <li>4. Retina</li> <li>5. Foco</li> <li>6. Expresión de Gauss</li> <li>7. Objeto</li> <li>8. Imagen</li> <li>9. Lente divergente</li> <li>10. Lente convergente</li> <li>11. Lentes correctivas</li> <li>12. Intensidad de luz</li> <li>13. Luz cromática</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>14. Intensidad de luz</li> <li>15. Luz cromática</li> <li>16. Disfunciones visuales</li> <li>17. Sistema óptico</li> <li>18. Espectro de luz visible</li> <li>19. Miopía</li> <li>20. Hipermetropía</li> <li>21. Presbicia</li> <li>22. Cataratas</li> <li>23. Refracción de la luz</li> <li>24. Enfoque</li> <li>25. Desenfoco</li> </ol> |

### **5.5 Propuesta con enfoque E-learning.**

En los tiempos actuales, la humanidad se encuentra limitada y confinada en sus hogares debido a la pandemia de Covid – 19 presente a nivel mundial, producto de esto es que se han presentado diversas dificultades, principalmente en el campo de la educación.

Las instituciones educativas se encuentran en un periodo de cambios, los cuales se realizan a gran velocidad, debido a esto es que el aprendizaje virtual tomó un rol importante en el contexto educativo actual. La visión de aprendizaje E – learning se presenta como una forma de desarrollar el conocimiento a partir de innovaciones tecnológicas (Schneckenberg, 2004).

Debido al contexto actual, es que se presenta la opción de implementar la Propuesta de Aprendizaje con una visión E – learning; a continuación, se presentan las actividades de cada clase que pueden ser realizadas en este formato.

#### **Clase 1**

Debido a que la clase inicial de esta secuencia no incluye un trabajo directo con el modelo 3D del ojo humano, la implementación de esta se puede realizar en su totalidad con un enfoque E – learning, utilizando los recursos presentados en la guía que abarcan desde vídeos hasta el modelo de construcción para un espectrómetro.

#### **Clase 2**

La clase 2 introduce por primera vez el modelo 3D del ojo humano en toda la secuencia y requiere que los estudiantes experimenten con él, sin embargo, debido a que en el contexto actual no es posible realizar dicha interacción se propone reemplazar las actividades que involucren identificación de secciones del modelo 3D del ojo humano por fotografías de este.

La actividad 1, 2 y 3 que se enfocan en la manipulación del modelo 3D del ojo humano para poder comprender el proceso de formación de imágenes en el ojo humano, el proceso de acomodación y ajuste de iris, pueden ser basadas en un esquema que incluya todas estas secciones, acompañadas siempre de la guía del docente.

La actividad de cierre de esta clase puede ser implementada con enfoque E – learning debido a que se centra en un manipulativo virtual.

#### **Clase 3**

La clase 3 está centrada en los fotorreceptores del ojo humano, por lo que el montaje a utilizar es el modelo 3D del ojo humano junto con el sensor RGB y el sensor de intensidad lumínica. Debido a la naturaleza de las actividades, si no se cuenta con los sensores no es posible llevarla a cabo; sin embargo, la utilización de manipulativos virtuales permiten desarrollar ciertas ideas centrales de esta guía.

El manipulativo virtual que se presenta en la guía 3 es una alternativa para analizar el funcionamiento y rol que poseen los conos en el proceso de visión humana.

#### **Clase 4**

La clase 4 se enfoca principalmente en las disfunciones visuales, utilizando el modelo 3D del ojo humano para simular el estado de un ojo que posee una disfunción visual determinada. Para realizar estas actividades con enfoque E – learning se propone implementar un riel óptico compuesto por una lupa que simularía el cristalino, una pantalla para simular la retina y una fuente puntual de luz.

El estudiante puede simular las distintas disfunciones visuales, registrando observaciones del montaje realizado para posteriormente determinar la corrección para dicha disfunción. Debido a que no podrán implementar diversas lentes correctivas para comprobar sus predicciones, la actividad solo podrá comprobarse de forma teórica.

Los tiempos actuales en los que nos desenvolvemos requieren que adoptemos las tecnologías para poder desarrollar un proceso de aprendizaje significativo en los estudiantes. Las alternativas que se presentan para las clases pueden suplir en cierto grado la utilización del modelo 3D del ojo humano, sin embargo, no causaran el mismo impacto en los estudiantes.

## Capítulo 6: Resultados y análisis

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de la encuesta de validación contestada por un grupo de docentes expertos, estos resultados serán graficados y analizados para luego realizar las consideraciones pertinentes en la refinación de la propuesta final.

### 6.1 Implementación piloto

Previo al proceso de validación se realizó una implementación piloto de la versión inicial de las clases de la propuesta, con la finalidad de vislumbrar aspectos importantes de la misma tales como, duración de las actividades y clases, recepción de los estudiantes al momento de trabajar con los recursos diseñados, la funcionalidad de los recursos (principalmente el modelo 3D del ojo humano), y comprensión de las guías en términos de preguntas y procedimientos.

Antes de presentar lo recabado de esta implementación, es necesario recalcar que la implementación no se realizó de manera completa, es decir, solo se logró implementar la clase 1 y ya que, debido a la contingencia nacional vivida en el país durante la segunda mitad del año 2019 provocó el cierre de los establecimientos por varios meses. Dicho esto, se presenta los resultados de esta implementación parcial.

#### Contexto

Colegio: Lenka Franulic.

Curso: 1° año de enseñanza media

Alumnos por sala: 40

#### Clase 1:

Respecto a la duración de las actividades y la clase en general: En el inicio de la clase los estudiantes leen en conjunto con el profesor un texto introductorio, el cual contiene información sobre el funcionamiento de un prisma óptico y definiciones de refracción y difracción, posterior a esto los estudiantes responden una serie de preguntas relacionadas con el texto anterior, esta actividad duro aproximadamente 25 minutos. Luego los estudiantes observan un video sobre prismas ópticos y deben describir lo que observan, actividad que demoro 15 minutos.

En el desarrollo de la clase los estudiantes construyen un espectroscopio, siguiendo las instrucciones del docente de las que se encuentran en el molde para realizar el espectroscopio, dicha actividad consto de 40 minutos, en donde los estudiantes construían y observaban a través del espectroscopio. Finalmente responden preguntas relacionadas con el espectroscopio, lo que tardo alrededor de 15 minutos.

Respecto a la recepción de los estudiantes al trabajar con los recursos diseñados: Respecto al inicio de la clase, el texto de introducción generó un rechazo por parte de los estudiantes, debido a que era demasiado extenso. Por otro lado, los estudiantes se mostraron bastante entusiasmados al momento de realizar la construcción del espectroscopio, mostrando responsabilidad con los materiales facilitados para dicha construcción y trabajando en conjunto con sus compañeros para dicha construcción, a pesar de que el proceso estaba enfocada a una construcción individual. Al finalizar la clase los estudiantes mostraron su entusiasmo por realizar actividades de este tipo, las cuales apuntan a una participación por parte de los estudiantes.

Funcionalidad de los recursos utilizados: El espectroscopio que los estudiantes debieron construir funcionó en su totalidad, gracias a que se presentaban los materiales adecuados para llevar a cabo la construcción. En cuanto a los recursos digitales, estos fueron descargados con anterioridad a la clase para que no existieran problemas de conexión al momento de implementarlos en la clase, por lo que pudieron cumplir con la participación requerida de estos en la clase.

Comprensión de preguntas e instrucciones: No se registraron problemas por parte de los estudiantes a las preguntas presentadas en la guía, sin embargo, sí presentaron ciertas dificultades al momento de realizar la construcción del espectroscopio, principalmente por que las indicaciones que se presentaban en el molde de construcción se encontraban en inglés.

## **Clase 2:**

Respecto a la duración de las actividades y la clase en general: En la primera actividad donde los estudiantes experimentan el primer encuentro con el modelo 3D del ojo humano tomó cerca de 25 minutos en ser desarrollada, cabe recalcar que, está pensada para que se trabaje de forma grupal de mínimo 4 integrantes y que cada grupo cuente con su modelo 3D, caso que no fue posible replicar ya que contamos con solo un prototipo para ser utilizado en la propuesta, por lo que el desarrollo de la actividad se llevó a cabo de la manera más participativa posible entre todos los estudiantes. Luego en la actividad 2, tomó cerca de 45 minutos en ser desarrollada ya que consiste en el desarrollo de la clase. Finalmente, la actividad 3 y última de esta clase, toma unos 15 minutos en ser realizada.

Respecto a la recepción de los estudiantes al trabajar con los recursos diseñados: Como se menciona anteriormente, pese a que todos los estudiantes de la clase trabajaron con el mismo prototipo estos se mostraban entusiasmados con él, y no hubo ningún problema para encontrar voluntarios que se atrevieran a manejarlo en primeras instancias. Sin embargo, algunos estudiantes se mostraron tímidos en la manipulación del modelo 3D. Al respecto de estas percepciones recabadas en la implementación se decide implementar en la clase, aclaraciones

sobre el modelo y su construcción donde se especifica que los materiales con los que está construido son resistentes, y que con el único elemento que se debe tener cuidado es con el lente convergente.

Funcionalidad de los recursos utilizados: La funcionalidad del modelo 3D del ojo fue la esperada, ya que si bien la formación de imágenes en un sistema óptico no es complicada de replicar experimentalmente se temía por la iluminación de la sala de clase, pero con manipular correctamente las cortinas de esta se pueden adaptar las condiciones de luz más que aptas para captar y ver la imagen proyectada.

Comprensión de preguntas e instrucciones: Respecto al desarrollo de las actividades según la comprensión de los estudiantes en el quehacer de estas, no se registraron problemáticas en comprender las preguntas. Respecto en la participación de los estudiantes en las instancias de sociabilización de ideas y respuestas, todos los grupos realizaron aportes.

Si se desea revisar la versión inicial pre-validación de las clases revisar anexo N°4 llamado propuesta inicial pre-validación.

## **6.2 Resultados de la validación**

Para el análisis de los resultados, se consideró un indicador como aprobado por el docente validador cuando dicho indicador obtiene una calificación de 3 o 4, es decir, de acuerdo o totalmente de acuerdo respectivamente según la escala de Likert; caso contrario se consideró un indicador como reprobado por el docente validador cuando se obtiene una calificación de 1 o 2; totalmente en desacuerdo y en desacuerdo respectivamente. Por otro lado, para la aprobación total de un indicador se establece que; se necesita de al menos 2 de los 3 validadores (correspondiente al 66,66%) aprueben un indicador, caso contrario al menos 2 de 3 validadores reprueban un indicador, éste se considera reprobado. Finalmente, respecto a la aprobación general de un eje completo, éste se consideró como aprobado cuando posee más del 50% de sus indicadores aprobados.

Los perfiles de los expertos que respondieron la encuesta son los siguientes:

Validador 1: Licenciada en Ciencias Exactas, Licenciada en Educación, Profesora de Matemática y Física. 5 años de experiencia.

Validador 2: Licenciado en educación de Física y Matemática / Magister en Didáctica.

Validador 3: Licenciado En Ciencias Exactas y Licenciado En educación / Profesor de Educación media en matemática y física. 4 años de experiencia.

La encuesta de validación consta de 3 ejes, 1) diseño y presentación; 2) concepto y marco teórico; y 3) Contenido. Los dos primeros ejes se aplicaron de igual manera a las 4 clases, mientras que el eje de contenido consta de indicadores distintos para cada una de las clases. La encuesta de validación con sus respectivos indicadores se presenta en una tabla con sus indicadores en el anexo N°5 instrumento de validación

### 6.1.1 Resultados obtenidos eje de diseño y presentación

Se presentan los resultados obtenidos a partir de la encuesta de escala tipo Likert para el eje de diseño y presentación de las guías de la propuesta.

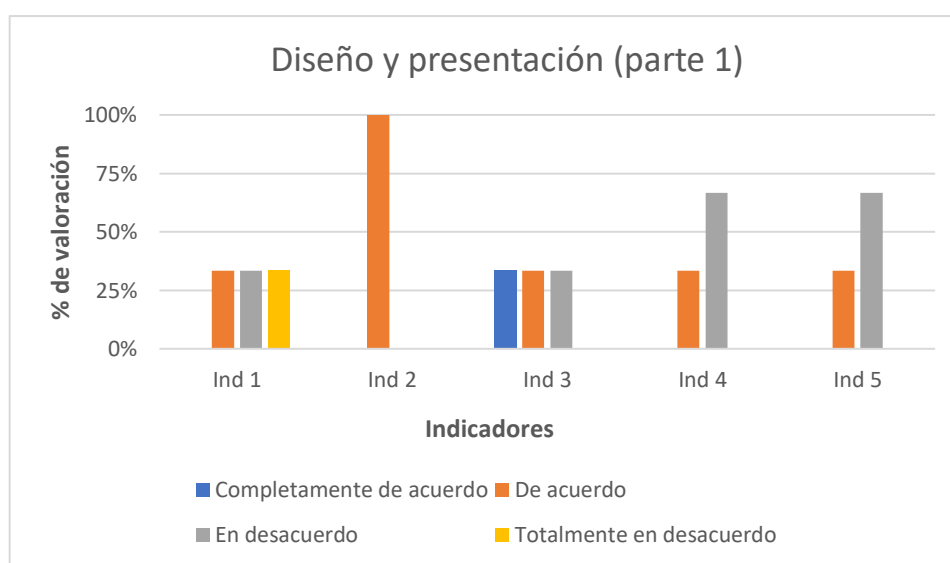


Figura 6.1 Gráfico resultados diseño y presentación parte 1 elaboración propia.

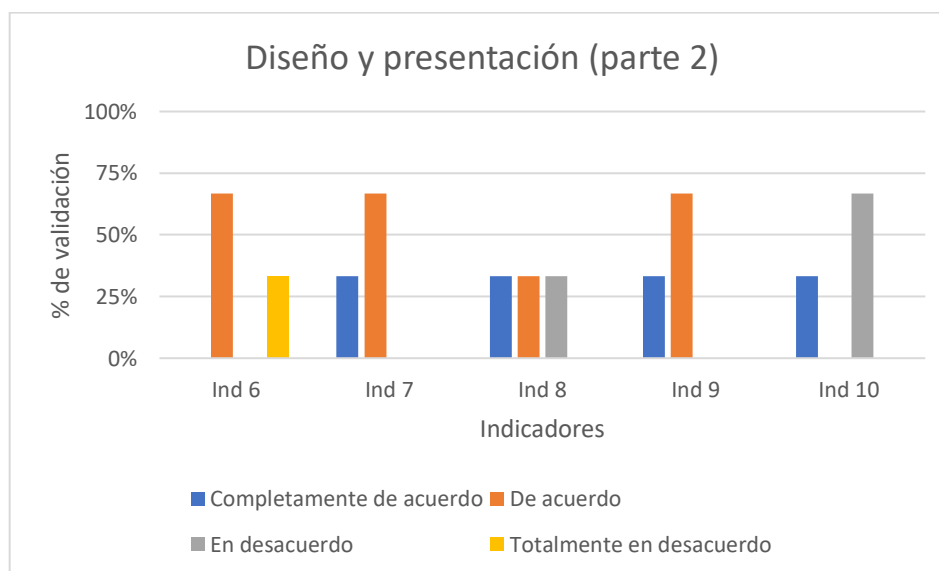


Figura 6.2 Gráfico resultados diseño y presentación parte 2. elaboración propia.

Según el criterio de aprobación planteados al inicio de este capítulo y considerando los resultados obtenidos por los gráficos N°1 y N°2 se observa que los indicadores 2, 7 y 9 tuvieron un 100% de aprobación, mientras que los indicadores 3, 6 y 8 tuvieron un 66,66% de aprobación. Por otro lado, los indicadores 1, 4, 5 y 10 tuvieron un 66,66% de desaprobación. Finalmente, respecto a la aprobación general del eje de diseño se tiene que fue del 60%, ya que 6 de 10 indicadores fueron aprobados.

Los indicadores no aprobados son los siguientes:

- Indicador 1: La presentación de la guía es atractiva y estimula a trabajar en ella.
- Indicador 4: En la guía, se cumple con el orden de una clase, es decir, es fácil identificar un inicio, desarrollo y cierre
- Indicador 5: La redacción de las preguntas es clara y no da lugar a otras interpretaciones.
- Indicador 10: Las imágenes puestas en la guía orientan al estudiante en el desarrollo de las actividades.

| <b>Comentarios relacionados al eje de diseño y presentación:</b>                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Validador 1: Ser más específicos en lo que quieren que los estudiantes respondan; ya sea aplicando tablas donde se les indique que es lo específico que se quiere abordar, agregar imágenes y esquemas necesarios para hacer “diagramas de rayos”, etc</i> |
| <i>Validador 2: Mejores espacios de trabajo para los estudiantes, en el sentido de siluetas, imágenes de montajes.</i>                                                                                                                                        |
| <i>Validador 3: Recomendando identificar las imágenes, mencionar a qué corresponde cada una para que el docente y el estudiante no esté tan perdido.</i>                                                                                                      |

Tabla 6.1 tabla de comentarios eje diseño y presentación.

A partir de los resultados de los indicadores y los comentarios emitidos por los docentes validadores, se observa que estos coinciden entre sí, evidenciando las siguientes debilidades y fortalezas en el diseño y presentación de las guías:

| <b>Fortalezas</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Debilidades</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El diseño de las guías parece estar ajustado al tiempo indicado de 2 horas pedagógicas según la percepción de los validadores.</li> <li>2. Las actividades son adecuadas para ser implementadas dentro del aula. Esto quiere decir que las actividades diseñadas son compatibles con las dimensiones disponibles en una sala de clase.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las guías no son estéticamente llamativas lo cual puede implicar una desmotivación al trabajar en ellas.</li> <li>2. Las preguntas no son siempre claras lo cual puede dificultar la correcta realización de las actividades.</li> <li>3. Según la valoración del indicador 4D el docente no aprecia de forma clara las etapas</li> </ol> |

|                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. Las instrucciones presentes en la guía son claras.                                      | principales de las clases (inicio, desarrollo y cierre), esto puede significar que las guías para el docente deben ser más específica en este sentido.                                                                                                                |
| 4. La construcción de las guías en términos de espacio y escritura muestran ser adecuados. | 4. Si bien según el indicador 5 las imágenes no parecen aportar correctamente al desarrollo de actividades, de los comentarios se puede interpretar que; se pudo obtener esta valoración también debido a la ausencia de imágenes en ciertas actividades o preguntas. |

Tabla 6.2 Tabla fortalezas y debilidades eje diseño y presentación elaboración propia.

### 6.1.2 Resultados obtenidos eje de concepto y marco teórico

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de la encuesta Likert para el eje marco teórico y conceptual de las guías de la propuesta.

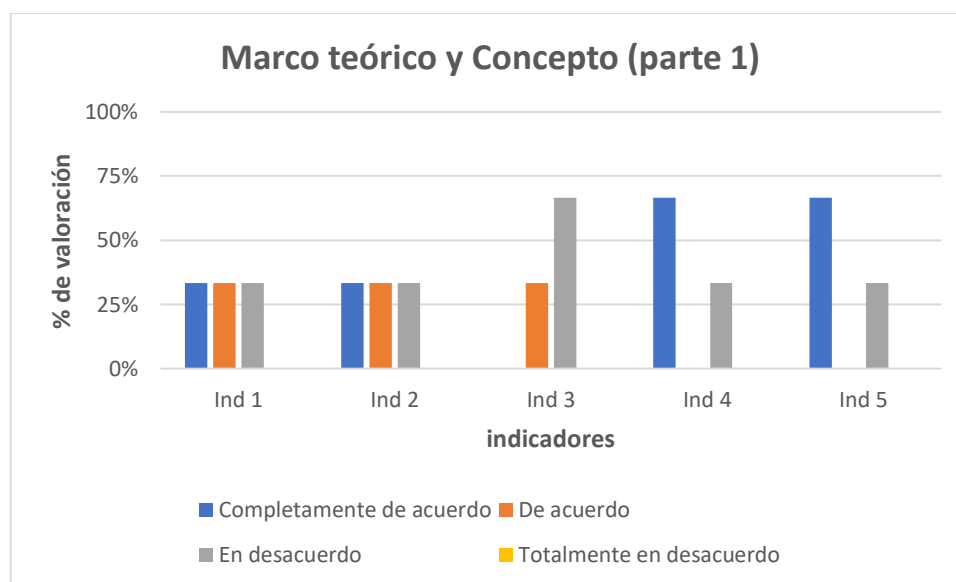


Figura 6.3 Gráfico resultados marco teórico y concepto parte 1 elaboración propia.

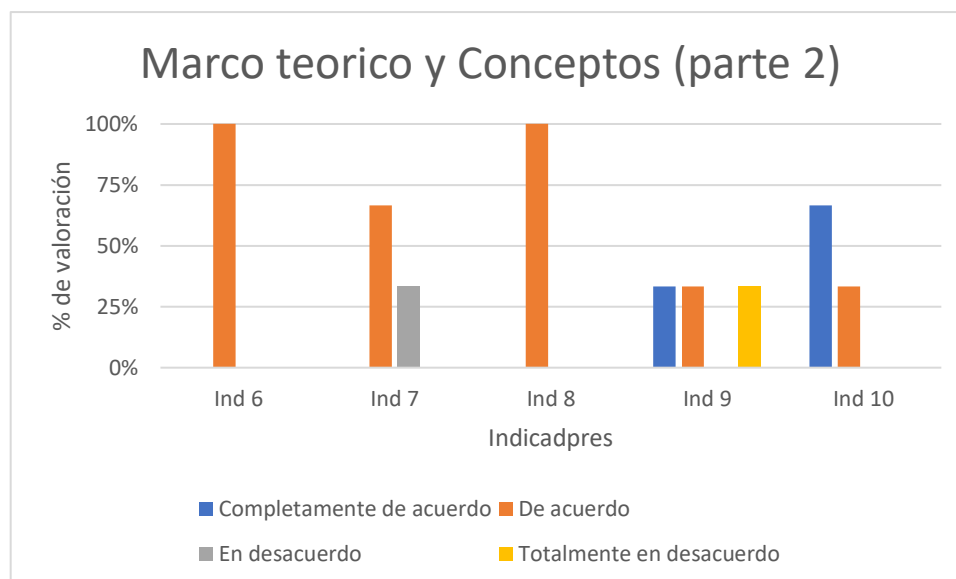


Figura 6.4 Gráfico resultados marco teórico y concepto parte 2 elaboración propia.

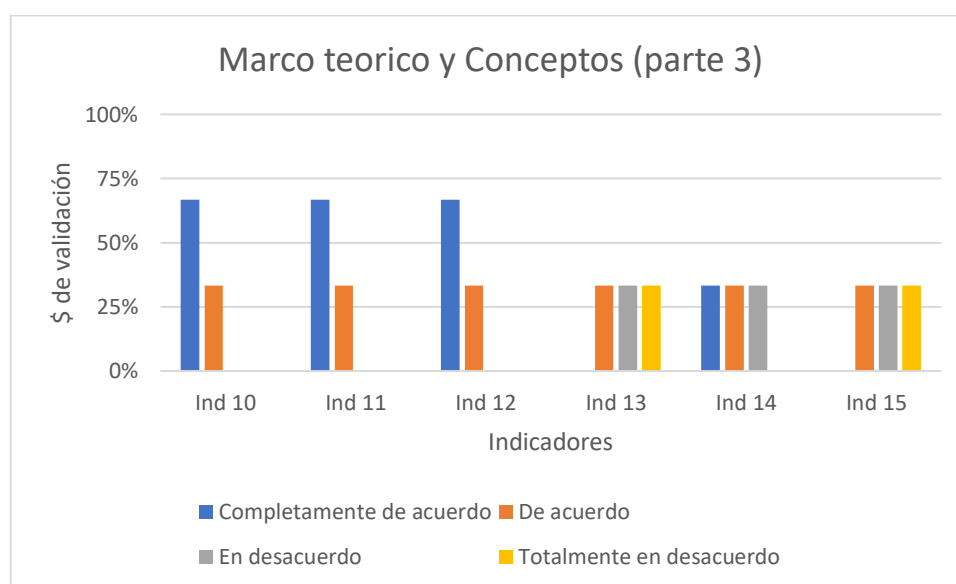


Figura 6.5 Resultados marco teórico y conceptos parte 3

Los gráficos N°3, N°4 y N°5 nos muestran que los indicadores 6, 8, 10, 11 y 12 tuvieron un 100% de aprobación, los indicadores 1, 2, 4, 5, 7, 9 y 14 tuvieron un 66,66% de aprobación y los indicadores 3, 13 y 15 tuvieron un 66,66% de reprobación. Respecto a la aprobación general del eje de concepto y marco teórico, esta fue de un 80%, ya que 12 de los 15 indicadores resultaron aprobados y solo 3 reprobados.

Los indicadores no aprobados son los siguientes:

- Indicador 3: Las actividades propuestas en cada guía aportan al desarrollo y comprensión del contenido.
- Indicador 13: Las guías permiten desarrollar ideas afines hacia un buen cuidado de la visión.
- Indicador 15: La guía para el docente es clara y cumple con el objetivo de que cualquier docente al leerla sepa implementarla, según las instrucciones planteadas en ella.

| <b>Comentarios relacionados al eje de Marco teórico y Conceptos:</b>                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Validador 1: Si bien los modelos creados tienen un gran tiempo invertido, falta lo más importante; que es la guía y el uso óptimo de ellos; donde falta un poco de rigurosidad en qué es lo que se van a llevar los estudiantes; la experimentación en los modelos o el aprendizaje en ellos</i> |
| <i>Validador 2: El uso de tecnología no quiere decir que estamos desarrollando competencias tecnológicas.</i>                                                                                                                                                                                       |
| <i>Validador 3: no emite comentario.</i>                                                                                                                                                                                                                                                            |

Tabla 6.3 tabla de comentarios eje Marco teórico y concepto elaboración propia.

A partir de los resultados de los indicadores y los comentarios emitidos por los docentes validadores, consideran las siguientes debilidades y fortalezas en el eje de concepto y marco teórico de las guías:

| <b>Fortalezas</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Debilidades</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Como principal fortaleza de las clases diseñadas, se tiene que durante el estudio de la visión se consideran aspectos biológicos además de los físicos reluciendo entre sí, permitiendo alcanzar una comprensión más completa sobre este fenómeno. Esto da cuenta de una mirada interdisciplinar general en la propuesta.</li> <li>2. Las actividades propuestas en cada clase permiten desarrollar y comprender el contenido que se presenta en la introducción de cada una de estas. Esto evidencia que las actividades están diseñadas en favor de que los estudiantes logren los objetivos que se plantean a partir de la temática de cada clase.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La experimentación que debe realizar el estudiante en las actividades según comentarios afines al indicador 3CM, carecen de identidad indagatoria, lo cual significa que las actividades están propuestas de una manera un tanto conductista, limitando su aporte en términos de desarrollo de competencias, comprometiendo directamente al enfoque bajo el cual se diseñó la clase.</li> <li>2. Respecto al indicador 13CM se debe especificar que el cuidado de la visión solo es un tema transversal a las clases 3 y 4, por lo que su ausencia en la clase 1 y 2 puede justificar la valoración obtenida por los validadores.</li> </ol> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. En términos específicos las guías permiten no solo comprender e identificar los procesos de la visión en torno a los cuales giran los objetivos, sino que se hace a través de conocer sobre la anatomía del ojo, específicamente cuando se trata de disfunciones visuales. | 3. Finalmente, respecto al indicador 15CM se entiende que se debe ser más específico en las indicaciones en las guías para el docente. Lo cual puede tener relación directa con la debilidad planteada en el eje de diseño a partir del indicador 4D. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Tabla 6.4 tabla de fortalezas y debilidades eje marco teórico y concepto elaboración propia.

### 6.1.3 Resultados obtenidos eje de contenido para cada guía

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de la encuesta Likert para el eje Contenido, aplicado a cada una de las guías de la propuesta.

#### Resultados sobre contenidos Guía 1

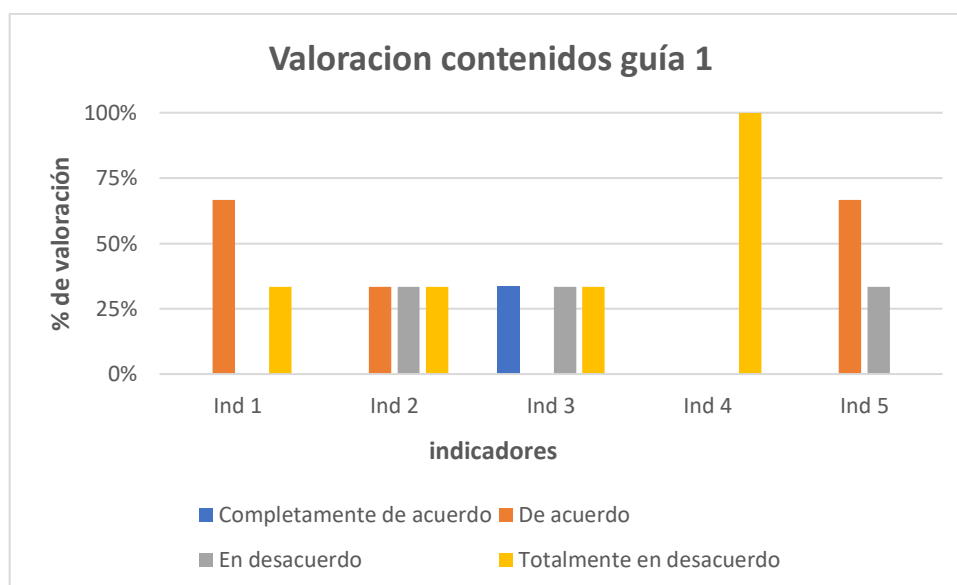


Figura 6.6 resultados contenido guía 1 elaboración propia.

De los resultados presentes en el gráfico N°6 se aprecia que los indicadores 1 y 5 tuvieron una aprobación del 66,66%, mientras que los indicadores 2 y 3 tuvieron un 66,66% de reprobación. Por último, el indicador 4 tuvo un 100% de desaprobación. En rasgos generales, el porcentaje de aprobación de este para la guía 1 en particular es del 40%, debido a que se aprobaron 2 indicadores de 5.

Los indicadores no aprobados son los siguientes:

- Indicador 2: La guía permite que los estudiantes lleguen a asociar los fenómenos físicos asociados al prisma óptico y al espectroscopio casero son similares.
- Indicador 3: Respecto a la actividad de creación de un espectroscopio casero, ésta provee y aporta a la apropiación del concepto acerca del espectro de luz visible.
- Indicador 4: La guía presenta claramente un cierre, con el cual se consensua, se obtiene la idea final y central que propone la guía en las ideas planteadas en un comienzo.

| <b>Comentarios relacionados al eje de contenido para la clase 1</b>                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Validador 1: No emite comentarios.</i>                                                                                                                                                                                                                               |
| <i>Validador 2: Desde mi punto de vista, la experimentación debe aportar más conocimiento y que permita desarrollar la indagación. En este sentido, propongo usar los mismos materiales u otros pero que sea posible separar colores e iluminar diferentes zonas.</i>   |
| <i>Validador 3: La manera en que se presenta la información al estudiante es demasiado condensada, si se espera que trabajen también comprensión lectora, la técnica de identificación no es acorde al nivel del estudiante. Falta un cierre adecuado para la clase</i> |

Tabla 6.5 comentarios contenido clase 1 elaboración propia.

A partir de los resultados de los indicadores y los comentarios emitidos por los docentes validadores, consideran las siguientes debilidades y fortalezas en el eje de contenido para la clase

| <b>Fortalezas</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Debilidades</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las actividades de la guía presentan espacio para el trabajo en equipo, fomentando la colaboración entre los estudiantes.</li> <li>2. la selección de materiales a utilizar para la construcción de un espectroscopio casero favorece la construcción de este.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Una de las debilidades de esta guía, es evidenciada por el comentario del validador 2, la experimentación que los estudiantes realizan, desde el punto de vista del cual se aborda la actividad, no aporta nuevos conocimientos a los estudiantes, lo que dificulta que se logre una asociación de los fenómenos físicos involucrados en las actividades.</li> <li>2. La información que se le entrega a los estudiantes es demasiada, y no es presentada de forma atractiva, por consiguiente, el estudiante puede generar un rechazo en la implementación de dicha guía debido al extenso texto presentado como introducción.</li> </ol> |

|  |                                                                                                                                                                                                       |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | 3. La guía carece de un cierre adecuado, lo que produce que el estudiante no pueda formalizar los contenidos abordados en la clase, así como tampoco plantear sus ideas respecto al tema en cuestión. |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Tabla 6.6 tabla fortalezas y debilidades contenido clase 1 elaboración propia.

### Resultados sobre contenidos Guía 2:

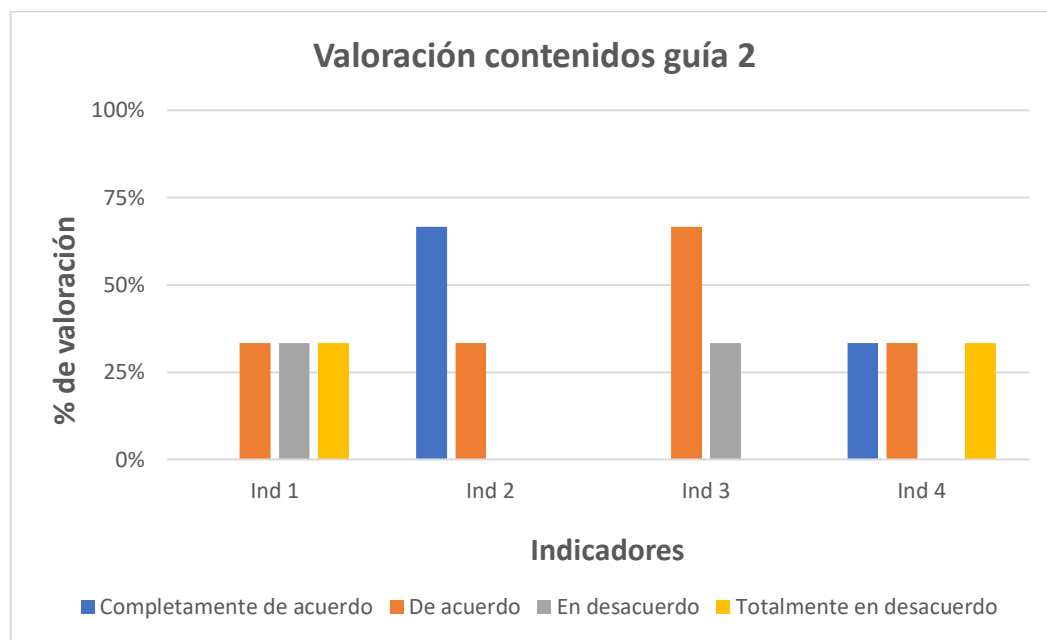


Figura 6.7 Resultados contenido guía 2 elaboración propia.

En el gráfico N°7 se aprecia que el indicador 2 tuvo una aprobación del 100%, los indicadores 3 y 4 tuvieron una aprobación del 66,66%, mientras que el indicador 1 tuvo una reprobación del 66,66%. Respecto del eje de contenido para la clase 2 la aprobación general es del 75%.

Los indicadores no aprobados son los siguientes:

- Indicador 1: La guía presenta una estructura definida claramente, la cual se trabaja con un enfoque STEM.

| Comentarios relacionados al eje de contenido para la clase 2                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Validador 1: No emite comentarios.                                                                                                                                             |
| Validador 2: Mejorar los espacios para que el estudiante trabaje en la guía utilizando de mejor manera y en mayor cantidad el prototipo. Se sugiere también el uso de applets. |
| Validador 3: Falta un cierre adecuado, que abarque todo lo visto en esta clase.                                                                                                |

Tabla 6.7 comentarios contenido clase 2 elaboración propia.

A partir de los resultados de los indicadores y los comentarios emitidos por los docentes validadores, se consideran las siguientes debilidades y fortalezas en el eje de contenido para la clase 2

| Fortalezas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Debilidades                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. En términos de los objetivos a lograr en esta clase, en base a los resultados obtenidos para el indicador 2 se considera que las actividades son adecuadas para estudiar las funciones de las estructuras importantes del ojo humano tales como, iris, cuerpo ciliar, cristalino, tamaño del ojo, etc.</li> <li>2. En términos de los objetivos de la propuesta pedagógica en general, se considera a partir de la aprobación del indicador 3 que, esta clase facilita herramientas y espacios efectivos para lograr comprender la visión humana bajo una perspectiva tanto física como biológica.</li> <li>3. Esta clase si bien intenta lograr la comprensión de los elementos ya mencionados, también tiene como finalidad desarrollar habilidades como el trabajo en equipo a través de actividades que requieren que los alumnos tomen decisiones en conjunto respecto a los procedimientos a realizar, reflexiones sobre sus respuestas, compartir y comunicar la información.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Como se menciona en el comentario del validador 2, en la guía efectivamente hay una ausencia de espacios para que el estudiante desarrolle parte importante de las actividades. Por ejemplo, existen preguntas problematizadas que requieren realizar diagramas de rayos para dar con soluciones, pero en dicha guía no hay un espacio designado para que el estudiante haga. Esto implica una limitante muy fuerte a la hora de las practicas científicas que pueda llegar a desarrollar el estudiante en dicha actividad. Siguiendo este mismo ejemplo, dibujar un diagrama de rayos a partir de lo que se observa y manipula en el modelo 3D del ojo, para luego responder a una pregunta o problemática, implican competencias científicas tales como la construcción de explicaciones, pensamiento matemático, etc. Dicho esto, este comentario se transparenta bastante con la valoración del indicador 1 C (guía2).</li> <li>2. En esta guía cada actividad trata una estructura diferente del ojo (primero cristalino con el proceso de acomodación y luego el iris), cada una de estas actividades posee un mini cierre propio, dejando efectivamente como mención el comentario del validador 3 un cierre generalizado que abarque ambos elementos.</li> </ol> |

Tabla 6.8 fortalezas y debilidades contenido clase 2, elaboración propia.

### Resultados sobre contenidos Guía 3:

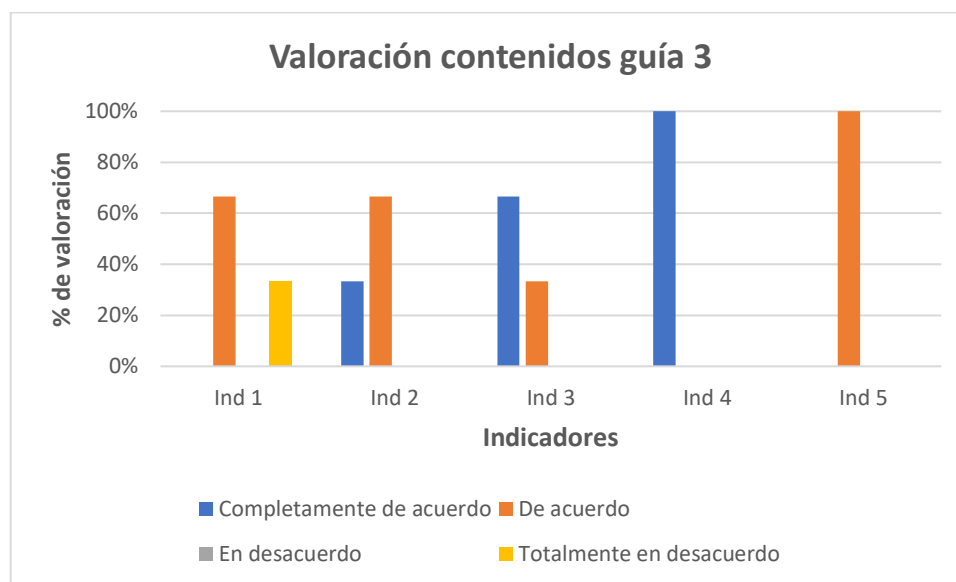


Gráfico N°8 Valoración de Contenidos guía 3

En el gráfico N°8 se observa que los indicadores 2, 3, 4 y 5 tuvieron un 100% de aprobación, mientras que el indicador 1 tuvo un 66,66% de aprobación. La valoración general del eje de contenido sobre la guía 3 fue del 100% de aprobación.

| Comentarios relacionados al eje de contenido para la clase 3                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Validador 1: No emite comentarios.                                                                                                 |
| Validador 2: Considero que cuando tienes un montaje tan rico, creo que es mejor hacer tablas de actividades y no tanta pregunta.   |
| Validador 3: Sería bueno incluir una tabla donde los estudiantes puedan ir registrando lo que están haciendo en la experimentación |

Tabla 6.9 comentarios contenido clase 3 elaboración propia.

A partir de los resultados de los indicadores y los comentarios emitidos por los docentes validadores, consideran las siguientes debilidades y fortalezas en el eje de contenido para la clase 3:

| Fortalezas                                                                                                                          | Debilidades                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Como principal fortaleza de las clases diseñadas, se tiene que durante el estudio de la visión se consideran aspectos biológicos | 1. La experimentación que debe realizar el estudiante en las actividades según comentarios afines al indicador 3CM, |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>además de los físicos reluciéndolos entre sí, permitiendo alcanzar una comprensión más completa sobre este fenómeno. Esto da cuenta de una mirada interdisciplinar general en la propuesta.</p> <p>2. Las actividades propuestas en cada clase permiten desarrollar y comprender el contenido que se presenta en la introducción de cada una de estas. Esto evidencia que las actividades están diseñadas en favor de que los estudiantes logren los objetivos que se plantean a partir de la temática de cada clase.</p> <p>3. En términos específicos las guías permiten no solo comprender e identificar los procesos de la visión en torno a los cuales giran los objetivos, sino que se hace a través de conocer sobre la anatomía del ojo, específicamente cuando se trata de disfunciones visuales.</p> | <p>carecen de identidad indagatoria, lo cual significa que las actividades están propuestas de una manera un tanto conductista, limitando su aporte en términos de desarrollo de competencias, comprometiendo directamente al enfoque bajo el cual se diseñó la clase ya que para integrar la educación STEAM no basta solo con usar elementos de la ciencia, tecnología, etc. Sino que se debe desarrollar competencias afines a dichos ámbitos.</p> <p>2. Respecto al indicador 13CM se debe especificar que el cuidado de la visión solo es un tema transversal a las clases 3 y 4, por lo que su ausencia en la clase 1 y 2 puede justificar la valoración obtenida por los validadores.</p> <p>3. Finalmente, respecto al indicador 15CM se entiende que se debe ser más específico en las indicaciones en las guías para el docente. Lo cual puede tener relación directa con la debilidad planteada en el eje de diseño a partir del indicador 4D.</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

TABLA 6.10 Tabla fortalezas y debilidades contenido clase 3 elaboración propia.

#### Resultados sobre contenidos Guía 4:

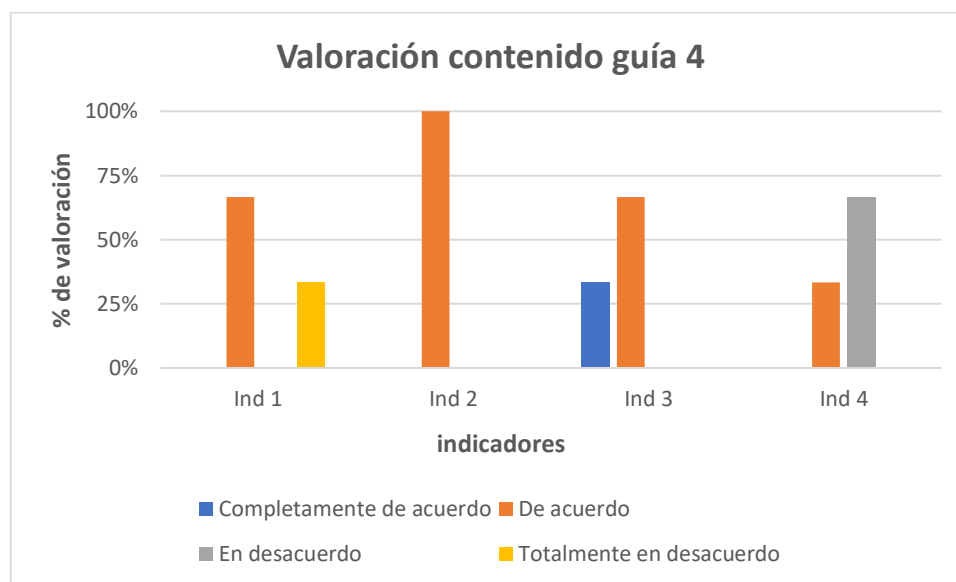


Gráfico N°9 Contenidos guía 4

A partir del gráfico N°9 se observa que el indicador 1 tuvo una aprobación del 66,66%, los indicadores 2 y 3 tuvieron una aprobación del 100%, por otro lado, el indicador 4 tuvo una reprobación del 66,66%. Finalmente, el porcentaje de aprobación de este eje de la guía 4 en particular es del 75%, debido a que se aprobaron 3 indicadores de 4.

Los indicadores no aprobados son los siguientes:

- Indicador 4: Las actividades propuestas permiten desarrollar el concepto de Disfunciones Visuales.

| Comentarios relacionados al eje de contenido para la clase 4                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Validador 1: No emite comentarios.                                                                                                   |
| Validador 2: Faltaría poner como problema la necesidad de usar telescopio y microscopio, la idea de potenciar nuestras capacidades.  |
| Validador 3: Recomiendo guiar a los estudiantes en las variaciones que deben hacer al modelo para simular las enfermedades visuales. |

Tabla 6.11 Tabla comentarios contenido clase 3 elaboración propia.

| Fortalezas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Debilidades                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El foco principal de la guía son las disfunciones visuales, y al ser tratadas con un modelo 3D funcional del ojo humano, los estudiantes pueden manipular y evidenciar la física y biología detrás de estas.</li> <li>2. El enfoque dado a la guía fomenta la reflexión al cuidado de la visión, buscando que los estudiantes logren evidenciar los efectos perjudiciales en la visión humana producto de las disfunciones visuales.</li> <li>3. La implementación de preguntas que apuntan a la corrección de las distintas disfunciones visuales permite que los estudiantes den cuenta como es que a través de la física y la biología es posible dar corrección a estas, incentivando el autocuidado.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Una de las debilidades fundamentales de esta guía es el desarrollo de la actividad principal, la cual está enfocada en las disfunciones visuales, si bien se pretende que el estudiante pueda descifrar como se producen y como se podrían corregir, no se les entrega una orientación que disfunción se está observando o tratando con la experimentación que llevan a cabo.</li> <li>2. Otra debilidad imperante en la guía es que no se da el espacio a un cierre adecuado, en donde el docente con los estudiantes pueda formalizar el contenido tratado en la clase, debido a esto, es que las actividades desarrolladas con anterioridad no logran su objetivo, impidiendo así una internalización de los contenidos por parte de los estudiantes.</li> <li>3. El no contemplar la implementación de lentes diversas para la corrección de las distintas disfunciones visuales provoca una dificultad en el estudiante, lo que se presenta como una debilidad al momento de desarrollar la actividad.</li> </ol> |

Tabla 6.12 Tabla fortalezas y debilidades contenido clase 3 elaboración propia.

## 6.2 Refinación de la propuesta

A continuación, se presentan los cambios realizados a la propuesta pedagógica a partir del análisis de los resultados presentados anteriormente. Si bien la valoración general para los 3 ejes fue positiva, existen debilidades especificadas en cada uno de estos, dicho esto se aplicaron cambios a las guías para así refinarlas en función de cada una de las debilidades mencionadas para dar lugar a una propuesta final.

### 6.2.1 Cambios generales a todas las guías

Basándonos en los resultados obtenidos en el análisis de los gráficos N°1, N°2, N°3, N°4 y N°5, se determina realizar cambios generales tanto a las guías para los estudiantes como a las guías de apoyo para el docente.

Respecto a la guía para el estudiante, se consideran los indicadores N°1D, N°4D, N°5D y N°10D, en base a estos indicadores no aprobados y a los comentarios realizados por los validadores, es que se decide incorporar en primer lugar una estructura clara para todas las guías pertenecientes a la secuencia didáctica, donde se denote en todas un inicio, un desarrollo y un cierre; del mismo modo se implementa un cambio en la redacción de las preguntas e información presentada a los estudiantes, cambiando textos extensos por videos que incorporan la misma información del texto pero de forma resumida, acompañados de un código QR por si el estudiante desea y/o considera necesario ver nuevamente dicho video. Finalmente, se añade una simbología para que el estudiante pueda orientarse en el desarrollo de las actividades a lo largo de la guía.

| <u>Simbología</u>                                                                   |                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Señala que a continuación hay información importante presentada tanto en forma de vídeo como escrita. |
|  | Señala que el estudiante debe responder preguntas teóricas.                                           |
|  | Indica las instrucciones y materiales a utilizar en las actividades.                                  |
|  | Señala el momento de experimentar o trabajar con material de laboratorio.                             |
|  | Indica una puesta en común como grupo curso en conjunto con el docente como guía.                     |

Respecto a las guías de apoyo para el docente, se consideran los indicadores N°3MC, N°13MC y N°15MC, en base a estos indicadores no aprobados y a los comentarios realizados por los validadores es que se decide incorporar una serie de mejoras. En primer lugar, se incorpora un manual instructivo para la utilización correcta del modelo 3D del ojo humano<sup>7</sup>; se incorpora la simbología a utilizar en las guías que orientan al estudiante en el desarrollo de esta, así como también se explicitan las etapas como el inicio, desarrollo y cierre de las guías con sus respectivos tiempos.

### **6.2.2 cambios específicos a cada guía**

#### **Cambios Guía 1**

**Cambio N°1:** En la versión inicial de la guía N°1, inicialmente se presenta un texto introductorio, el cual presenta una descripción de cómo funciona un prisma óptico, el fenómeno físico involucrado detrás de este y como se compara con el funcionamiento de un espectroscopio; sin embargo, en base a los comentarios de los validadores y considerando el indicador N°1D, se decide remover el cuadro de texto como introducción, remplazándolo por un vídeo de creación propia, el cual contiene información resumida respecto al funcionamiento de un prisma óptico e invita al estudiante a descubrir si se puede generar el mismo efecto de forma distinta, motivándolo a realizar la creación de un espectroscopio casero.

Se realiza incorporación de un código QR<sup>8</sup> como apoyo para el estudiante y docente, para que puedan acceder al video presentado en la introducción desde sus dispositivos móviles las veces que estimen necesarias, de esta forma, el estudiante puede observar nuevamente el video si lo requiere desde la comodidad de su teléfono.

**Cambio N°2:** La versión inicial de la guía presenta tres preguntas, las cuales apelan a la comprensión lectora del estudiante, limitándolo a la repetición de información obtenida por el texto introductorio, lo que dificulta la motivación del estudiante a trabajar en la guía. Considerando los comentarios de los validadores y el indicador N°3MC, se decide cambiar las preguntas, enfocándolas a despertar la curiosidad del estudiante para desarrollar la actividad de experimentación de la clase.

**Cambio N°3:** La versión inicial de la guía presenta como actividad central la realización de un espectroscopio casero, con el propósito de que los estudiantes puedan observar el espectro de luz visible a través de otro instrumento distinto al prisma óptico, sin embargo, el enfoque de la actividad dificulta la comprensión del contenido por parte del estudiante.

---

<sup>7</sup> Para visitar el manual y las guías para el docente visite el anexo.

<sup>8</sup> Un código QR es un módulo para almacenar información en una matriz bidimensional.

Considerando los comentarios emitidos por los validadores y los indicadores N°2C y N°3C, se decide cambiar el enfoque de la actividad, manteniendo la creación de un espectroscopio casero, pero dando énfasis a que el fenómeno físico involucrado en este es distinto al involucrado en el prisma óptico, con el fin de que el estudiante pueda apreciar las distintas interacciones de la luz con instrumentos variados.

En base a un comentario en particular de un docente *“las instrucciones para la creación del espectroscopio no son del todo claras”* es que se decide incorporar un video tutorial para el estudiante, complementando las instrucciones presentes en la guía. Este video está acompañado de un código QR para que tanto estudiante como docente puedan reproducirlo las veces que consideren necesarias.

**Cambio N°4:** Inicialmente la guía presentaba 3 preguntas luego de realizar la construcción de un espectroscopio casero, lo que no da espacio a que los estudiantes puedan expresar sus pensamientos respecto al contenido de la clase ni sus apreciaciones respecto a la experimentación, considerando esto denotado por los comentarios de los validadores y considerando el indicador N°4C, se decide remover las preguntas, dando espacio a que el estudiante pueda registrar las observaciones a partir de la experimentación.

Se incorpora una instancia en donde los estudiantes en conjunto con el docente puedan conversar sobre la actividad realizada, planteando sus apreciaciones e inquietudes, logrando una instancia en donde se pueda realizar la formalización del contenido.

Finalmente se añade un cuadro resumen contrastando un prisma óptico con un espectroscopio, el cual debe realizarse en conjunto, fomentando el trabajo colaborativo y la participación de los estudiantes.

## **Cambios Guía 2**

**Cambio N°1:** En la versión original se presentan las partes del ojo humano y piezas del modelo 3D, lo que se espera del alumno respecto de estas imágenes es que cuando tenga en sus manos el modelo armado, identifique que parte del ojo humano representa cada pieza. Sin embargo, considerando las debilidades que se extrajeron de los resultados de la validación, específicamente la debilidad N°1 del eje contenido y N°1 de marco teórico y concepto, los cuales dan cuenta de que esta forma de llevar a cabo la introducción cae dentro de un marco conductista, mientras que la debilidad N°4 del eje de diseño indica que las imágenes no son utilizadas de forma correcta.

Dicho esto, se realiza el cambio que muestra en la versión refinada, que consiste en utilizar solo una imagen del ojo humano con todas sus partes rotuladas y a un lado las piezas del modelo 3D, sin decirle a los estudiantes lo que representan cada una de ellas. Esto abre un nuevo espacio

para la indagación para el alumno, de hecho, se decide cambiar también las instrucciones de la actividad que se desea introducir invitando al alumno que sea el mismo quien arme el modelo 3D y posteriormente hacerlo funcionar. Dicho esto, se recalca que armar modelos o montajes experimentales requiere llevar a cabo acciones relacionadas con las prácticas científicas como el uso y desarrollo de modelos.

**Cambio N°2:** Como en esta clase, los estudiantes tienen su primer encuentro con el modelo 3D deben comprender cómo funciona, qué hace y posteriormente qué significan las funciones en términos físicos y biológicos. Para esto se realizan ciertas preguntas que se muestran en la versión original de la guía. Sin embargo, como se menciona en la debilidad N°1 del eje de contenido no existen los espacios adecuados en la guía para que luego de experimentar con el modelo 3D el alumno plasme sus observaciones y las trabaje, para posteriormente responder a las preguntas.

Dicho esto, el cambio consiste en implementar un diagrama representativo del montaje que se realizó para que, sobre él, los estudiantes puedan dibujar diagramas de rayos, permitiendo basar sus respuestas en este breve pero útil ejercicio. Esto se puede considerar como una mejora a la debilidad N°1 del eje de contenido en el sentido de que el cambio ya mencionado contribuye a prácticas científicas asociadas a la argumentación a partir de la evidencia sacando al desarrollo de la actividad del marco conductista en el que se encontraba.

De manera paralela, las preguntas 1 y 2 fueron mezcladas y redactadas en una única nueva pregunta N°1 como se ve en la versión refinada, para optimizar el espacio de la guía debido a la implementación del diagrama. Luego, nuevamente debido al diagrama la pregunta 2 de la versión refinada consiste en unas indicaciones para usar el diagrama en la que también se pide identificar las variables de la expresión de Gauss, permitiendo sacar la pregunta 3 de la versión original.

**Cambio N°3:** Las motivantes de este cambio son análogas a las del anterior cambio N°2 ya que principalmente se añade otro diagrama en blanco para dibujar rayos de luz, lo cual hace necesario reformular las preguntas 1 2 y 3 como se muestra en la versión refinada adecuando así su comprensión al diagrama añadido.

Por otro lado, se abarca la debilidad N°2 de diseño y presentación referente a la claridad en las instrucciones por lo cual, que de hecho se puede observar en la versión original que las instrucciones para trabajar en Geogebra son bastante generales, por lo que en la versión refinada estas son reemplazadas por indicaciones más específicas incluso sugiriendo valores para ejemplificar la ejecución de la actividad.

**Cambio N°4:** Para la actividad 3 actividad se reformulan las preguntas para darle un énfasis más indagatorio añadiendo un espacio para que el estudiante después de experimentar para comprobar sus respuestas pueda generar cambios o reformulaciones en ellas, a diferencia de la

versión original lo cual contribuye a mejorar aspectos de la guía que se identifican con la debilidad N2 del eje de diseño.

**Cambio N°5:** La clase consta de actividades que abarcan el proceso de acomodación y el de ajuste del iris por separado, cada actividad cuenta con un mini cierre que es a fin solo a su temática, esto genera una ausencia de un cierre general que abarque todo el contenido visto en la clase lo que se evidencia con los comentarios recopilados para el eje de contenido de esta clase. Para mejorarla, se añade un cierre general que hace alusión a identificar los estímulos que accionan los procesos de acomodación y de ajuste de iris respectivamente. El cierre consiste en verificar sus respuestas haciendo uso de un applet, lo cual también permite abarcar comentarios de los validadores que sugieren el uso de estas herramientas.

### **Cambios Guía 3**

**Cambio N°1:** A partir de la debilidad N°2 del eje de contenido para la guía 3 se decide añadir una introducción contextualizada, que de una base de por qué nos interesa estudiar los fotorreceptores. De manera adicional, este cambio implica una mejora estructural a la guía por lo cual también contribuye a mejorar debilidades a fines al eje de diseño, específicamente la número 1, 3 y 4, que hablan sobre la posible desmotivación al trabajar en la guía, la correcta identificación de la introducción en una clase y el aporte de las imágenes en la clase.

**Cambio N°2:** Con la finalidad de mejorar los espacios de trabajo y la secuencia de actividades realizadas por los estudiantes, se busca mejorar la debilidad N°1 del eje de contenido para la guía 3, añadiendo los siguientes esquemas para poder registrar lo observado a partir de la experimentación. Es necesario recalcar que estas observaciones y registro de ellas contribuyen a que el alumno posteriormente formule respuestas a las preguntas planteadas lo cual implica directamente el desarrollo de prácticas científicas tales como la formulación de explicaciones en base a evidencias.

**Cambio N°3:** Se reformula esta pregunta considerando que se puede aprovechar de mejor manera dándole un enfoque al cuidado de la visión y al uso responsable de aparatos que emiten un nivel de luminosidad que podría afectar a la visión de no ser utilizados responsablemente. Dicho esto, con este cambio se busca mejorar la debilidad N°2 del eje de marco teórico y conceptos.

**Cambio N°4:** Como el uso de applets fue recomendado por los validadores en los comentarios, se considera que para poder contribuir a la idea de que la mezcla aditiva de los colores se lleva a cabo a nivel sensorial sería buena idea hacer uso de estas herramientas ya que permite complementar este fenómeno de manera más visual lo que no es posible hacer a través del modelo 3D ya que éste solo muestra el funcionamiento del sensor, es decir, la recepción de la información (colores). En concordancia con este cambio también se realizan las modificaciones

y añaden las indicaciones pertinentes a las preguntas que se responderán usando esta herramienta, lo cual contribuye a la mejora de la debilidad N°3 del eje de contenido de la guía 3.

**Cambio N°5:** Este último cambio apunta abordar el comentario del eje de contenido de la guía 3, en el que se indica que en la actividad N°3 las preguntas se pueden responder solo a partir de la tabla que indica los tipos de visión como se muestra en la versión inicial del siguiente cuadro. Por lo que se considera que sería más útil mostrar imágenes aproximadas a como es la visión de dicho animal y dar también una descripción de sus hábitos nocturnos, por ejemplo, para finalmente realizar una pregunta de cierre más significativa en la cual se espera que los estudiantes asocien como la visión de los seres vivos está condicionada a su habitar y en algunos casos a sus hábitos de supervivencia como por ejemplo cazar.

#### **Cambios Guía 4**

**Cambio N°1:** Inicialmente la guía presenta una introducción en formato texto, el cual contiene información respecto a las disfunciones visuales, como es que se producen y efectos tienen en la visión humana, lo que genera conflictos entre los validadores, ya que evidencian que no es atractivo para el estudiante, por lo que se realiza cambio el texto introductorio que contiene información respecto a las disfunciones visuales resumidas, simulando como es que ve una persona con miopía e hipermetropía, este es acompañado de un código QR para que tanto estudiantes como docente puedan reproducirlo en sus dispositivos móviles las veces que consideren necesarias.

**Cambio N°2:** Inicialmente la guía presenta como actividad principal el manipular el modelo 3D del ojo humano para que los estudiantes pudiesen descifrar como se producen las disfunciones visuales y como se pueden corregir, sin embargo, las instrucciones para realizar dicha experimentación son ambiguas no permiten un entendimiento correcto ni comprensión adecuada de las disfunciones visuales, como es que estas se generan y como corregirlas. Se incorpora un espacio para realizar una puesta en común al finalizar cada experimentación, para que tanto estudiantes como docentes puedan formalizar en conjunto el contenido.

Se decide realizar un enfoque más detallado a cada disfunción visual como se muestra en el ejemplo de la versión refinada, para lograr profundizar de mejor forma en cómo se producen y cómo es posible corregirlas, esto basándonos en el indicador N°4C y en los comentarios emitidos por los validadores.

**Cambio N°3:** Inicialmente la guía presenta como actividad final el comprobar las predicciones de los estudiantes a través de la experimentación, sin embargo, esto se cambió debido a que los validadores consideran que no es una estructura óptima, y que se requiere de un cierre más preciso.

Debido a esto es que se decide incorporar un último montaje, el cual debe ser manipulado por el docente para simular una disfunción visual que no puede ser corregida con la intervención de lentes, dando espacio a una puesta en común donde los estudiantes puedan plantear sus dudas e inquietudes respecto a los contenidos de clase y fomentando el autocuidado respecto a la visión

## Capítulo 7: Conclusiones

A continuación, se presentan las conclusiones obtenidas en el seminario de grado respecto al trabajo de diseño y elaboración como también las refinaciones a la Propuesta pedagógica de ciencia sobre visión humana y percepción visual para estudiantes de primero año de enseñanza media; la cual se diseñó para abarcar el objetivo de aprendizaje presente en las bases curriculares planteadas por el Ministerio de Educación en el año 2016. OA 12: Explorar y describir el funcionamiento del oído y ojo humano, considerando la recepción de ondas sonoras y luminosas, el espectro sonoro y de la luz visible, su capacidad, limitaciones y consecuencias y la tecnología correctiva.

El principal eje de esta propuesta pedagógica es el material desarrollado para la misma, por material se entiende desde las guías hasta el modelo 3D funcional del ojo humano, cuyas componentes permiten emular el proceso de visión humana incluyendo la formación de imágenes en el ojo humano como también el reconocimiento de colores e intensidades de luz a través de los fotorreceptores conocidos como conos y bastones. A través de las actividades planteadas en las guías se busca obtener el máximo provecho del montaje experimental. Las guías de apoyo para el docente cuentan con indicaciones específicas para cada actividad referentes al modelo 3D, ya que se incluye un manual para utilizarlo y así poder replicar las funciones que se deseen; finalmente se incluye un manual de construcción, donde se especifican materiales, instrumentos e indicaciones para poder replicar el montaje propuesto en este seminario de grado.

Las conclusiones para ese seminario se fundamentan principalmente en las validaciones realizadas por los juicios de expertos, mismas que se encuentran en el capítulo de análisis de este seminario. Dichos expertos validan la propuesta desde una visión docente, la cual está respaldada por años de experiencia en distintos contextos. Los expertos validaron la propuesta en su mayoría positivamente según la estadística que se ofrece en el capítulo de análisis, donde también aparecen los comentarios y sugerencias que realizaron respecto a las guías de la propuesta, a través de los cuales fue posible refinar las guías y en consecuencia la propuesta en general, permitiendo obtener una versión refinada de esta, la cual se presenta en el capítulo 5.

Respecto a los resultados de la validación, se destacan las fortalezas principales de la propuesta que se encontraron a partir de la misma. Se destaca las actividades a implementar, las cuales son adecuadas debido a la complejidad de los contenidos que se bordan, así mismo el diseño de las guías se ajusta al tiempo indicado para su implementación el que consta de 90 minutos.

El estudio de la visión que se desempeña a través de las actividades propuestas no solo abarca el fenómeno físico que existe en este proceso, también abarca la biología que hay detrás permitiendo que el estudiante pueda comprender de forma completa como es que se lleva a cabo el proceso de visión humana. En términos específicos las guías permiten no solo comprender e identificar los procesos de la visión en torno a los cuales giran los objetivos, sino que se hace a

través de conocer sobre la anatomía del ojo, específicamente cuando se trata de disfunciones visuales.

Es importante mencionar la forma en la que se plasma el desarrollo de las clases, ya que permiten desarrollar habilidades como el trabajo en equipo a través de actividades que requieren que los alumnos tomen decisiones en conjunto respecto a los procedimientos a realizar, reflexiones sobre sus respuestas, compartir y comunicar la información.

Las actividades se presentan con el apoyo de diversos recursos, los cuales incluyen el modelo 3D del ojo humano, videos acompañados de códigos Qr para facilitar el acceso a ellos, y manipulativos virtuales como Geogebra o applets, los cuales complementan las actividades y despiertan la curiosidad del estudiante para lograr una mayor participación en la clase, abandonando el rol pasivo para ser más activo en su proceso de aprendizaje.

Se destaca el uso de diversos recursos e instancias de aprendizaje, lo que permite que los estudiantes desarrollen diversas habilidades que se ven impulsadas por las practicas científicas, como el de construir explicaciones, diseñar soluciones a problemas; convencer con un argumento construido de acuerdo con la evidencia obtenida, pensamiento matemático y computacional entre otras.

Respecto al autocuidado, se destaca la implementación del análisis de disfunciones visuales, contextualizando a los estudiantes a una problemática que va en aumento y que se relaciona directamente con ellos, analizando sus causalidades y presentando sus correcciones, fomentando el autocuidado respecto a las mismas.

Finalmente, se destaca el trabajo interdisciplinario de la propuesta, posicionando a los estudiantes en diversos contextos al momento de desarrollar las actividades, planteando problemáticas que se abordan no solo desde un punto de vista físico, sino que también desde un punto de vista biológico, comprendiendo que ambas ramas de la ciencia son complementarias, y que, en el proceso de visión humana, no puede existir el fenómeno físico si no está presente el biológico.

En concordancia con lo anterior, se concluye que la propuesta pedagógica abarca los contenidos planteados por el Ministerio de Educación. OA 12: Explorar y describir el funcionamiento del oído y ojo humano, considerando la recepción de ondas sonoras y luminosas, el espectro sonoro y de la luz visible, su capacidad, limitaciones y consecuencias y la tecnología correctiva.

A su vez, el objetivo general planteado para este seminario de grado; Elaborar una propuesta de aprendizaje sobre la percepción visual para estudiantes de primer año medio a partir del uso de un modelo 3D funcional del ojo humano a través de la educación STEAM integrada, cuyo propósito es que comprendan las funciones tanto sensoriales como aquellas basadas en mecanismos que realizan las estructuras importantes del ojo en la visión humana. Se considera

logrado, debido a que se realizó dicha construcción, la cual tanto en su elaboración como su uso involucra elementos de la ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemática y que en conjunto con las actividades que dan forma a la propuesta, permiten integrar estas disciplinas a través del desarrollo de dichas actividades, contribuyendo de manera innovadora a que los estudiantes no solo aprendan sobre el fenómeno, sino que también desarrollen prácticas científicas.

En cuanto a los objetivos específicos de este seminario de grado fueron logrados, debido a que se lograron caracterizar las partes del ojo humano a través de una visión física y biológica, abordando las diversas funciones que estas componentes desarrollan en el proceso de visión humana y como es que aportan al mismo, simulando este proceso a través de un modelo 3D del ojo humano.

El construir una propuesta de aprendizaje para estudiantes de primer año de enseñanza media, es un objetivo específico que también se considera logrado, debido a que la construcción de la propuesta fue realizada y se considera un éxito, debido a que no se limita a construir guías como material para el estudiante, sino que se compone de un modelo 3D del ojo humano, videos de creación propia como apoyo para las guías del estudiante, guías para el docente como material de apoyo así como también un manual de usuario para utilizar correctamente las diversas funciones que presenta el modelo 3D del ojo humano.

Finalmente, el validar la propuesta a través del juicio de expertos se considera un objetivo logrado, debido a que diversos expertos con experiencia en su área analizaron dicha propuesta, donde sus observaciones para su posterior refinación para abordar a cabalidad el objetivo de aprendizaje 12 propuesto por el Ministerio de Educación, y validándola finalmente.

Se presenta como desafío el implementar la propuesta de forma completa, para lograr una refinación aún más detallada y así potenciar la propuesta adaptándola a las necesidades que se presenten en diversos contextos.

## Referencias

- Acuña, C. (2003). Fisiología de la luz . *Ciencia* , 18 - 33.
- Agencia de Calidad de la Educación . (s.f.a). *Pisa 2015: Programa para la evaluación internacional de estudiantes ocde.*
- Agencia de Calidad de la Educación . (s.fb). *Resultados educativos 2016.*
- Agencia de Calidad de la Educación. (2016). *Informe técnico simce 2014.*
- Agencia de Calidad de la Educación . (s.f.a). *Pisa 2015: Programa para la evaluación internacional de estudiantes ocde.*
- Agencia de Calidad de la Educación . (s.fb). *Resultados educativos 2016.*
- Agencia de Calidad de la Educación. (2016). *Informe técnico simce 2014.*
- Anna Garrido Espeja, D. C. (2017). *EL PAPEL DE LAS TIC EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN SECUNDARIA DESDE LA PERSPECTIVA DE LA PRÁCTICA CIENTÍFICA.* Barcelona: Enseñanza de las Ciencias.
- Aravena, A. F. (2004). *Enfoque constructivista como teoría del conocimiento.* Santiago: Contextos: Estudios de Humanidades y Ciencias Sociales, (12), 131-135.
- Bell, P. (2004). *On the theoretical breadth of design-based research in Education.* Educational Psychologist (vol. 4, núm. 39, págs. 243-253).
- Bravo, A. A. (2002). *El concepto de modelo en la enseñanza de la Física.* Buenos Aires: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 19(1), 79-91.
- Brown, A. L. (1992). *Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings.* . Berkeley: The journal of the learning sciences, 2(2), 141-178.
- Chamizo, J. A. (2010). Una topología de los modelos para la enseñanza de las ciencias . *Revista Eureka Enseña. Divul. Cien.* , 26-41.
- Chaves, A. L. (2001). *Implicaciones educativas de la teoría sociocultural de Vigotsky.* Costa Rica: Revista educación, 25(2), 59-65.
- Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado.* AIQUE Grupo Editor.
- Castroviejo, C. A. (2003). Fisiología de la luz. *Ciencia*, 18-32.

- Chamizo, J. A. (2010). Una topología de los modelos para la enseñanza de las ciencias .  
*Revista Eureka Enseña. Divul. Cien.* , 26-41.
- Collins. (1992). *Toward a design science of education. In E. Scanlon e T. O'Shea (a cura di).*  
Berlin: New directions in educational technology, Berlin, Springer, pp. 15-22.
- Costa, V. A. (2018). *Educación STEM: integrar conceptos de fotometría a la clase de*  
*Matemática usando tecnología.* Revista Enseñanza de la Física, 31.
- Couso, D. (2014). *De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar una*  
*reflexión crítica.* Barcelona: Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales.
- Couso, D. (2017). *El papel de las TIC en la enseñanza de las ciencias en secundaria desde la*  
*perspectiva de la práctica científica.* Enseñanza de las ciencias, Núm. Extra (2017) , p. 691-698.
- couso, D. (2017). Per a què estem a STEM? Un intent de definir l'alfabetització. *Revista*  
*Ciències*, 22-30.
- Crawford, F. S. (1987). *Ondas* . Barcelona: Reverté.
- David Rodríguez Gómez, J. V. (2009). *Metodología de la investigación.* Catalunya: Universitat  
Oberta de Catalunya.
- de Benito Crosetti, B. (2016). *La investigación basada en diseño en Tecnología Educativa.*  
Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa.
- Fernández, J. J. (2017). *Estrategias educativas para generar movimientos educativos juveniles*  
*entorno a las.* Bogotá: VirtualEduca.
- Ibáñez, B. d. (2016). *La Investigación Basada en Diseño en Tecnología Educativa.* Islas  
Baleares: Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa.
- Izquierdo, M. E. (1999). *Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar.* Enseñanza de  
las Ciencias, 17(1), 45-59.
- López Simó, V. C. (2020). *Educación STEM en y para un mundo digital: el papel de las*  
*herramientas digitales en el desempeño de prácticas científicas.* ingenieriles y  
matemáticas.
- López, N. S. (2016). *Métodos y técnicas de investigación cuantitativa y cualitativa.* Pre-prints.
- Marín, C. P. (2006). *Óptica Fisiológica: El sistema óptico del ojo y la visión binocular.* . Madrid.

- Marín, D. M. (2006). *Óptica Fisiológica el sistema óptico del ojo y la visión binocular*. Madrid : ISBN.
- Ministerio de Educación . (2018). *Programa de estudio. Primer año medio-Ciencias Naturales*. Santiago: Gobierno de Chile.
- Mora Villate, M. A., Bernal Méndez , J. D., & Paneso Echeverry, J. E. (2016). Anatomía quirúrgica del ojo: Revisión anatómica del ojo humano y comparación con el ojo porcino. *Morfología* , 21 - 44.
- Osborne, J. (2014). *Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge*. USA: Journal of Science Teacher Education, 25(2), 177-196.
- Osuna García, L., Martínez Torregrosa, J., & Carrascosa Alís, J. (2007). *PLANIFICANDO LA ENSEÑANZA PROBLEMATIZADA: el ejemplo de la óptica geométrica*. Alicante: Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 277-294.
- Poblete Uribe, J., & Mery Guzman , A. (2018). *Propuesta de Aprendizaje de Ciencia sobre Sonido y Audición para estudiantes de primero medio* . Santiago .
- Puell Marín, M. C. (2006). *Óptica Fisiológica: el sistema óptico del ojo y la visión binocular*. Madrid: Editorial Complutense.
- Rodriguez, D. &. (2012). *Metodología de la investigación*. Mexico: Red Tercer Milenio.
- Rosa María Pujol Vilallonga, J. B. (2006). *Avanzar en la alfabetización científica. Descripción y análisis de una experiencia sobre el estudio del cuerpo humano en educación primaria*. Investigación en la escuela, (60), 37-52.
- Salas, A. L. (2001). *IMPLICACIONES EDUCATIVAS DE LA TEORÍA SOCIOCULTURAL DE VIGOTSKY*. Costa Rica: Revista educación, 25(2), 59-65.
- Schneckenberg, D. (2004). El e-Learning transforma la educación superior . *Educar* 33, 143 - 156.
- Serway, R. A., & Jewett Jr, J. W. (2008). *Física para ciencias e ingeniería vol. 1*. Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.
- Thomas C. Reeves, J. H. (2002). *Authentic activities and online learning*. Australia: Authentic activities and online learning.
- Trimiño, B., & Voltaire , R. (2013). La utilización de las ideas previas en el desarrollo de los conceptos: vías didácticas para su implementación en las clases de Ciencias Naturales. *EduSol*, 88-95.

Víctor López Simó, D. C. (2017). *EL PAPEL DE LAS TIC EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN SECUNDARIA DESDE LA PERSPECTIVA DE LA PRÁCTICA CIENTÍFICA*. Barcelona: Enseñanza de las Ciencias.

Zubiaga, L. C. (2014). *Una aproximación a la Educación STEAM. Prácticas educativas en la encrucijada arte, ciencia y tecnología*. Vasco: Jornadas de Psicodidáctica.

## **Anexo 1 Información complementaria**

## **Información complementaria para capítulo 1 Marco de antecedentes**

### ***Clasificación de puntajes PISA:***

Los resultados obtenidos por esta prueba se clasifican en puntajes promedios y en nivel de desempeño, siendo este último dividido en niveles del 1 al 6. En el nivel 6 (708 puntos mínimo) los estudiantes capaces de recurrir a una serie de ideas y conceptos científicos, identificar y discriminar entre información relevante o irrelevante, evaluar diseños de experimentos complejos, entre otros aspectos. En el nivel 5 (633 puntos mínimo) los estudiantes son capaces de utilizar ideas y conceptos científicos para explicar ciertos fenómenos, aplicar conocimiento epistemológico para evaluar diseños experimentales alternativos y evaluar formas distintas para explorar científicamente una pregunta. En el nivel 4 (559 puntos mínimo) los estudiantes pueden utilizar el conocimiento de contenidos complejos y abstractos para construir explicaciones sobre acontecimientos o procesos. En el nivel 3 (484 puntos mínimo) los estudiantes pueden basarse en conocimiento científico moderadamente complejo que les permite realizar explicaciones a ciertos fenómenos. En el nivel 2 (410 puntos mínimo) los estudiantes pueden aprovechar el conocimiento de contenido cotidiano para formular explicaciones a ciertos fenómenos. En el nivel 1a (335 puntos mínimo) los estudiantes pueden aprovechar el conocimiento cotidiano para realizar, con ayuda, ciertas experimentaciones. En el nivel 1b (261 puntos mínimo) los estudiantes pueden utilizar conocimientos científicos básicos para reconocer aspectos de ciertos fenómenos. (Agencia de Calidad de la Educación).

Respecto a los niveles, si se obtiene un resultado inferior al nivel 2, esto significa que los estudiantes no alcanzaron las competencias mínimas requeridas por la OCDE para ser una persona competente en la sociedad moderna; por otra parte, si se obtiene un resultado correspondiente al nivel 2 o superior, los estudiantes cumplen con las competencias mínimas requeridas por la OCDE (Agencia de Calidad de la Educación).

### **Resultados prueba PISA:**

En la figura A1.1 se muestra en la figura 1 los puntajes promedio obtenidos por Chile, Latinoamérica y el promedio OCDE.

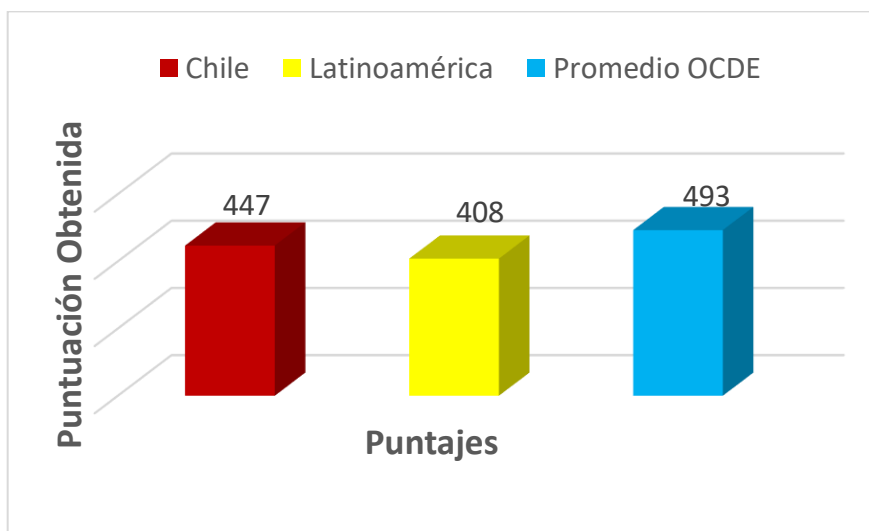


Figura A1.1 comparación de resultados en puntuación obtenidos por Chile, Latinoamérica y el promedio OCDE en PISA 2015. Agencia de Calidad de la Educación, datos recuperados de <https://www.agenciaeducacion.cl>

Como se puede apreciar en la figura 1, el puntaje promedio obtenido en ciencias correspondiente a Chile se encuentra por sobre el promedio obtenido por Latinoamérica, sin embargo, se encuentra 46 puntos por debajo del promedio OCDE.

En la figura 2 se muestran los resultados por nivel obtenidos por Chile, Latinoamérica y el promedio OCDE:

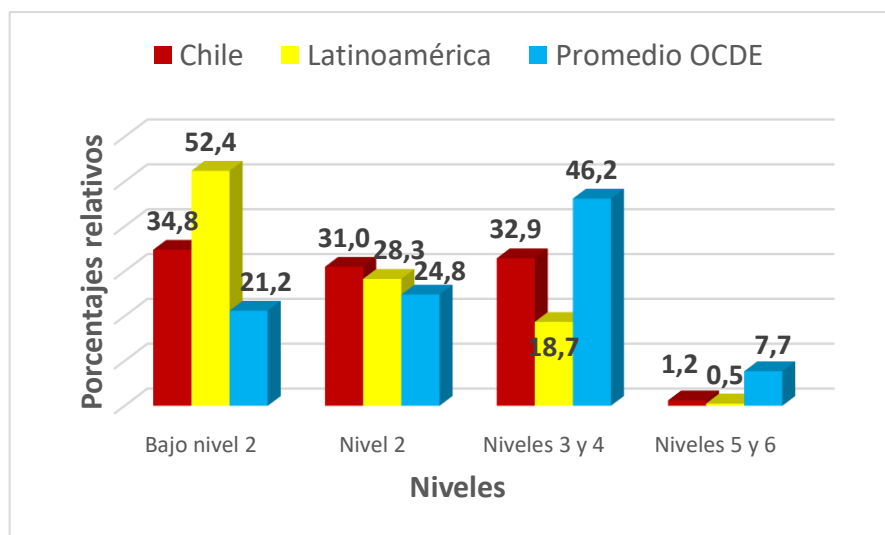


Figura A1.2 Comparación de resultados obtenidos por Chile, Latinoamérica y Promedio OCDE en PISA 2015. Agencia de Calidad de la Educación. Datos rescatados de <https://www.agenciaeducacion.cl>

Como se puede apreciar en la figura 2, un mayor porcentaje del estudiantado chileno correspondiente al 34,8% se encuentra bajo el nivel 2 marcando así, una diferencia favorable en comparación al porcentaje en Latinoamérica que corresponde a un 52,4%, sin embargo, es una diferencia desfavorable si la comparamos con el promedio OCDE. Así mismo, más del 60% de los estudiantes chilenos se encuentra en los niveles más bajos (niveles 2 e inferiores) y tan solo un 1,2% de los estudiantes chilenos se encuentra en los niveles superiores (niveles 4 y 6).

En la figura 3 se muestra el puntaje obtenido de las distintas áreas de estudio correspondiente a Chile:

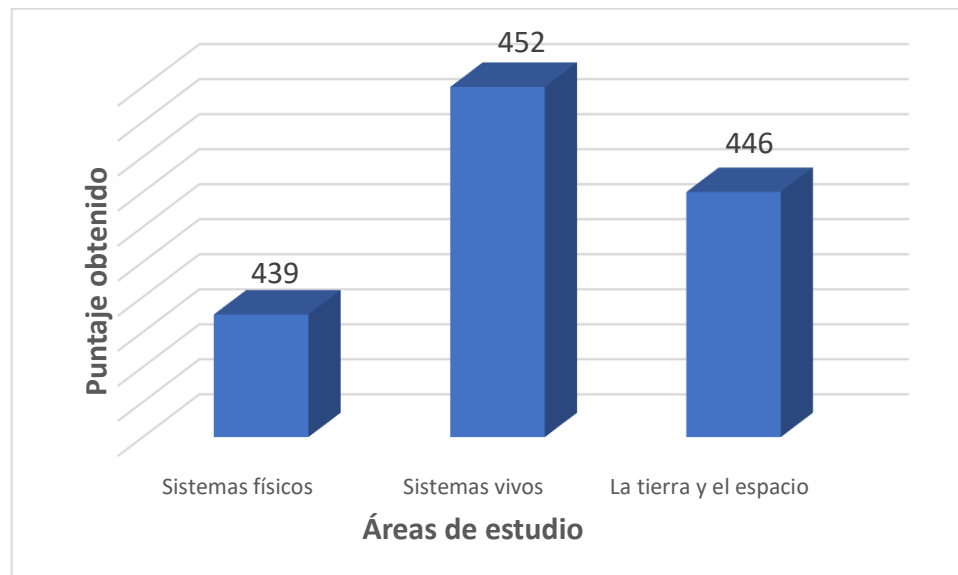


Figura A1.3 comparación de resultados de puntuación obtenidos por Chile en las distintas áreas de estudio de la prueba de ciencias en PISA 2015. Agencia de Calidad de la Educación, datos recuperados de <https://www.agenciaeducacion.cl>

De la última figura se desprende que en el área de estudio de “Sistemas vivos” Chile obtuvo una mayor puntuación en esta área siendo de 452 puntos; seguida del área de estudio “La tierra y el espacio” obteniendo una puntuación de 446 puntos y finalmente el área de estudio “Sistemas físicos” siendo esta la más baja de las tres con una puntuación de 439 puntos.

**Habilidades y actitudes para cada actividad propuesta en la unidad 3: percepción visual y sonora**

| Actividades                                        | Habilidades de investigación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Actitudes                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5) El ojo.                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Planificar una investigación no experimenta y/o documental.</li> <li>Evaluar la investigación científica con el fin de perfeccionarla.</li> <li>Explicar y argumentar con evidencias provenientes de investigaciones científicas.</li> </ul>                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mostrar interés por conocer y comprender fenómenos científicos.</li> <li>Cuidar la salud de las personas y ser consciente de las implicancias éticas en las actividades científicas.</li> </ul> |
| 6) Defectos en la visión.                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Planificar una investigación no experimenta y/o documental.</li> <li>Explicar y argumentar con evidencias provenientes de investigaciones científicas.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mostrar interés por conocer y comprender fenómenos científicos.</li> <li>Trabajar y tratar datos con rigurosidad, precisión y orden.</li> </ul>                                                 |
| 7) Modelo de ojo.                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Planificar diversos diseños de investigaciones experimentales que den respuesta a una pregunta y/o problema sobre la base de diversas fuentes de información científica.</li> <li>Conducir rigurosamente investigaciones científicas.</li> <li>Organizar el trabajo colaborativo.</li> <li>Evaluar la investigación científica con el fin de perfeccionarla.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mostrar interés por conocer y comprender fenómenos científicos.</li> <li>Trabajar responsablemente, en equipos en la solución de problemas científicos.</li> </ul>                              |
| 8) La luz visible en el espectro electromagnético. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Planificar una investigación no experimenta y/o documental.</li> <li>Explicar y argumentar con evidencias provenientes de investigaciones científicas.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mostrar interés por conocer y comprender fenómenos científicos.</li> <li>Trabajar, responsablemente, en equipos en la solución de problemas científicos.</li> </ul>                             |

|                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9) Contaminación visual y encandilamiento.                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificar una investigación no experimenta y/o documental.</li> <li>• Discutir en forma oral y escrita las ideas para diseñar una investigación científica.</li> </ul>                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mostrar interés por conocer y comprender fenómenos científicos.</li> <li>• Manifestar pensamiento crítico y argumentar en base a evidencias válidas y confiables.</li> <li>• Cuidar la salud de las personas y ser consciente de las implicancias éticas en las actividades científicas.</li> </ul> |
| 10) La visión y la audición.                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular preguntas y/o problemas a partir de conocimiento científico.</li> <li>• Planificar una investigación no experimenta y/o documental.</li> <li>• Discutir en forma oral y escrita las ideas para diseñar una investigación científica.</li> </ul>                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mostrar interés por conocer y comprender fenómenos científicos.</li> <li>• Manifestar pensamiento crítico y argumentar en base a evidencias válidas y confiables.</li> <li>• Cuidar la salud de las personas y ser consciente de las implicancias éticas en las actividades científicas.</li> </ul> |
| 11) Discriminación a personas con discapacidad auditiva y visual. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organizar el trabajo colaborativo.</li> <li>• Evaluar la investigación científica con el fin de perfeccionarla.</li> <li>• Explicar y argumentar con evidencias provenientes de investigaciones científicas.</li> <li>• Discutir en forma oral y escrita las ideas para diseñar una investigación científica.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mostrar interés por conocer y comprender fenómenos científicos.</li> <li>• Trabajar, responsablemente, en equipos en la solución de problemas científicos.</li> <li>• Cuidar la salud de las personas y ser consciente de las implicancias éticas en las actividades científicas.</li> </ul>        |

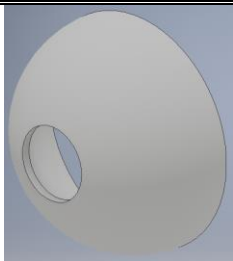
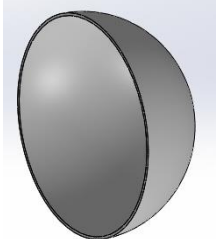
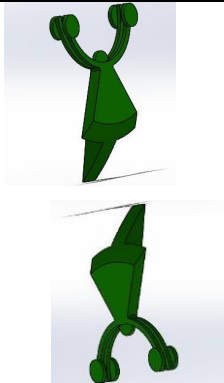
Tabla A1.2: fuente: creación propia en base a la información oficial presente en el programa para primer año de enseñanza media. (ministerio de Educación, 2016)

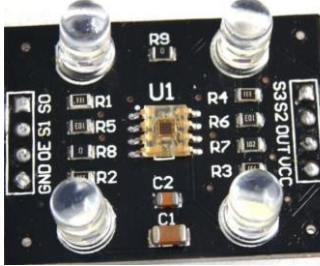
## **Anexo N°2 Material de la propuesta**

### ***Instrucciones sobre el funcionamiento del prototipo***

*Antes de presentar las guías de la propuesta es necesario conocer el funcionamiento del modelo 3D construido.*

#### ***Partes del prototipo***

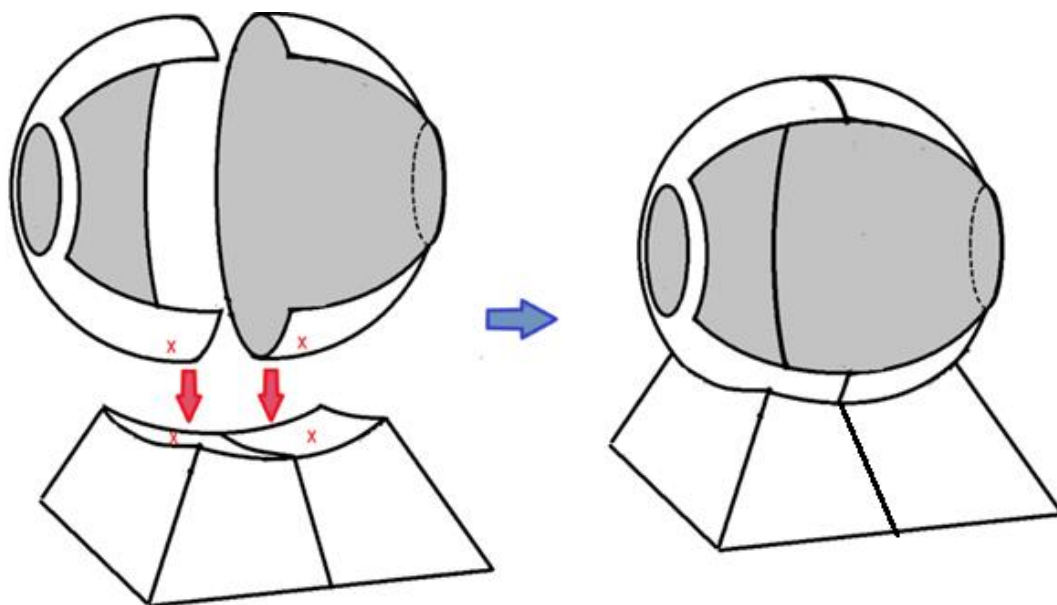
|                                                                                     |                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Parte frontal del globo ocular con su respectiva apertura.<br><br>(tiene la capacidad abrir 1/ 4 de su superficie de manera que permite ver dentro de su estructura) |
|    | Parte trasera del globo ocular<br><br>(tiene la capacidad abrir 1/ 4 de su superficie de manera que permite ver dentro de su estructura)                             |
|   | Cuerpos ciliares                                                                                                                                                     |
|  | Lente convergente                                                                                                                                                    |
|                                                                                     | Soporte globo ocular e Iris respectivamente                                                                                                                          |

|                                                                                    |                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p>Diafragma iris.</p>                                                                                              |
|   | <p>Sensor RGB y su respectivo panel con LEDs (indican el color percibido en el ambiente)</p>                        |
|  | <p>Fotorresistencia y su respectivo panel con LEDs (indica nivel de intensidad de luz percibida en el ambiente)</p> |

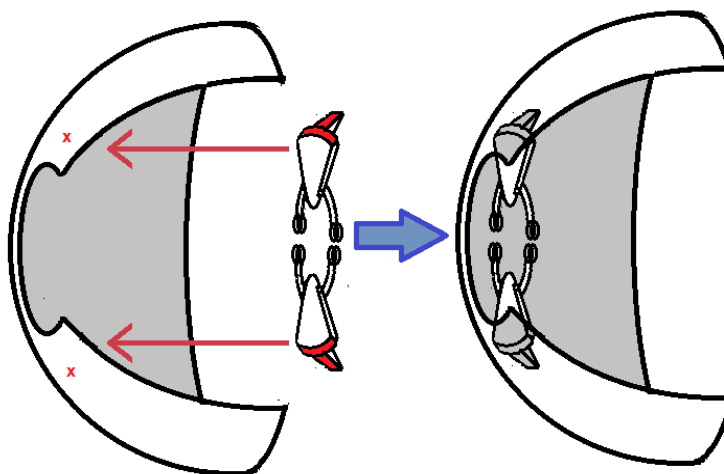
### Armado y funcionamiento

El armado del modelo 3D se explica a continuación mediante el siguiente esquema:

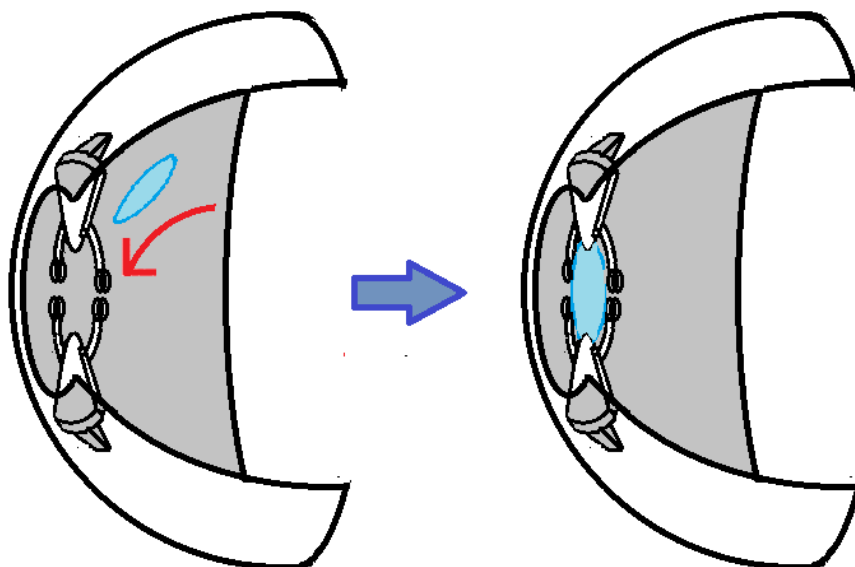
1. Montar ambos hemisferios del ojo en el soporte como se indica en la siguiente imagen *(las superficies de contacto entre el ojo y el soporte señaladas en la imagen por una X cuentan con un velcro para adherirse correctamente)*:



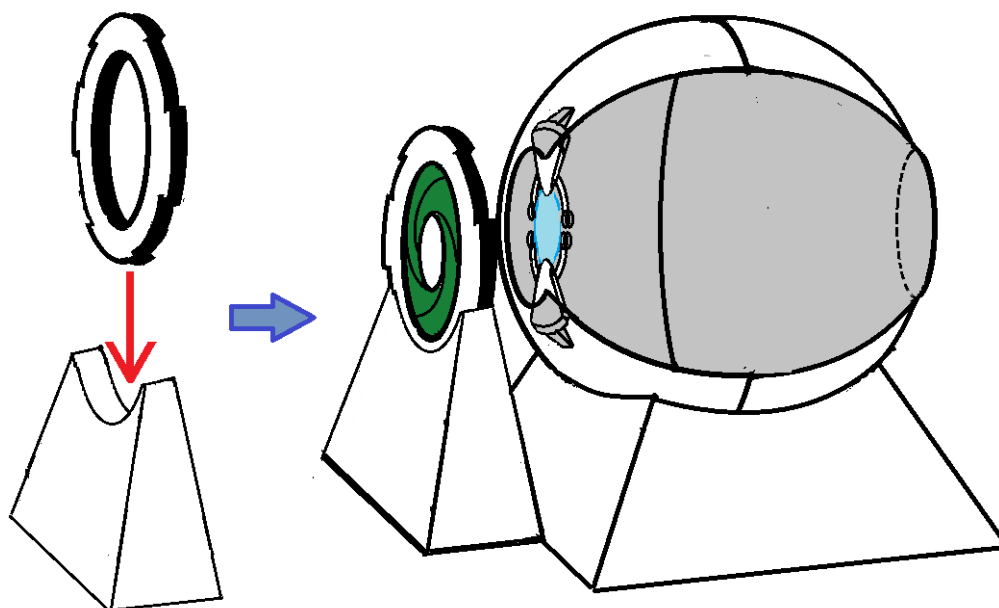
2. Montar cuerpos ciliares en las superficies de contacto (*superficie interior señalada con una X y la superficie del cuerpo ciliar en rojo cuentan con imanes para asegurar una correcta acomodación y soporte*).



3. Montar cristalino en los cuerpos ciliares (las pinzas del cuerpo ciliar son flexibles para permitir una correcta ubicación del lente sin correr riesgo de que este se rompa)



4. Montar iris en el soporte y ubicar de manera centrada frente a la apertura del ojo (pupila)

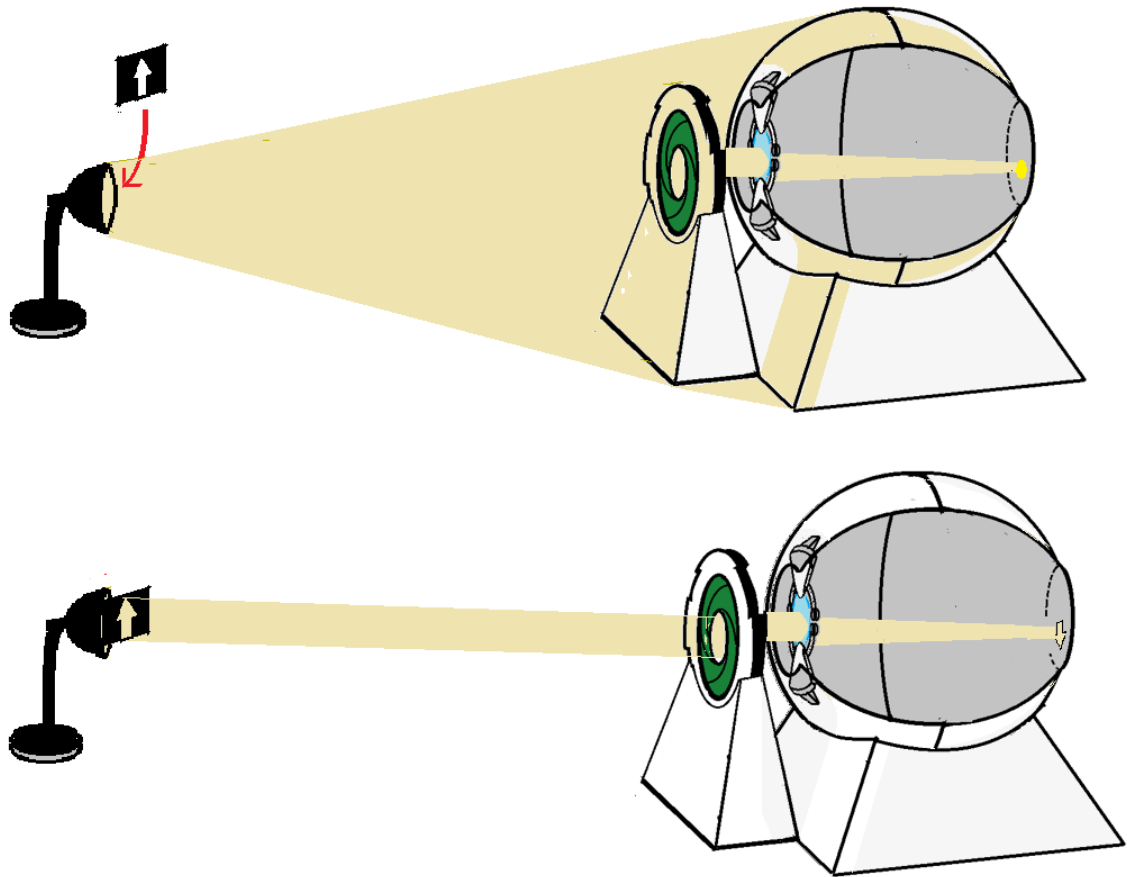


*Para accionar el diafragma del iris ver video adjunto en el siguiente enlace o código QR*

[https://youtu.be/f8fk\\_rlp5Us](https://youtu.be/f8fk_rlp5Us)

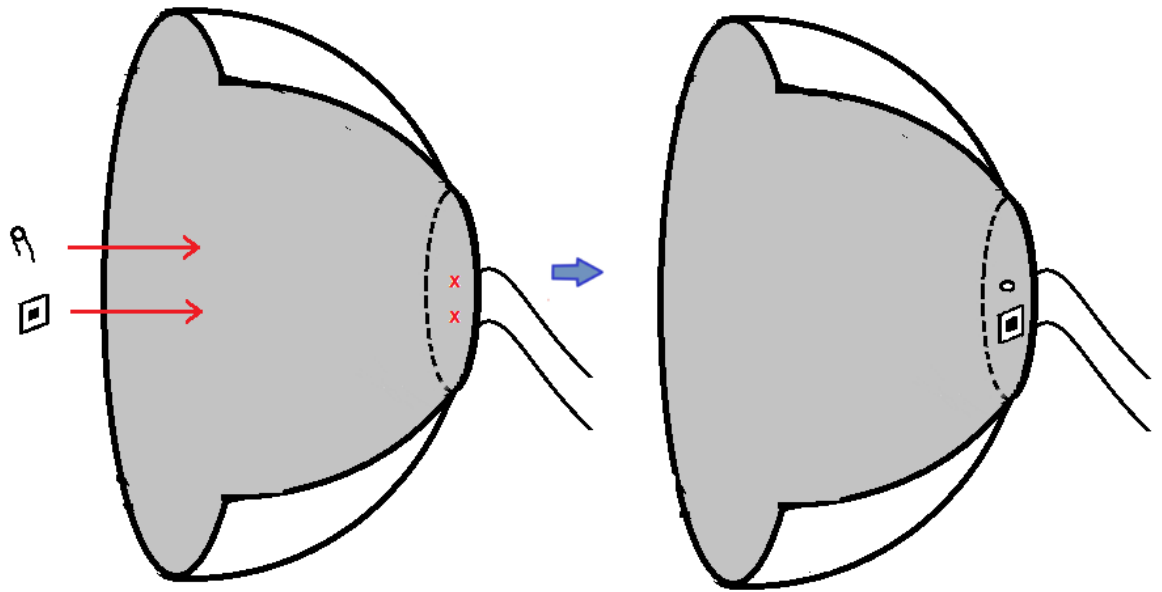


5. Finalmente ubicar el objeto cuya imagen se desea proyectar usando el sistema óptico del ojo.



***El objeto cuya imagen se va a proyectar en la retina del ojo consiste en una fuente de luz con una silueta que se fija en la salida de luz de dicha fuente. (las ilustraciones de luz son solo representativas)***

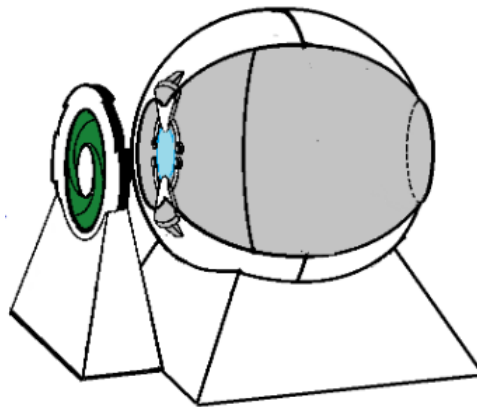
6. Para la instalación de los sensores RGB y fotorresistencia en el ojo, la parte trasera de este cuenta con orificios diminutos (señalados en el diagrama con una X) para poder posicionar los cables y sus conexiones en el lugar requerido.



*Para observar el panel de leds mirar video en link adjunto.*

[https://youtu.be/mmChQ\\_cm4tY](https://youtu.be/mmChQ_cm4tY)

### Construcción de un modelo 3D del ojo humano



En este documento se encuentran las especificaciones de toda la construcción del modelo 3D del ojo humano, montaje asociada a la propuesta de aprendizaje Propuesta de aprendizaje de ciencia sobre visión y percepción visual para estudiantes de primero año de enseñanza media.

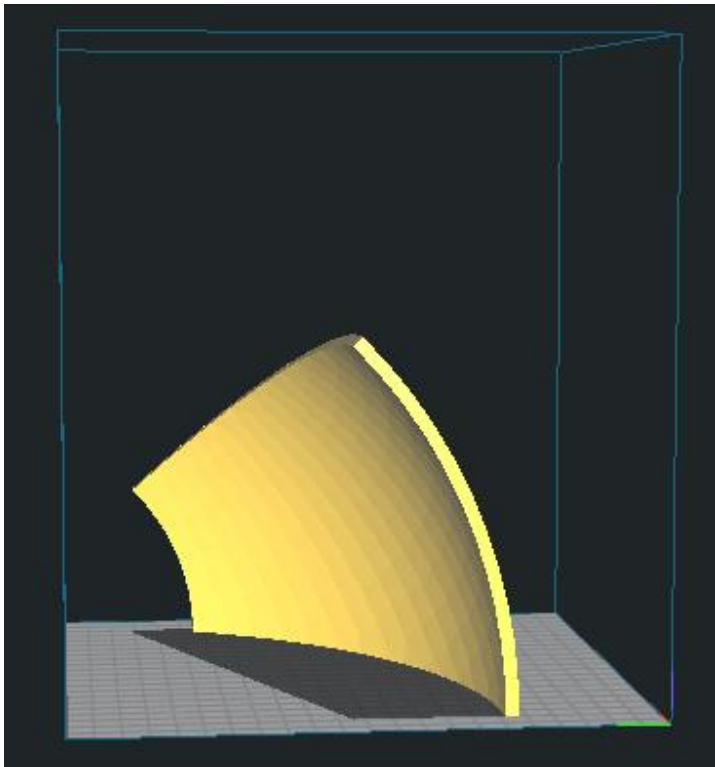
## Construcción del globo ocular

### Materiales

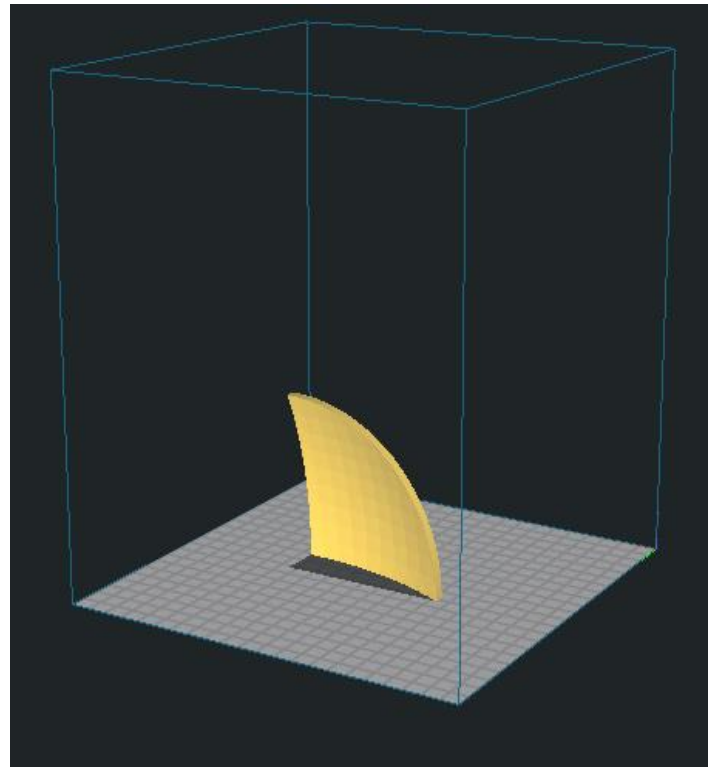
- Software Autodesk Inventor.
- Software Ultimaker Cura.
- Impresora 3D Ender 3.
- Filamento PLA 1.75 mm.

### Diseño

Para la construcción del globo ocular se realiza el diseño de este en programa *Autodesk Inventor*; el diseño del globo ocular cuenta con un diámetro de 400mm. Las dimensiones de impresión para la impresora Ender 3 son de 220mm en el eje "X", 250mm en el eje "Z" y 220mm en el eje "Y", debido a esto es que se divide el globo ocular en 20 piezas. Las cuales se presentan a continuación.



*Ilustración 1 Pieza G1.*



*Ilustración 2 Pieza G2.*

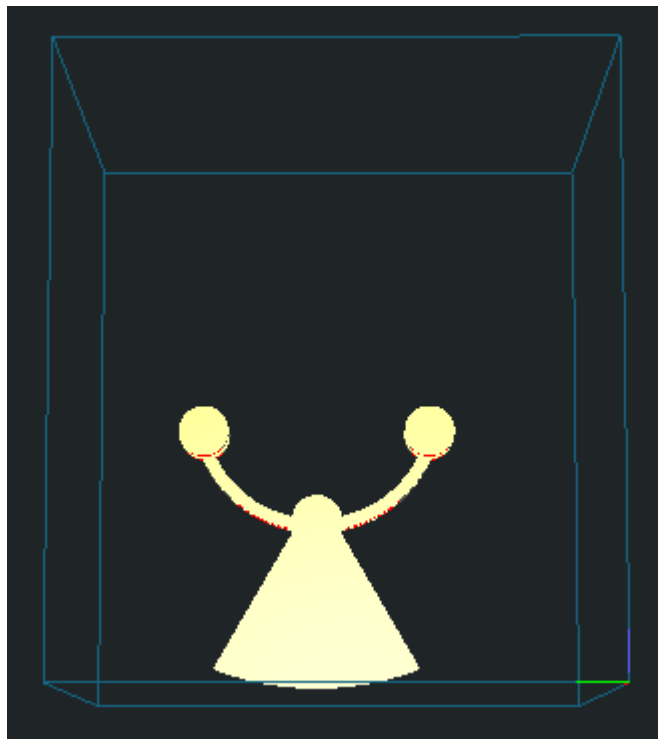
La estructura del globo ocular se compone por 16 piezas G1, y 4 piezas G2.

G1 tiene un tiempo de elaboración de 11 horas y 17 minutos y un consumo de 95g de material, mientras que G2 tiene un tiempo de elaboración de 2 horas y 7 minutos y un consumo de 24g de material

las cuales se incorporan utilizando una solución compuesta por PLA reciclado de los soportes producidos para la impresión de estas piezas y cloroformo, con la idea de reciclar la mayor cantidad de material posible. También se pueden unir dichas piezas utilizando un cautín, aplicando temperatura para desgastar el material que termina que se termina fundiendo.

G2 se diseñó considerando 2 factores, el volumen de impresión permitido y la apertura máxima de la pupila del ojo humano, debido a que es necesario seccionar el modelo completo del ojo humano en 3D, se decide aprovechar esto para incorporar de inmediato a la apertura máxima de la pupila del ojo humano, la que corresponde a 8mm, esto y considerando que el modelo es creado en una escala 16:1.

Otra componente importante para el modelo 3D del ojo humano es el cuerpo ciliar, el cual se diseñó en el mismo programa anteriormente, este puede ser impreso sin problema en las medidas volumétricas permitidas por la impresora.

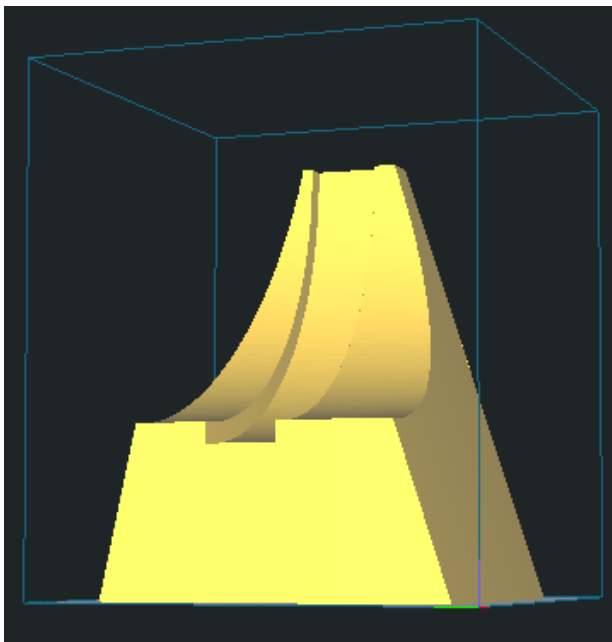


*Ilustración 3 Pieza G3.*

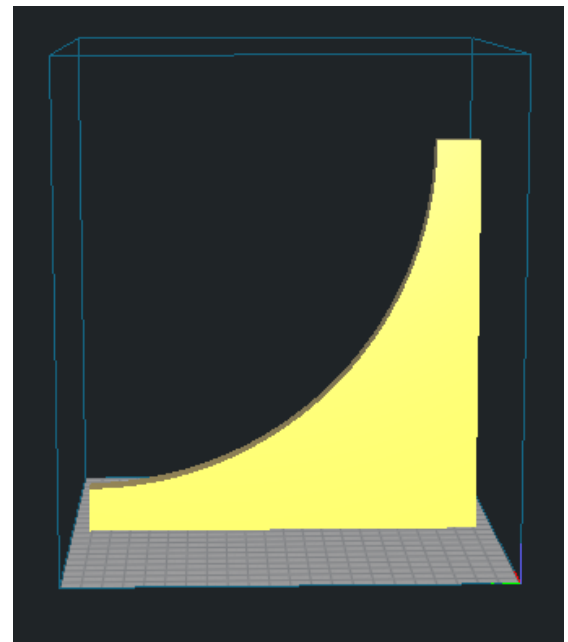
G3 tienen un tiempo de fabricación de 2 horas con 20 minutos y un consumo de 53g de material, las piezas G2 requeridas para el modelo 3D son 2.

Otras piezas requeridas en impresión 3D son los soportes para el globo ocular y para el iris, cuya elaboración se encuentra detallada más adelante.

Se diseñan dos soportes con medidas que se adaptan a sus funciones. El soporte para el iris posee dimensiones de 155mm en el eje "Z", 175mm en el eje "Y" y 220mm en el eje "X", este soporte consta de dos piezas de las mismas medidas y toma un tiempo de impresión de 16 horas, un gasto consumo de 400g de material. Mientras que el soporte para el globo ocular posee dimensiones de 210mm en el eje "Y", 210mm en el eje "Z" y 14mm en el eje "X", este soporte se compone por 6 piezas las cuales se agrupan de a 3 generando así la estabilidad requerida.



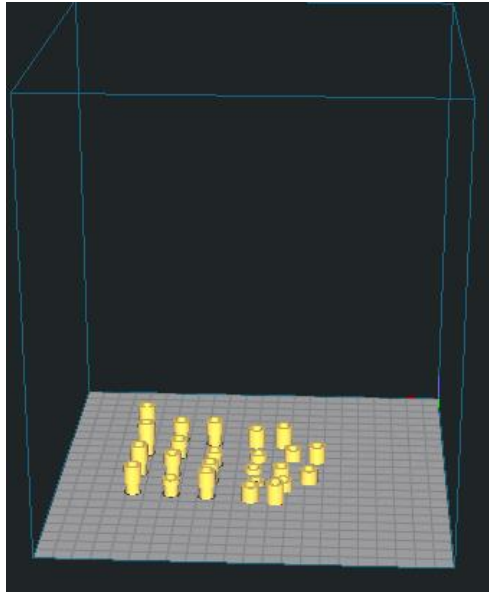
*Ilustración 4 Pieza S1.*



*Ilustración 5 Pieza S2.*

La pieza S2 tiene un tiempo de producción de 6 horas y 45 minutos, con un consumo de 82g de material. Mientras que la pieza S1 tiene un tiempo de producción de 6 horas y 54 minutos, con un consumo de 101g de material.

Finalmente se imprimen 24 piezas complementarias, las cuales servirán como desnivel para las aspas que componen el iris, estas piezas en conjunto poseen las siguientes medidas, 10mm en el eje "x", 10mm en el eje "Y" y 22mm en el eje "Z".



*Ilustración 6 Pieza S3.*

### **Parámetros para la impresión 3D**

- Diámetro de filamento: 1.75mm.
- Altura de capa: 0.20mm.
- Relleno de impresión: 20%.
- Temperatura del extrusor: 220°C.
- Temperatura de plataforma: 70°C
- Velocidad: 80mm/s.
- Angulo de voladizo del soporte: 47°
- Relleno del soporte: 5%
- Grosor de pared: 1.32mm.
- Recuento de líneas de pared: 3.00.
- Grosor superior: 0.80.
- Capas inferiores: 4.00.

### **Construcción de iris**

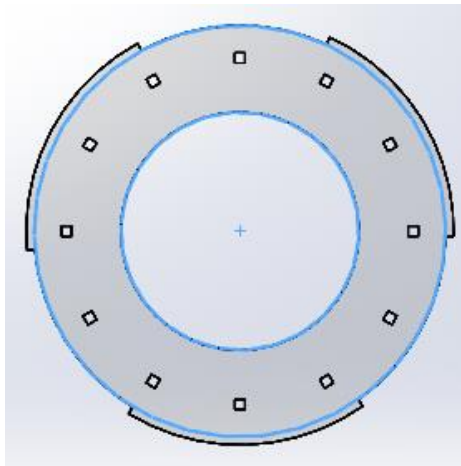
#### **Materiales**

- Software SolidWorks.
- Acrílico de 1mm.
- Acrílico de 5mm.
- Acrílico de 10mm.
- Cortadora laser.

- 12 rodamientos de 3.5mm.
- 12 pernos de 40mm con sus respectivas tuercas.
- 12 soportes impresos en 3D.

### Indicaciones generales

El diseño para el iris se realizó completamente en el Software SolidWorks, en el cual se diseña primeramente la base que sostendrá las aspas del iris, estas bases se componen de 2, una base delantera y una base trasera. Las aspas del iris corresponden a 12 piezas, las cuales poseen un diámetro interior de 165mm y exterior de 285mm, las bases son construidas en acrílico de 5mm.



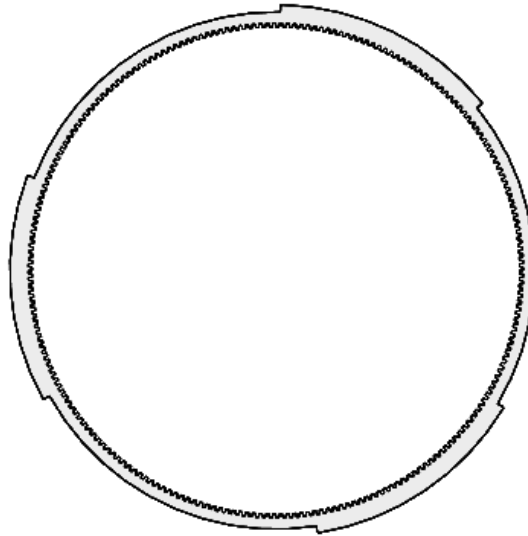
*Ilustración 7 Base iris.*

La siguiente pieza son las aspas las cuales poseen un diámetro interior de 160mm y un diámetro exterior de 240mm; estas cuentan con una estructura dentada en el extremo inferior, donde se incorporan los rodamientos de 3.5mm, para así realizar el sistema de apertura con una corona dentada. Las aspas son construidas en acrílico de 1mm.



*Ilustración 8 Aspa iris.*

Finalmente se diseña una corona dentada, que calza de forma precisa con las aspás mencionadas anteriormente; la corona posee un diámetro interior de 272,5mm y un diámetro exterior de 285mm. Esta corona es construida en acrílico de 10mm.



*Ilustración 9 corona iris.*

### **Montaje**

1. Introduzca los 12 de 40mm en las secciones demarcadas para ellos en la base superior ponga la base boca abajo.
2. Enrosque en cada perno la primera sección de soportes impresos en 3D, en orden ascendente.
3. Fije los rodamientos a las aspás.
4. Proceda a introducir los rodamientos a los soportes enroscados en el paso 2, procure que las aspás estén en su máxima apertura.
5. Enrosque la segunda sección de soportes impresos en 3D, al realizarlo deben quedar todos con la misma longitud.
6. Con las aspás en su apertura máxima, incorpore la corona dentada, procurando que todas las aspás queden alineadas.
7. Incorpore la base inferior al montaje, introduciendo los extremos inferiores de los pernos en las secciones demarcadas.
8. Fije los pernos con sus respectivas tuercas.



*Ilustración 10 iris.*

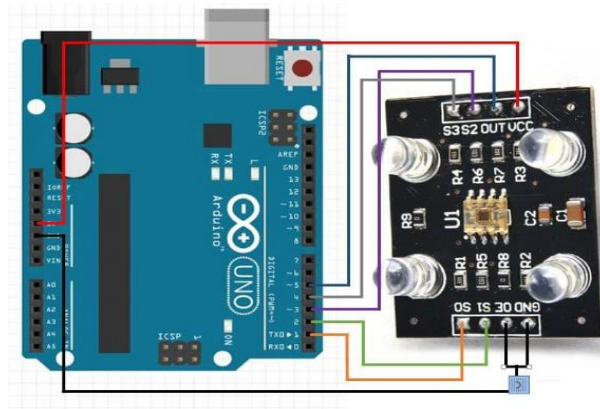
## **Fotorreceptores**

### **Materiales**

- Sensor de colores TCS3200.
- Fotorresistencia.
- 2 Arduino uno.
- Software Arduino.
- 13 transistores NPN.
- Cautín.
- 2 placas electrónicas.
- 10 leds blancos.
- leds rojo, verde y azul (1 de cada uno).
- 13 resistencia de 1k $\Omega$ .
- 13 resistencias de 33 $\Omega$ .
- Estaño.

### **Indicaciones generales**

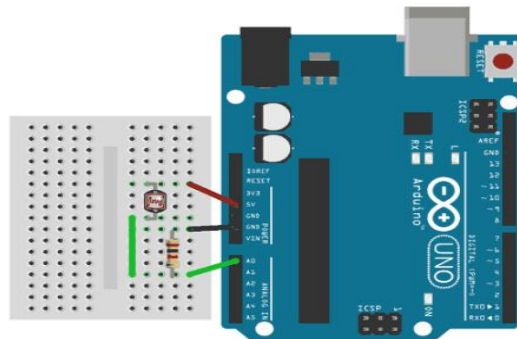
Para poder trabajar adecuadamente el sensor de colores TCS3200, se debe realizar la siguiente conexión entre el sensor y el Arduino uno.



*Ilustración 11 conexión sensor TCS3200.*

Una vez realizada la conexión se utiliza el software Arduino para crear el programa de funcionalidad para el sensor, en este caso se requiere que dependiendo de la frecuencia que registre el sensor, se encienda en un tablero led, el led representativo para esa frecuencia.

Para trabajar la foto resistencia es necesario conectarla al Arduino uno como indica el diagrama.



*Ilustración 12 conexión fotorresistencia.*

Una vez realizada la conexión se utiliza el software Arduino para crear el programa de funcionalidad para el sensor, en este caso se requiere que dependiendo de la intensidad de luz que registre el sensor, se encienda en un tablero led, la cantidad de leds representativos para la intensidad.

## Códigos de los sensores

A continuación, se presentan los códigos de programación para cada sensor.

| Código para sensor TCS3200                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <pre>// // Cableado de TCS3200 a Arduino // #define S0 8 #define S1 9 #define S2 12 #define S3 11 #define salidaSensor 10  // Para guardar las frecuencias de los fotodiodos int frecuenciaRojo = 0; int fR1 = 0; int fR2 = 0; int fR3 = 0; int fR4 = 0; int fR5 = 0; int fR6 = 0; int fR7 = 0; int fR8 = 0; int frecuenciaVerde = 0; int fV1 = 0; int fV2 = 0; int fV3 = 0; int fV4 = 0; int fV5 = 0; int fV6 = 0; int fV7 = 0; int fV8 = 0; int frecuenciaAzul = 0; int fB1 = 0; int fB2 = 0; int fB3 = 0;</pre> |

```

int fB4 = 0;
int fB5 = 0;
int fB6 = 0;
int fB7 = 0;
int fB8 = 0;
int LED1=4;
int LED2=2;
int LED3=0;

void setup() {
  // Definiendo las Salidas
  pinMode(S0, OUTPUT);
  pinMode(S1, OUTPUT);
  pinMode(S2, OUTPUT);
  pinMode(S3, OUTPUT);
  pinMode(LED1,OUTPUT);
  pinMode(LED2,OUTPUT);
  pinMode(LED3,OUTPUT);

  // Definiendo salidaSensor como entrada
  pinMode(salidaSensor, INPUT);

  // // Definiendo la escala de frecuencia a 20%
  // digitalWrite(S0,LOW);
  // digitalWrite(S1,HIGH);
  // digitalWrite(S0,HIGH);
  // digitalWrite(S1,LOW);

  // Iniciar la comunicacion serie
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  digitalWrite(LED1, LOW);
  digitalWrite(LED2, LOW);
  digitalWrite(LED3, LOW);
  // Definiendo la lectura de los fotodiodos con filtro rojo
  digitalWrite(S2,LOW);

```

```

digitalWrite(S3,LOW);
digitalWrite(S0,LOW);
digitalWrite(S1,HIGH);
// Leyendo la frecuencia de salida del sensor
fR1 = pulseIn(salidaSensor, LOW);
delay(10);
fR2 = pulseIn(salidaSensor, LOW);
delay(10);
fR3 = pulseIn(salidaSensor, LOW);
delay(10);
fR4 = pulseIn(salidaSensor, LOW);
delay(10);
fR5 = pulseIn(salidaSensor, LOW);
delay(10);
fR6 = pulseIn(salidaSensor, LOW);
delay(10);
fR7 = pulseIn(salidaSensor, LOW);
delay(10);
fR8 = pulseIn(salidaSensor, LOW);
delay(10);
frecuenciaRojo = (((fR1)+(fR2)+(fR3)+(fR4)+(fR5)+(fR6)+(fR7)+(fR8))/8);

// Mostrando por serie el valor para el rojo (R = Red)
Serial.print("R = ");
Serial.print(frecuenciaRojo);
delay(10);

// Definiendo la lectura de los fotodiodos con filtro verde
digitalWrite(S2,HIGH);
digitalWrite(S3,HIGH);
digitalWrite(S0,LOW);
digitalWrite(S1,HIGH);

// Leyendo la frecuencia de salida del sensor
fV1 = pulseIn(salidaSensor, LOW);
delay(10);

```

```

fV2 = pulseIn(salidaSensor, LOW);
delay(10);
fV3 = pulseIn(salidaSensor, LOW);
delay(10);
fV4 = pulseIn(salidaSensor, LOW);
delay(10);
fV5 = pulseIn(salidaSensor, LOW);
delay(10);
fV6 = pulseIn(salidaSensor, LOW);
delay(10);
fV7 = pulseIn(salidaSensor, LOW);
delay(10);
fV8 = pulseIn(salidaSensor, LOW);
delay(10);
frecuenciaVerde = frecuenciaVerde =
(((fV1)+(fV2)+(fV3)+(fV4)+(fV5)+(fV6)+(fV7)+(fV8))/8);

// Mostrando por serie el valor para el verde (G = Green)
Serial.print(" G = ");
Serial.print(frecuenciaVerde);
delay(10);

// Definiendo la lectura de los fotodiodos con filtro azul
digitalWrite(S2,LOW);
digitalWrite(S3,HIGH);
digitalWrite(S0,LOW);
digitalWrite(S1,HIGH);
// Leyendo la frecuencia de salida del sensor
fB1 = pulseIn(salidaSensor, LOW);
delay(10);
fB2 = pulseIn(salidaSensor, LOW);
delay(10);
fB3 = pulseIn(salidaSensor, LOW);
delay(10);
fB4 = pulseIn(salidaSensor, LOW);
delay(10);
fB5 = pulseIn(salidaSensor, LOW);

```

```

delay(10);
fB6 = pulseIn(salidaSensor, LOW);
delay(10);
fB7 = pulseIn(salidaSensor, LOW);
delay(10);
fB8 = pulseIn(salidaSensor, LOW);
delay(10);
frecuenciaAzul = frecuenciaAzul (((fB1)+(fB2)+(fB3)+(fB4)+(fB5)+(fB6)+(fB7)+(fB8))/7);

// Mostrando por serie el valor para el azul (B = Blue)
Serial.print(" B = ");
Serial.println(frecuenciaAzul);
delay(10);

// read the input on analog pin 10:

if(frecuenciaRojo < 130 && frecuenciaRojo > 122) { digitalWrite(LED1, HIGH);
digitalWrite(LED2, LOW); digitalWrite(LED3, LOW);}
delay(1000);
if(frecuenciaRojo < 332) { digitalWrite(LED1, HIGH); digitalWrite(LED2, HIGH);
digitalWrite(LED3, HIGH);}
delay(1000);
if(frecuenciaRojo < 140 && frecuenciaRojo > 137) { digitalWrite(LED1, LOW);
digitalWrite(LED2, HIGH); digitalWrite(LED3, LOW);}
delay(1000);
if(frecuenciaAzul < 137 && frecuenciaAzul > 131) { digitalWrite(LED1, LOW);
digitalWrite(LED2, LOW); digitalWrite(LED3, HIGH);}
delay(1000);

}

```

#### Código para fotorresistencia

/\*

\*/

```

int LED1=1;
int LED2=2;
int LED3=3;
int LED4=4;
int LED5=5;

int LED6=6;
int LED7=7;
int LED8=8;
int LED9=9;
int LED10=10;

// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
  pinMode(LED1,OUTPUT);
  pinMode(LED2,OUTPUT);
  pinMode(LED3,OUTPUT);
  pinMode(LED4,OUTPUT);
  pinMode(LED5,OUTPUT);
  pinMode(LED6,OUTPUT);
  pinMode(LED7,OUTPUT);
  pinMode(LED8,OUTPUT);
  pinMode(LED9,OUTPUT);
  pinMode(LED10,OUTPUT);

  Serial.begin(115200);

}

// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  // read the input on analog pin 0:
  digitalWrite(LED1, LOW);
  digitalWrite(LED2, LOW);
  digitalWrite(LED3, LOW);
  digitalWrite(LED4, LOW);
  digitalWrite(LED5, LOW);

```

```

digitalWrite(LED6, LOW);
digitalWrite(LED7, LOW);
digitalWrite(LED8, LOW);
digitalWrite(LED9, LOW);
digitalWrite(LED10, LOW);

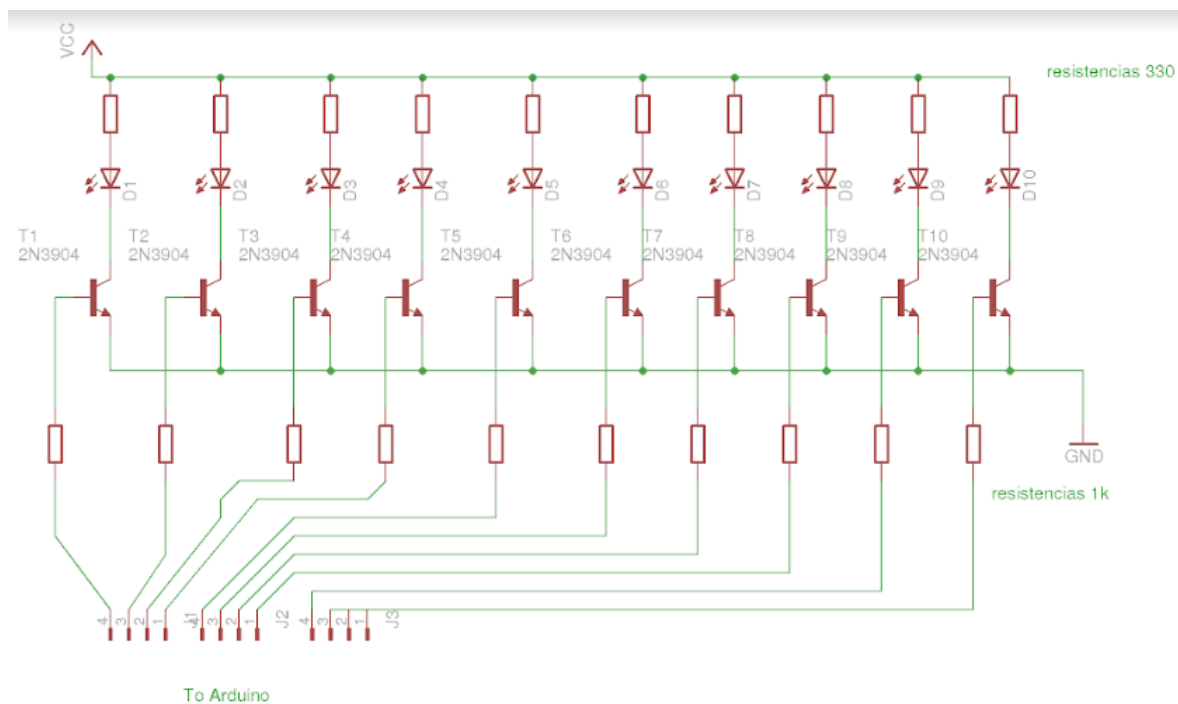
int sensorValue = analogRead(A0);
if(sensorValue>100) {digitalWrite(LED1,HIGH); }
if(sensorValue>200) {digitalWrite(LED2,HIGH); }
if(sensorValue>300) {digitalWrite(LED3,HIGH); }
if(sensorValue>400) {digitalWrite(LED4,HIGH); }
if(sensorValue>500) {digitalWrite(LED5,HIGH); }
if(sensorValue>600) {digitalWrite(LED6,HIGH); }
if(sensorValue>700) {digitalWrite(LED7,HIGH); }
if(sensorValue>800) {digitalWrite(LED8,HIGH); }
if(sensorValue>900) {digitalWrite(LED9,HIGH); }
if(sensorValue>1000) {digitalWrite(LED10,HIGH); }
Serial.println(sensorValue);
delay(1000);    // delay in between reads for stability
}

```

*Tabla N°1. Códigos para sensores.*

### **Construcción de circuitos**

Para la construcción de los tableros leds se utiliza el siguiente circuito para ambos tableros, para el tablero correspondiente a la fotorresistencia se utilizan los 10 leds, mientras que para el sensor TCS3200 solo se utilizan 3.



*Ilustración 13 circuito*

### **Anexo N°3: Propuesta final**

## Clase 1

### Información para el docente

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Unidad                    | Unidad 3: Percepción sonora y visual y ondas sísmicas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Nivel                     | 1° año medio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Tema                      | Refracción y difracción de la luz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Objetivos                 | Estudiar el espectro de luz visible a través de distintos fenómenos físicos.<br><br>Construir un espectroscopio casero.                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Habilidades               | Desarrollar el pensamiento científico, evaluar investigación y experimentación científica, con el fin de perfeccionarla y abalizar y explicar los resultados de estas, para plantear conclusiones                                                                                                                                                                                                            |
| Actitudes                 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Interés por conocer y comprender fenómenos científicos.</li><li>• Esforzarse y la perseverar en la experimentación, entendiendo que trabajando rigurosamente se obtendrán datos empíricos acordes a la teoría.</li><li>• Utilizar de forma responsable las tecnologías para potenciar el proceso de aprendizaje a través de la experimentación científica.</li></ul> |
| Palabras claves           | Refracción, difracción, prisma, espectro de luz visible.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Indicadores de evaluación | Los estudiantes logren explicar el funcionamiento de un prisma óptico.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Recursos utilizados       | Recursos audiovisuales, manual y materiales para armar un espectroscopio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Duración                  | 2 horas pedagógicas, 90 minutos aproximadamente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

### Características importantes.

Se debe indicar a los estudiantes que las preguntas iniciales 1, 2, 3 y 4 de la clase se deben responder de manera individual, posteriormente se da un espacio de actividad practica en el que deben construir un montaje de manera grupal mínimo de 2 personas y máximo de 4. Luego de la experimentación el docente debe indicar que las preguntas post experimentación deben responderlas de manera grupal. Finalmente, el docente inicia un espacio de formalización en el cual se comparten las respuestas y se llega a un consenso grupal a nivel de clase.

A continuación, se presenta la guía utilizada con las respectivas indicaciones y respuestas esperadas de los estudiantes:

# Guía 1: Propiedades de la luz importantes para la visión humana.



Nombre: \_\_\_\_\_

Curso: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

## Objetivos:

- Conocer y comprender el concepto físico detrás del funcionamiento del prisma óptico.
- Construir un espectroscopio casero.
- Comprender y analizar el concepto físico detrás del funcionamiento de un espectroscopio.

## Instrucciones generales:

- La guía debe ser desarrollada en grupos de máximo 4 personas.

### Simbología para etapas de la clase



Señala que a continuación hay información importante en forma de vídeo o escrita.



Señala que el estudiante debe responder preguntas teóricas.



Indica las instrucciones y materiales a utilizar en las actividades.



Señala el momento de experimentar o trabajar con material de laboratorio.



Indica una puesta en común como grupo curso en conjunto con el docente como guía.



**Observa atentamente el siguiente video** (Inicio de la clase 20 minutos)

**¿Qué es y cómo funciona un Prisma Óptico?**



Escanea el siguiente código con tu teléfono inteligente o tableta.



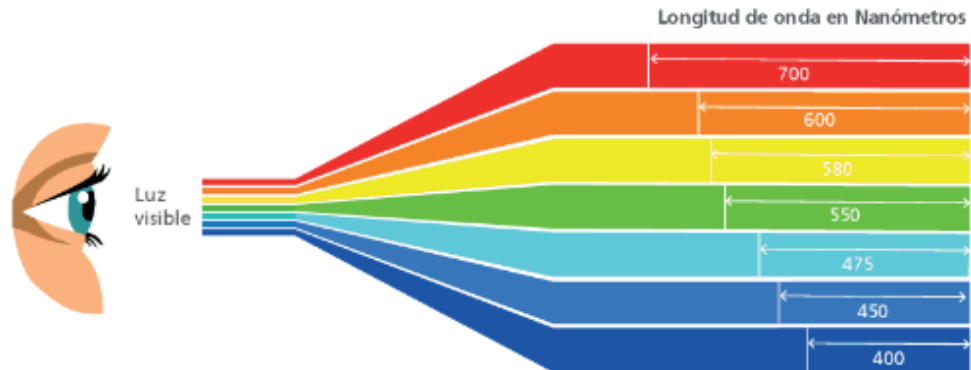
Para potenciar tu aprendizaje ¿podrías responder las siguientes preguntas? (individualmente).

1. ¿Qué es un prisma óptico?

2. ¿Qué sucede cuando la luz ingresa en un prisma óptico?

3. ¿Es posible generar el mismo efecto, pero de otra forma?

## ¡Conozcamos el espectro de luz visible!



**Nota para el docente:** Luego de responder las preguntas, se recomienda realizar una breve puesta en común, donde los estudiantes pueden dar sus apreciaciones respecto al contenido del vídeo (el cual se recomienda preparar con anterioridad para no tener problemas de carga y/o internet), así como también a la pregunta N°3, realizando una lluvia de ideas de cómo es posible generar el mismo efecto, pero ahora utilizando la difracción.



**¡Vamos a experimentar!** (Desarrollo de la clase 45 minutos)

**Ahora que ya sabemos cómo funciona un prisma óptico, intentaremos realizar el mismo efecto, pero de forma distinta.**



### **Materiales**

- Plantilla de espectroscopio casero (incluida en la guía de trabajo).
- Tijeras.
- Cinta adhesiva o pegamento en barra.
- DVD viejo.
- Regla milimétrica.



### **¿Qué haremos?**

6. Recortar cuidadosamente la plantilla de espectroscopio casero que está incluida en la guía de trabajo.

7. Realizar los dobleces indicados en la plantilla.
8. Recortar una sección del DVD viejo.
9. Con ayuda de la cinta adhesiva, remover el material blanco del DVD.
10. Incorporar el fragmento de DVD a nuestra estructura



Escanea el siguiente código con tu teléfono inteligente o tableta.



**Nota para el docente:** Las instrucciones para construir el espectroscopio casero se encuentran detalladas, sin embargo, si los estudiantes presentan dificultades para realizar la construcción, se facilita un vídeo tutorial de cómo realizarlo.

Se aconseja permitir a los estudiantes experimentar con el espectroscopio, que puedan ayudarse en la creación de este y compartiendo entre sí los resultados obtenidos al momento de utilizarlo, fomentando el trabajo colaborativo.



**Para potenciar tu aprendizaje ¿podrías responder las siguientes preguntas? (individualmente).**

1. ¿Qué logras ver a través del espectroscopio? Dibuja y pinta lo que observaste



## ¿Cómo funciona un espectroscopio?

(Cierre de la clase 25 minutos)

**Nota para el docente:** La puesta en común debe realizarse recopilando los comentarios de los estudiantes para luego aclarar y entregar la explicación correcta de cómo funciona el espectroscopio.

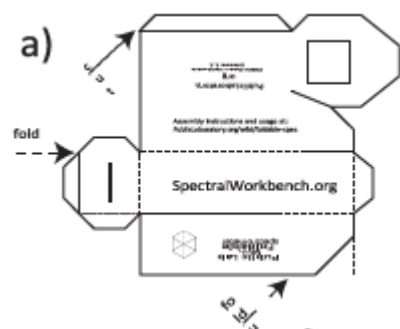
El o la docente deben explicar cómo se logra ver el espectro de luz, utilizando y definiendo la difracción.

Finalmente, se aconseja que los estudiantes respondan el recuadro final comentándolo con sus compañeros de banco.

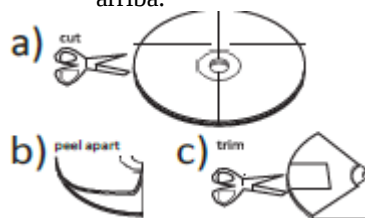
**Refuerza tus conocimientos ¿podrías Identificar las diferencias y similitudes entre un prisma óptico y un espectroscopio?**

| Diferencias | Similitudes |
|-------------|-------------|
|             |             |

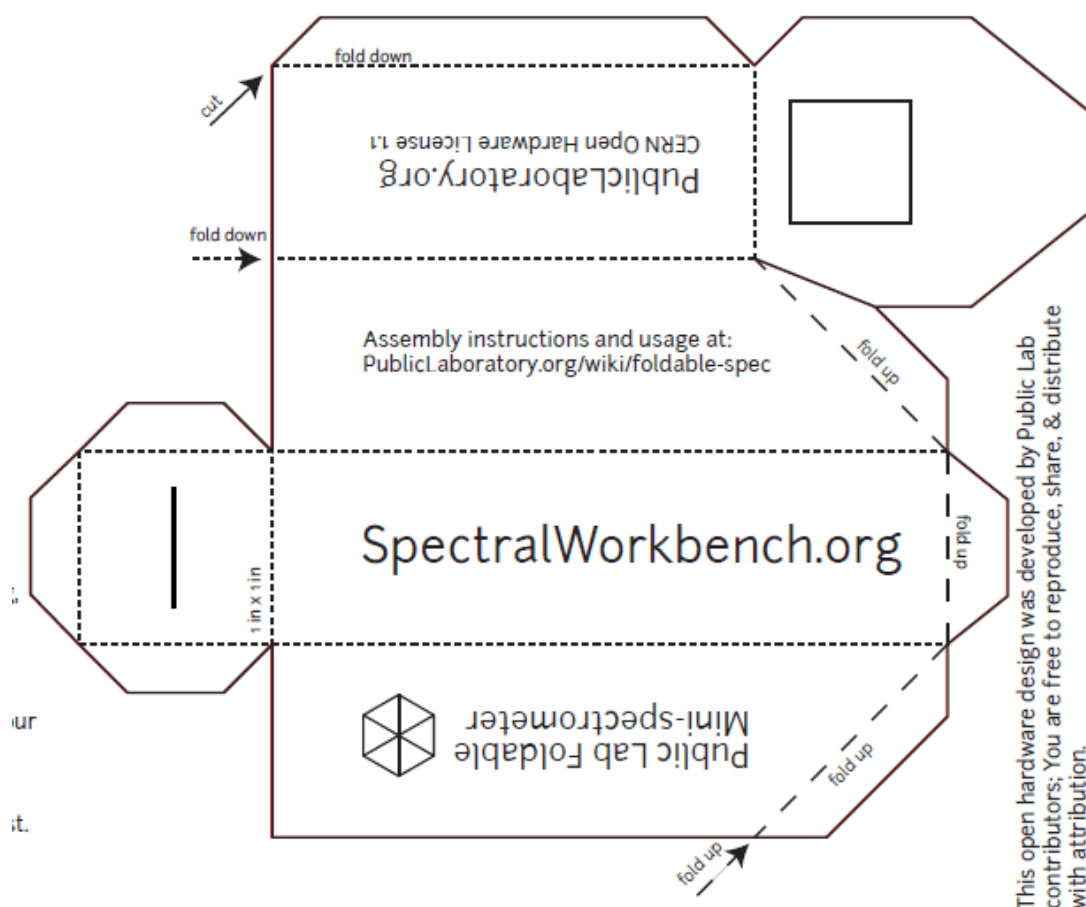
**1.** corta y dobla las secciones demarcadas.



**1.** Recorta una sección del DVD viejo y retira el adhesivo de arriba.



**2.** ¡Observa a través del espectroscopio!



## Clase 2

### Información para el docente

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Unidad                    | Unidad 3: Percepción sonora y visual y ondas sísmicas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Nivel                     | 1° año medio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Tema                      | La estructura del ojo humano y el funcionamiento de esta en la visión humana.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Objetivos                 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Identificar las partes del ojo humano en el prototipo funcional</li><li>• Identificar la formación de imágenes en el ojo, de objetos lejanos y cercanos según la óptica geométrica.</li><li>• Reconocer las funciones del cristalino, cuerpo ciliar e iris a través de emular las respuestas de estas estructuras ante diversos estímulos.</li></ul>                                |
| Habilidades               | <ul style="list-style-type: none"><li>• Organizar el trabajo colaborativo, asignado responsabilidades, comunicándose de forma efectiva y siguiendo normas de seguridad.</li><li>• Planificar diversos diseños de experimentación que den respuesta a una problemática, así como la implementación de predicciones y conclusiones, utilizando argumentación científica basada en evidencias.</li></ul>                       |
| Actitudes                 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Esforzarse y perseverar en la experimentación, entendiendo que trabajando rigurosamente se obtendrán datos empíricos acordes a la teoría.</li><li>• El respeto a la colaboración y participación del resto de los integrantes del grupo de trabajo, manifestando una disposición por comprender los argumentos de los otros en las soluciones a problemáticas científicas</li></ul> |
| Palabras claves           | Cristalino, cuerpo ciliar, iris, imagen, retina, sistema óptico, luz.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Indicadores de evaluación | Reconocen las estructuras importantes del ojo humano en el proceso de visión.<br>Proponen soluciones a posibles dificultades que pueden ocurrir en el ojo humano para realizar el proceso de acomodación.                                                                                                                                                                                                                   |
| Recursos utilizados       | Prototipo/modelo de ojo funcional, guía de trabajo, fuente de luz con silueta (objeto cuya imagen se proyectará), Applet, Geogebra.                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Duración                  | 2 horas pedagógicas, 90 minutos aproximadamente.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

### Características importantes

La clase debe ser trabajada de manera grupal a pesar de que la guía de trabajo este redactada en primera persona.

Respecto a la seguridad y manejo del montaje el docente debe estar supervisando el manejo de lentes que puedan implicar algunas actividades.

## Guía 2: Comprendiendo el ojo Humano

Nombre: \_\_\_\_\_

Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_



### Objetivos específicos:

- Identificar las partes del ojo humano en el prototipo funcional
- Identificar la formación de imágenes en el ojo, de objetos lejanos según la óptica geométrica.
- Reconocer las funciones del cristalino, cuerpo ciliar e iris a través de la emulación guiada de la formación de imágenes en el prototipo de ojo.

### Instrucciones generales:

- La guía debe ser desarrollada en grupos de máximo 4 personas.

### Simbología para etapas de la clase



Señala que a continuación hay información importante en forma de vídeo o escrita.



Señala que el estudiante debe responder preguntas teóricas.



Indica las instrucciones y materiales a utilizar en las actividades.



Señala el momento de experimentar o trabajar con material de laboratorio.



Indica una puesta en común como grupo curso en conjunto con el docente como guía.

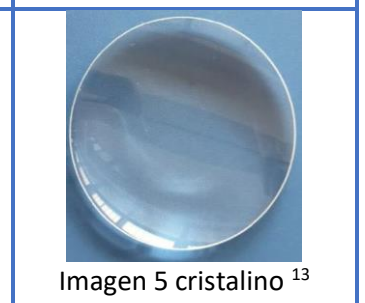
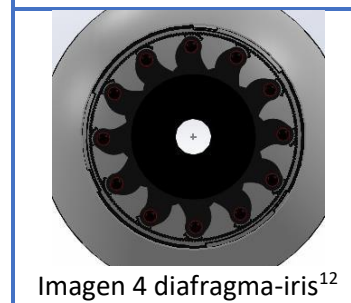
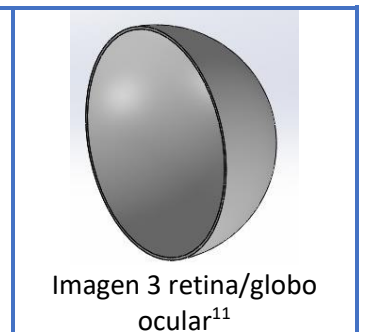
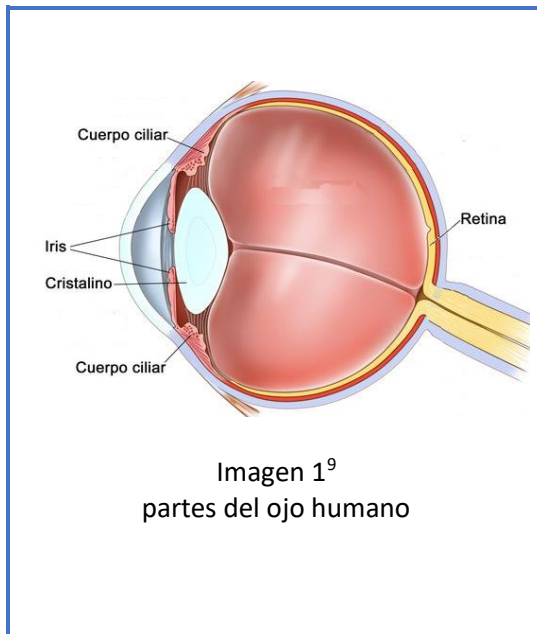


**Leamos**

(Inicio de la clase 25 minutos)

### Introducción

El ojo humano es un instrumento óptico formador de imágenes, cuyo funcionamiento ha sido cuestión de estudio desde tiempos remotos, su funcionalidad se ha intentado emular con instrumentos como por ejemplo la cámara oscura. En esta ocasión haremos uso de un prototipo un poco más sofisticado y completo. A continuación, se presenta una imagen del ojo humano donde se rotulan los nombres de las partes principales que estudiaremos en esta clase y también se presentan las partes del prototipo que las representan.



**Indicaciones al docente:** Previo al comienzo de cualquier actividad, el docente debe dar una breve descripción de las características de las partes del ojo humano involucradas en la clase y las diferencias respecto a las partes utilizadas en el prototipo:

- Los músculos ciliares (imagen 1) no son rígidos a diferencia de las estructuras utilizadas en el prototipo.
- El cristalino del ojo (imagen 5) no es rígido a diferencia del lente utilizado en el prototipo.

**Nota:** Antes de comenzar con la actividad contextualizada y central de la clase se da lugar a una actividad inicial de esta clase esta solamente enfocada en que el alumno se familiarice con el prototipo que utilizará para el resto de la clase identificando sus características principales, de esta manera podrá realizar las siguientes actividades con mayor autonomía.

<sup>9</sup> Imagen 1 partes del ojo humano <https://anatomiaaplicadaouiia.wordpress.com/2018/05/01/diseccion-ojo-de-cordero/>

<sup>10</sup> Cuerpo ciliar ilustración propia

<sup>11</sup> Retina/globo ocular ilustración propia

<sup>12</sup> Diafragma-iris ilustración propia

<sup>13</sup> Cristalino ilustración propia

### Conocimientos previos

**Indicaciones al docente:** Se espera que el estudiante ya habiendo identificado el tipo de lente presente en el ojo humano (convergente), comprenda también el comportamiento de la imagen y el objeto respecto del valor focal de dicha lente (ver imagen 9)

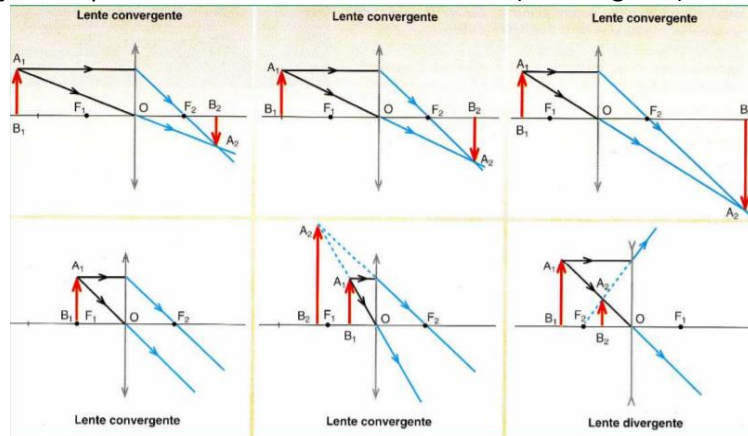


Imagen 6<sup>14</sup>



**¡Vamos a experimentar!**

### **Actividad 1 “formación de imágenes en el ojo humano”**

Arma el prototipo de ojo funcional utilizando las componentes que ves en el recuadro anterior, intenta dejarlo lo más parecido al esquema del ojo (imagen 1), finalmente usando el foco de luz intenta proyectar la imagen en el ojo lo más enfocada que puedas



**Para potenciar tu aprendizaje ¿podrías responder las siguientes preguntas? (individualmente).**

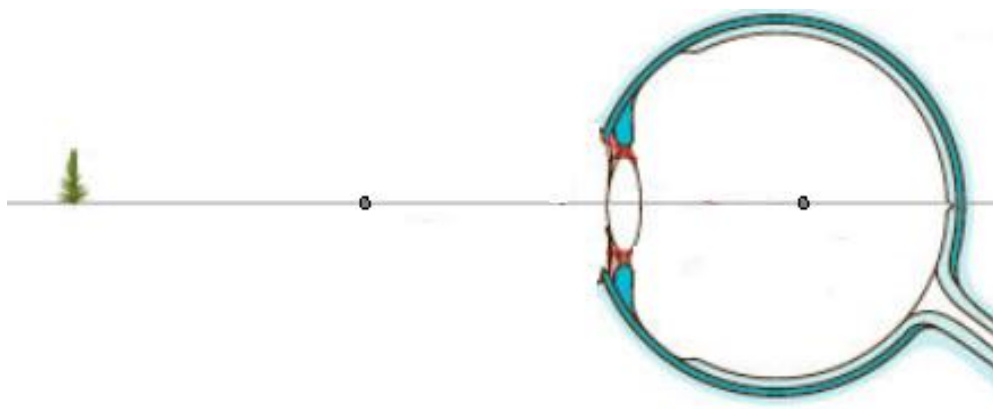
- Según el tipo de imagen que se ha formado ¿A qué tipo de lente corresponde el utilizado en el prototipo?

Respuesta esperada: La imagen es real, el lente es convergente **(corresponden a conocimientos previos)**

<sup>14</sup> Imagen 6 <http://elfisicoloco.blogspot.com/2013/05/formacion-de-imagenes-en-lentes.html>

5. Rellena el siguiente esquema como si fuera un diagrama de rayos, y ubícalos como tu creas que es correcto para representar la imagen que formaste en el prototipo.

También identifica las variables presentes en la expresión de Gauss.



6. ¿Qué variables de la expresión de Gauss pueden ser modificadas en la realidad, es decir, en el prototipo que tienes frente a ti? Utiliza el prototipo e intenta manipular las tres variables de la expresión de Gauss que ya identificaste.

Se espera que el estudiante asimile en el montaje las distancias entre:

Objeto-cristalino como objeto-lente

Retina-cristalino como imagen-lente

Foco del cristalino como el foco del lente convergente.

Se espera que el estudiante interactúe con el modelo 3D para poder entender cómo pueden cambiar y alterarse las variables que identificó en el paso anterior.

(Desarrollo de la clase 45 minutos)

## Actividad 2 “Proceso de acomodación”

Ahora que ya conocemos las variables involucradas en la formación de imágenes en el ojo humano, indagemos más sobre este interesante fenómeno.



**Leamos**

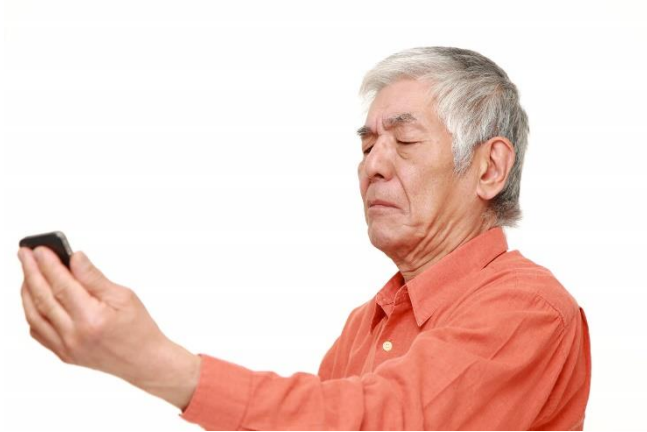
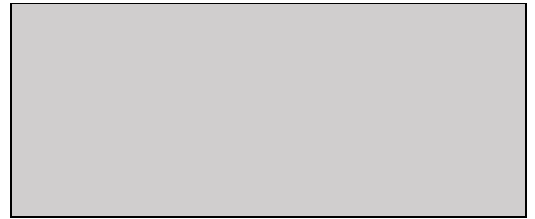


Imagen 7<sup>15</sup>

Seguramente has visto a algún adulto o adulto mayor alejar un objeto de sus ojos para poder verlo enfocado, debido a la dificultad de leer o ver objetos cercanos como el celular. ¿A qué crees que se debe?



**Vamos a experimentar**

¡Experimenta utilizando el prototipo! Intenta recrear la situación que se describe en relato acercando la imagen al ojo.

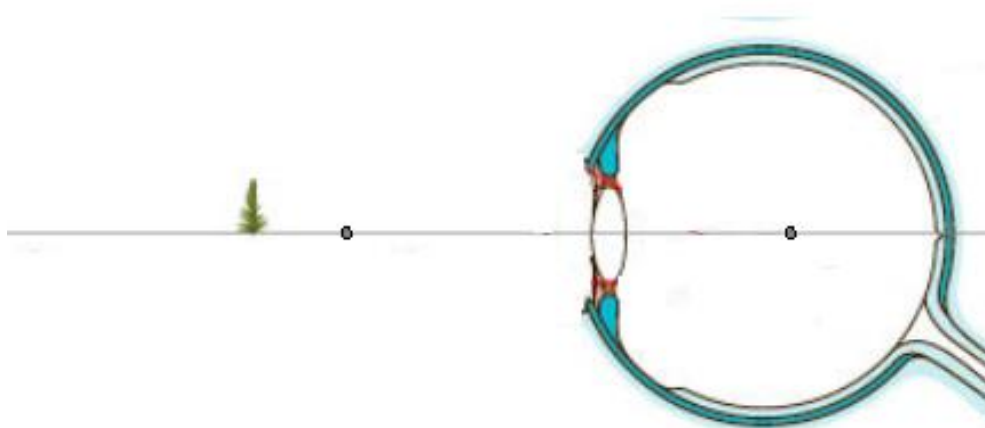


**Para potenciar tu aprendizaje ¿podrías responder las siguientes preguntas? (individualmente).**

---

<sup>15</sup> Imagen 7 <https://www.vix.com/es/salud/219256/si-alejas-las-letras-para-poderlas-leer-bien-podrias-tener-presbicia-aprende-a-identificarla>

1. Si anteriormente vimos que el ojo humano es capaz de enfocar objetos que están a grandes distancias, ¿Qué es lo que pasa con la imagen formada en la retina si acercamos el objeto al cristalino? Dibuja un diagrama de rayos para justificar tu respuesta.



2. ¿Por qué cuando haces esto con tus ojos, es decir, cuando pones un objeto a una distancia cercana sigues viendo la imagen enfocada?

**Indicaciones al docente:** Se sugiere al docente invitar a los alumnos a enfocar objetos situados a varias distancias de sus propios ojos, de manera que puedan “vivir” el proceso de acomodación.

Realizando este ejercicio el estudiante se dará cuenta sus propios ojos si pueden enfocar objetos que se encuentran a distancias cercanas, lo cual no ocurre con el personaje del contexto ni tampoco en el modelo 3D. Esto es sumamente importante ya que, es esta etapa cuando el estudiante corrobora experimentalmente que hay algo que no está ocurriendo en el ojo modelado y para encontrarlo debe indagar en el modelo haciendo uso de sus conocimientos de óptica geométrica.

**Aclaración:** Antes de iniciar la actividad N°2, es necesario que se aclare que el ojo está enfocando la imagen en un estado relajado, es decir, en donde no hay esfuerzo por parte de los músculos ciliares.

3. Según la expresión de Gauss y la situación planteada en el montaje anterior, ¿Qué variables puedes modificar para dar una solución al problema? Justifica tu respuesta.

Se espera que el estudiante indague en el modelo 3D y razone utilizando la información del prototipo recabada hasta el momento en cuanto a las variables que identificó, por ejemplo:

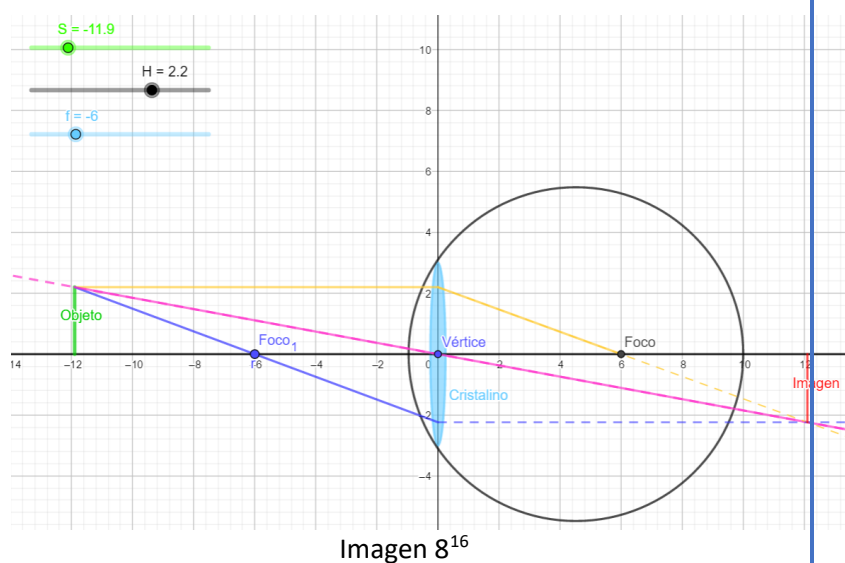
“si la situación consiste en lograr que la imagen se proyecte en la retina, es decir, enfoque correctamente cuando el objeto se encuentra a una distancia dada, entonces la distancia objeto-lente es fija”

” Si la imagen se debe proyectar en la retina y enfocada, eso quiere decir la distancia lente-imagen también debe ser fija, entonces la única variable que queda es el foco”

### “Examinando el ojo humano geoméricamente”

#### Comprobemos tus respuestas en GeoGebra:

- d) Recrea la situación del montaje experimental en que el ojo está en estado relajado y con la imagen enfocada. posición del objeto  $S=15$ , Foco  $F=6$ , posición de la imagen  $I=10$ .
- e) Cambia la posición del objeto a una más cercana al cristalino  $S=12$  para que la imagen ya no se forme en la retina, es decir, se desenfoca.
- f) Utilizando la expresión de Gauss, identifica que variable y que valor debe tener para que la imagen se forme nuevamente en la retina.



#### Nota para el docente

Para realizar el esquema de la visión humana en Geogebra se puede utilizar tanto la aplicación para descargar e instalar en el computador, como la extensión para Chrome.

Escanea el siguiente código con tu celular o Tablet



<sup>16</sup> Vista actividad Geogebra ilustración propia.

4. Según lo visto en la simulación ¿Qué cambios notaste en la representación gráfica del montaje al cambiar las variables? ¿qué estructuras están involucradas en dicho cambio?

Al hacerlo en la simulación, el alumno notará que el tamaño del lente se verá afectado de manera que éste se agranda al disminuir la distancia focal del lente, recreando así el efecto de acomodación. Por otra parte, utilizando el prototipo, verá que lo que está en interacción directa con el cristalino es el cuerpo ciliar, por lo cual se espera que la identifique como la estructura responsable del proceso de acomodación ya que previamente se definió como un músculo.

5. ¿Cómo podemos recrear este efecto en el sistema óptico del ojo utilizando el prototipo?

Se espera que el alumno cambie la distancia focal involucrada en el sistema óptico añadiendo otro lente a éste y observe experimentalmente como la imagen se enfoca de nuevo.

6. Con el paso del tiempo, el cristalino pierde su flexibilidad, ¿Cómo podría este efecto influir en la visión? Y ¿Qué medidas tomarías para tratar dicha influencia?

Se espera que el estudiante responda que se dificultaría el proceso de acomodación, puesto que esto impide que se genere el cambio de foco necesario para realizar el enfoque adecuado.



#### Espacio para sociabilizar respuestas

**Indicaciones al docente:** En este espacio el docente debe aclarar que este proceso se llama acomodación, también se debe mencionar que existe un límite para el cual esta acomodación del foco del cristalino puede ser modificado, lo cual da lugar a los conceptos de punto próximo y punto lejano. Estos límites tienen un valor promedio para el ojo humano y que cualquier ojo que no alcance dichos valores corresponde a un ojo NO sano.

### Actividad 3 “El iris”



#### **Leamos**

Seguramente cuando has ido al médico te han apuntado directamente al ojo con una pequeña linterna. Cuando esto ocurre el iris se contrae de tal manera que regula la cantidad de luz entrará a tus ojos. Esto hace que la pupila (aparentemente negra) reduce su tamaño.



Imagen 8<sup>17</sup>

4. Las cámaras fotográficas poseen un diafragma que realiza una acción similar a la del iris del ojo como se muestra en la imagen 9, pero ¿Por qué? ¿Qué crees que papel juega el iris en la visión?

Se espera que los alumnos asocien el estímulo externo presentado en el contexto (variación de intensidad de luz) al ajuste del iris, y haciendo con la comparativa del diafragma de cámara asocie este proceso a la regulación de luz que entra al ojo.

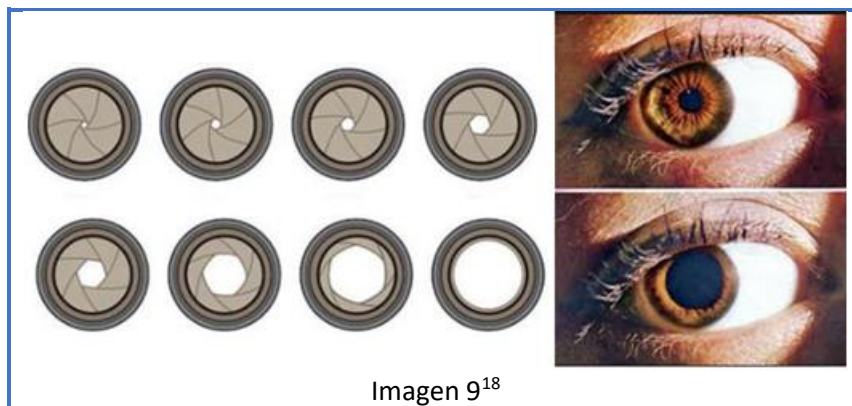


Imagen 9<sup>18</sup>



#### **Vamos a experimentar**

<sup>17</sup> <https://besttacticalflashlighttoday.net/best-medical-penlights/>

<sup>18</sup> <http://photographyoume.blogspot.com/201401/camara-fotografica-vs-ojo-humano.html>

Intenta recrear la secuencia de aperturas de diafragma de la imagen, usando el iris del modelo para comprobar tu respuesta.

5. A partir de lo que observaste en el modelo, ¿Qué cambios harías en tu respuesta inicial?

6. ¿Qué comparación podrías hacer entre la imagen donde se muestra la pupila de color negro y la pupila del modelo 3D?

Se espera que el estudiante a través de la interacción y observación del modelo 3D entienda que la pupila es aparentemente negra.

### Actividad de cierre

En esta clase se ha estudiado cuales son las estructuras importantes en el proceso de acomodación y el ajuste del iris, pero ¿Cuáles son los estímulos del ambiente que accionan dichos procesos?

Utiliza el applet anexo al código QR ayudarte a responder esta pregunta.

Se espera que el estudiante reconozca los estímulos que provocan el proceso de acomodación y ajuste de iris, los cuales son el cambio de visión de objetos lejanos a cercanos y cambios de intensidad de luz en el ambiente respectivamente.

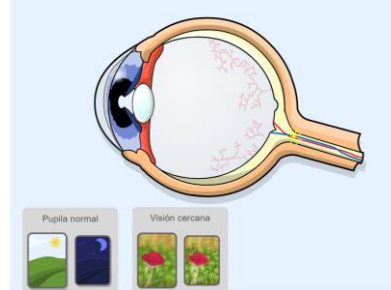


Imagen 10<sup>19</sup>

<sup>19</sup> Applet <https://www.edumedia-sciences.com/es/media/380-ojo-anatomia>

### Clase 3

#### Información para el docente

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Unidad                    | Unidad 3: Percepción sonora y visual y ondas sísmicas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Nivel                     | 1° año medio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Tema                      | Estructuras responsables de las funciones bioeléctricas del ojo humano                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Objetivos                 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Verificar experimentalmente que los bastones son responsables de la percepción de los cambios de brillo y luminosidad en el ambiente.</li><li>• Verificar experimentalmente que los conos son responsables de la percepción de los colores (visión cromática).</li></ul>                                                                     |
| Habilidades               | <ul style="list-style-type: none"><li>• Organizar el trabajo colaborativo, asignado responsabilidades, comunicándose de forma efectiva y siguiendo normas de seguridad.</li><li>• Planificar diversos diseños de experimentación que den respuesta a una problemática, así como desarrollar explicaciones sobre las relaciones entre las partes que componen a un sistema.</li></ul> |
| Actitudes                 | Mostrar interés en conocer y comprender fenómenos del entorno natural y como la tecnología puede potenciar la comprensión de estos mismos, disfrutando del conocimiento y crecimiento intelectual, valorando la importancia que tiene este en el desarrollo de la sociedad                                                                                                           |
| Palabras claves           | Cono, bastón, intensidad de luz, luz cromática, espectro de luz visible.                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Indicadores de evaluación | Identifican y distinguen que función, en qué condiciones y cuál es el rol que cumplen los fotorreceptores en la visión humana tanto conos como bastones.                                                                                                                                                                                                                             |
| Recursos utilizados       | Prototipo/modelo funcional del ojo humano, fuente de luz, sensores de luz y color configurados con Arduino, applets.                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Duración                  | 2 horas pedagógicas, 90 minutos aproximadamente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

#### Características de la clase

La clase debe ser trabajada de manera grupal a pesar de que la guía de trabajo este redactada en primera persona.

Respecto a la seguridad y manejo del montaje el docente debe estar supervisando el manejo de los circuitos para que estos no se dañen ya que poseen componentes delicadas como Leds. ***(ningún componente del circuito utilizado representa un peligro para los estudiantes)***

### Guía 3: Funciones bioeléctricas en el ojo Humano



Nombre: \_\_\_\_\_

Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

#### Objetivos:

- Identificar experimentalmente la función de los conos y bastones en el proceso de visión ante diversos estímulos ambientales.
- Verificar experimentalmente que los bastones son responsables de la percepción de los cambios de brillo y luminosidad en el ambiente.
- Verificar experimentalmente que los conos son responsables de la percepción de los colores (visión cromática).

#### Simbología



Señala que a continuación hay información importante presentada tanto en forma de vídeo como escrita.



Señala que el estudiante debe responder preguntas teóricas.



Indica las instrucciones y materiales a utilizar en las actividades.



Señala el momento de experimentar o trabajar con material de laboratorio.



Indica una puesta en común como grupo curso en conjunto con el docente como guía.

 **Leamos**

(inicio de la clase 15 minutos)

#### **Introducción**

El pasado 2 de Julio en Chile ocurrió un eclipse solar que fue visible en casi todo el país, por esta razón realizaron múltiples llamados a usar protección y filtros adecuados para cuidar nuestros ojos al observar el fenómeno.



Imagen 1<sup>20</sup>

De hacerlo sin dicha protección nuestra visión puede resultar gravemente dañada producto de lesiones en los fotorreceptores conocidos como conos y bastones. Estos se encargan comunicar al cerebro la luz que llega a nuestros ojos, pero ¿Dónde se encuentran estos fotorreceptores? ¿En qué se diferencian los conos de los bastones?

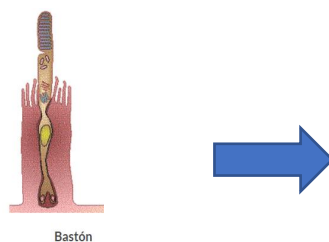


Imagen 2<sup>21</sup>

**A continuación, veras como serán representados estos fotorreceptores en el prototipo utilizando componentes electrónicos.**

Si estos fotorreceptores comunican la información que llega al ojo, es decir, la luz hasta el cerebro ¿Dónde deberían estar ubicados estos fotorreceptores en el ojo humano?

Te invitamos a ubicar estos sensores en el prototipo de ojo funcional



<sup>20</sup> Eclipse solar 2 de julio 2019 chile, elaboración propia

<sup>21</sup> Lente filtro solar, <https://www.concierto.cl/2019/06/eclipse-solar-que-lentes-usar/>

Imagen 4<sup>22</sup>



Imagen 5<sup>23</sup> “fotorresistencia”



Cono

Imagen 6<sup>24</sup>

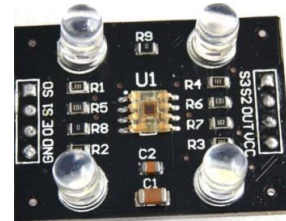


Imagen 7<sup>25</sup> “Sensor RGB”



**¡Vamos a experimentar!**

Desarrollo de la clase 60 minutos

### Actividad N°1 “variando intensidad lumínica”

Esta actividad tiene como finalidad exponer al prototipo funcional del ojo a una variación de intensidad lumínica similar a la que se puede experimentar cuando, oscurece o estamos en una habitación iluminada y de pronto se apaga la luz, con la finalidad de percibir experimentalmente como responden los fotorreceptores a este estímulo, es decir, se busca, comparar la respuesta tanto de cono como del bastón ante la variación de intensidad lumínica.

### Materiales:

---

<sup>22</sup> Bastón <http://www.blueconemonochromacy.org/es/how-the-eye-functions/>

<sup>23</sup> Fotorresistencia <https://247tecno.com/como-funciona-una-fotoresistencia/>

<sup>24</sup> Cono <http://www.blueconemonochromacy.org/es/how-the-eye-functions/>

<sup>25</sup> Sensor de luz RGB <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/sensor-de-color-tcs3200-con-arduino/>

- Foco de luz de intensidad lumínica variable (Dimmer, regulador de intensidad de y voltaje)
- Focos de luz de colores, rojo, azul y verde
- Prototipo de ojo funcional con sus respectivas fotorresistencias y sensor RGB.
- Escala de LEDs graduada para medir simbólicamente la intensidad de luz.



#### Procedimiento experimental:

5. Enfocar imagen del foco luminosos en la retina del ojo (donde se encuentran los fotorreceptores).
6. Varia poco a poco la intensidad lumínica desde el nivel 1 al 3 utilizando el Dimmer y ve registrando los datos.
7. Observar respuesta de fotorresistencia LEDs **(la cantidad de LEDs encendidos indica la cantidad de luz percibida por cada sensor).**
8. Observar respuesta del sensor RGB **(el LED de color que se encuentre encendido corresponde al color que está percibiendo el sensor).**

#### Nota para el docente

- En esta experimentación la cantidad de leds encendidos indica la intensidad de luz percibida por el sensor; mientras más leds se encienden, mayor es la intensidad de luz.
- Respecto a los leds de colores, cuando él se enciende el rojo indica que este es el color que se está percibiendo por el color. Se pueden varias los colores percibidos utilizando los filtros RGB.
- Cuando se encienden todos los leds de colores (rojo, azul y verde) significa que el sensor está percibiendo luz blanca (luz natural).



Observemos y registremos

Basándote en lo observado ¿Qué cantidad de leds que encendidos según cada etapa de la experimentación?

**Nivel 1 de intensidad lumínica**

| LEDs Bastones |                                                                                     |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1             |    |
| 2             |    |
| 3             |    |
| 4             |    |
| 5             |    |
| 6             |   |
| 7             |  |
| 8             |  |
| 9             |  |
| 10            |  |

| LEDs Conos |                                                                                     |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|            |                                                                                     |
|            |    |
|            |   |
|            |  |

**Nivel 2 de intensidad lumínica**

| LEDs Bastones |                                                                                     |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1             |    |
| 2             |    |
| 3             |    |
| 4             |    |
| 5             |    |
| 6             |   |
| 7             |  |
| 8             |  |
| 9             |  |
| 10            |  |

| LEDs Conos |                                                                                     |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|            |                                                                                     |
|            |    |
|            |   |
|            |  |

**Nivel 3 de intensidad lumínica**

| LEDs Bastones |                                                                                       |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1             |    |
| 2             |    |
| 3             |    |
| 4             |    |
| 5             |    |
| 6             |   |
| 7             |  |
| 8             |  |
| 9             |  |
| 10            |  |

| LEDs Conos |                                                                                       |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|            |                                                                                       |
|            |    |
|            |   |
|            |  |



Para potenciar tu aprendizaje ¿podrías responder las siguientes preguntas? (individualmente).

#### Preguntas sobre lo observado

- ¿Cuál de los dos fotorreceptores muestra una mayor respuesta al estímulo luminoso y cual se mantiene constante? Describe que sucede con los LEDs de la fotorresistencia y el RGB (bastón y cono respectivamente)

6. En base a lo observado explica con tus palabras ¿Por qué crees que los leds de colores (conos) se comportan así ante este estímulo?

7. Como se mencionó inicialmente mirar el sol directamente puede resultar dañino para tu salud ocular, ahora que viste una simulación del comportamiento de los fotorreceptores ¿Qué opinas sobre el nivel de brillo utilizado en tu celular, consideras que es importante controlarlo a lo largo del día? ¿por qué?

8. Según lo observado hasta ahora ¿Cuál de ambos fotorreceptores es responsable de que podamos ver haya poca luz disponible? Menciona ejemplos en los que este efecto es recreado en la realidad.

### Nota para el docente

- Ambos sensores se alimentan de fuentes de poder distintas, por lo que pueden funcionar en paralelo.
- Se puede utilizar como fuente de poder un computador, alimentando los sensores vía USB.
- Como filtro de luz se utiliza papel celofán de colores rojo, verde y azul.
- Los estudiantes deben manipular el montaje, cambiando filtros de colores y observando lo que ocurre.



***¡Vamos a experimentar!***

### Actividad N°2 “Variación cromática de la luz”

Esta actividad tiene como finalidad mostrar experimentalmente cómo se comportan los fotorreceptores cuando el ojo es expuesto a luz de color rojo, verde y azul.

#### Procedimiento experimental:

- Enfocar imagen del foco luminosos en la retina del ojo (donde se encuentran los fotorreceptores).
- Exponer el prototipo de ojo funcional a luz de diversos colores rojo, verde y azul, de manera que la imagen que se proyecta en la retina llegue de distintos colores a los fotorreceptores. (la intensidad de la luz se debe mantener constante).
- Observar la respuesta del sensor RGB y la fotorresistencia
- Comparar las respuestas de ambos sensores (**fotorresistencia y sensor RGB**) y responder las preguntas.



***Observemos y registremos***

**Basándote en lo observado ¿Qué cantidad de leds que encendidos según cada etapa de la experimentación?**

### Solo luz roja

| LEDs     |                                                                                     |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Bastones |                                                                                     |
| 1        |    |
| 2        |    |
| 3        |    |
| 4        |    |
| 5        |    |
| 6        |    |
| 7        |   |
| 8        |  |
| 9        |  |
| 10       |  |

| LEDs                                                                              |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--|
| Conos                                                                             |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

### Solo luz verde

| LEDs     |                                                                                     |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Bastones |                                                                                     |
| 1        |    |
| 2        |    |
| 3        |    |
| 4        |    |
| 5        |    |
| 6        |    |
| 7        |    |
| 8        |   |
| 9        |  |
| 10       |  |

| LEDs                                                                              |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--|
| Conos                                                                             |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

### Solo luz azul

| LEDs     |                                                                                       |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Bastones |                                                                                       |
| 1        |    |
| 2        |    |
| 3        |    |
| 4        |    |
| 5        |    |
| 6        |    |
| 7        |   |
| 8        |  |
| 9        |  |
| 10       |  |

| LEDs                                                                                |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Conos                                                                               |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |



**Para potenciar tu aprendizaje ¿podrías responder las siguientes preguntas? (individualmente).**

6. ¿Cuál de los dos fotorreceptores muestra una mayor respuesta al estímulo luminoso y cual se mantiene constante? Describe que sucede con los LEDs de la fotorresistencia y el RGB (bastón y cono respectivamente)

7. ¿Cómo crees que el ojo humano es capaz de ver en muchos más colores si sus conos sólo son sensibles a la luz roja, verde y azul?

**Nota para el docente**

- Los manipulativos virtuales presentes en la página de PhetColorado requieren de la instalación previa de java, de no tenerlo, la misma página presenta el enlace.
- En caso de no contar con internet en la sala de la clase, los manipulativos pueden descargar y ser utilizados sin conexión a internet. Los requisitos para su funcionamiento son los mismos mencionados anteriormente.

**Utiliza el applet del siguiente enlace, selecciona la opción “lampara RGB” y comprueba tus respuestas** [https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_es.html)

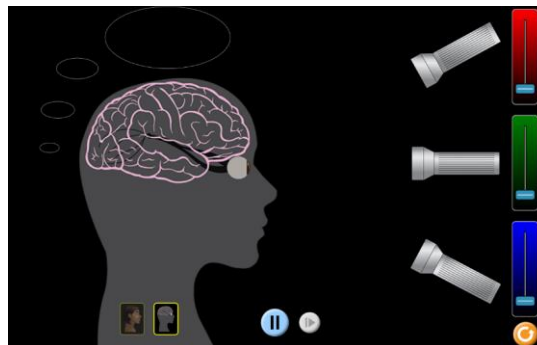


Imagen 8<sup>26</sup>

**Intenta lograr que la persona de la imagen pueda ver los colores magenta, amarillo y cyan.**

8. ¿Qué cambios harías a tu respuesta anterior?

9. ¿Qué ocurre con los conos cuando expones al ojo a la luz roja, azul y verde al mismo tiempo? Compruébalo con el prototipo, ¿tiene relación esto con el comportamiento de los conos en la actividad anterior? Explique.

10. Imagina que una persona está viendo un objeto de color de magenta, pero luego, viene una segunda persona y dice que ese objeto es azul. ¿Qué crees que ocurre con los conos de la segunda persona? Utiliza el applet y justifica tu respuesta.

---

<sup>26</sup> Applet percepción de colores RGB [https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/color-vision/latest/color-vision_es.html)



### Actividad 3 “ojos no humanos”

No todos los seres vivos perciben la realidad de la misma manera. Existen animales que, por ejemplo, pueden percibir una cantidad de colores más reducida que los humanos y también otros que pueden ver incluso en el rango del infrarrojo.

#### Tipos de visión

Acromáticos: No poseen conos, sino que, solo bastones.

Monocromática: 1 tipo de cono.

Dicromática: 2 tipos de conos.

Tricromática: 3 tipos de conos.

Tetracromática: 4 o más conos pueden captar infrarrojo y ultravioleta.

3. Las rapaces nocturnas son animales que cazan siempre de noche y no pueden percibir color alguno, es decir, son acromáticos.



Imagen 9<sup>27</sup>

#### *visión nocturna de un humano/ (Aproximación) visión nocturna de un Búho.*



Imagen 10<sup>28</sup>

4. Los perros solo pueden ver en dos colores amarillo y azul, es decir, son dicromáticos.

<sup>27</sup> Rapaces nocturnas <http://belloallende.blogspot.com/2006/02/introduccintodas-las-aves-rapaces.html>

<sup>28</sup> Aproximación de visión nocturna en animales <https://www.fisicavirtual.cl/aula/course/view.php?id=5>

|                                                                                                                 |                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Imagen 11<sup>29</sup></p> | <p><i>visión humana/visión del perro</i></p>  <p>Imagen 12<sup>30</sup></p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

<sup>29</sup> Imagen perro <https://ecoosfera.com/2017/12/como-ven-los-perros-colores-blanco-y-negro-vision-canina/>

<sup>30</sup> Aproximación visión humano/ perro <https://ecoosfera.com/2017/12/como-ven-los-perros-colores-blanco-y-negro-vision-canina/>

## Clase 4

### Información para el docente

|                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Unidad                    | Unidad 3: Percepción sonora y visual y ondas sísmicas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Nivel                     | 1° año medio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Tema                      | La fisiología detrás de las disfunciones visuales                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Objetivos                 | Explorar y describir las causalidades de diversas disfunciones visuales.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Habilidades               | <ul style="list-style-type: none"><li>• Organizar el trabajo colaborativo, asignando responsabilidades, comunicarse de forma efectiva.</li><li>• Crear y proponer soluciones a una problemática científica.</li><li>• Respeto entre los integrantes del grupo de trabajo, escuchando y valorando cada argumento que se exprese para el desarrollo de un procedimiento experimental exitoso.</li></ul> |
| Actitudes                 | <ul style="list-style-type: none"><li>• Interés y valorar el cuidado por la salud e integridad física y mental de las personas.</li><li>• Evitar conductas de riesgo, considerando medidas de seguridad y tomando conciencia de la implicancia éticas de los avances científicos</li></ul>                                                                                                            |
| Palabras claves           | Miopía, hipermetropía, cataratas, visión, lentes correctivos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Indicadores de evaluación | <ul style="list-style-type: none"><li>• Identifican las distintas disfunciones visuales y diseñen un mecanismo correctivo para estas.</li><li>• Proponer medidas de seguridad y cuidado para la visión humana.</li></ul>                                                                                                                                                                              |
| Recursos utilizados       | Prototipo/modelo funcional del ojo humano, fuente de luz.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Duración                  | 2 horas pedagógicas, 90 minutos aproximadamente                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

### Características importantes

La clase debe ser trabajada de manera grupal a pesar de que la guía de trabajo este redactada en primera persona.

Respecto a la seguridad y manejo del montaje el docente debe estar supervisando el manejo de lentes que puedan implicar algunas actividades.

## Guía 4: ¿Cómo podemos mejorar nuestra visión?

Nombre: \_\_\_\_\_

Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_



**Objetivo de aprendizaje (OA 12): Explorar y describir el funcionamiento del ojo humano.**

**Objetivos específicos:**

- Identificar las causalidades de distintas disfunciones visuales.
- Proponer y construir un sistema óptico correctivo para estas disfunciones.

### Simbología



Señala que a continuación hay información importante presentada tanto en forma de vídeo como escrita.



Señala que el estudiante debe responder preguntas teóricas.



Indica las instrucciones y materiales a utilizar en las actividades.



Señala el momento de experimentar o trabajar con material de laboratorio.

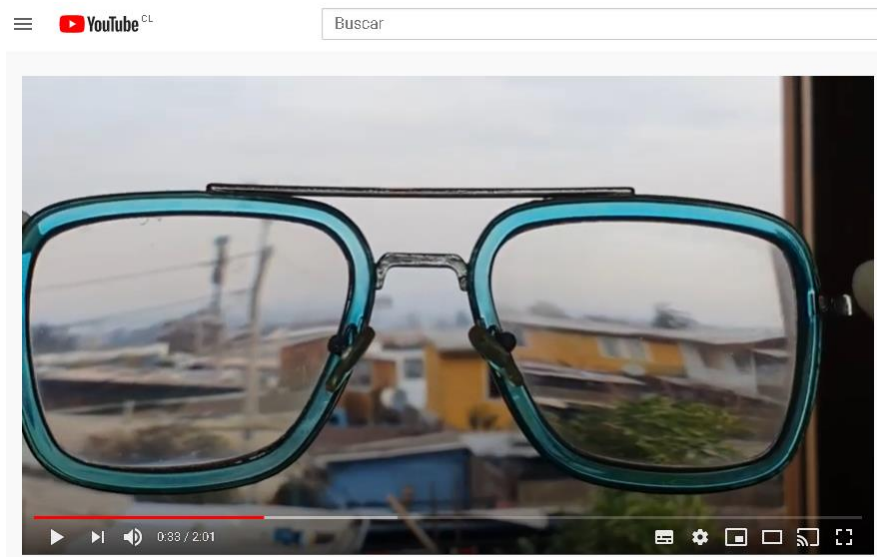


Indica una puesta en común como grupo curso en conjunto con el docente como guía.

### **Inicio (15 minutos)**



Observemos el siguiente video y activemos nuestro proceso de aprendizaje.



**¿deseas ver una vez más  
el video?**

**Escanea el siguiente código con  
tu teléfono inteligente o tableta.**



#### **Nota para el docente**

- Las respuestas a las preguntas deben desarrollarse de forma individual por parte de los estudiantes.



**Para potenciar tu aprendizaje ¿podrías responder las siguientes preguntas? (individualmente).**

**1. ¿Conoces alguna disfunción visual? ¿Cuales?**

**2. ¿Cuál es la diferencia entre la miopía y la hipermetropía?**

**3. ¿Sabes por qué se generan las distintas disfunciones visuales y cómo podemos corregirlas?**

**Nota para el docente**

- Es probable que en la pregunta numero 3 los estudiantes no logren concretar una respuesta 100% correcta, es por esto por lo que la experimentación que procede es de importancia, ya que a través de esta se podrá dar una respuesta más concreta.

**Desarrollo (60 minutos)**

|                                                                                     |                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>¡Vamos a experimentar!</b></p> <p>¡Ahora que ya sabemos que producen ciertas disfunciones visuales, averiguaremos como se producen y cómo podemos corregirlas!</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Materiales:**

- Modelos 3D del ojo humano.
- Cinta métrica.
- Distintas lentes.
- Fuente luminosa.
- Cinta adhesiva transparente.



## ¿Qué haremos?

- 1) Fijar un cristalino (lente) en el ojo (modelo 3D del ojo humano).
- 2) Posicionar la fuente luminosa frente al modelo 3D del ojo humano para que se forme una imagen.
- 3) Alterar el montaje para simular las distintas disfunciones visuales (miopía, hipermetropía, cataratas).
- 4) Registrar lo observado.



## Miopía

Como ya sabemos, la miopía dificulta el poder observar con claridad objetos lejanos, pero ¿Cómo se produce?

### Nota para el docente

- El desarrollo de esta actividad está considerado para realizarlo de forma grupal.
  - El montaje debe ser manipulado por los estudiantes, siendo guiados por el docente en todo momento.
  - Las observaciones deben hacerlas los estudiantes en conjunto y registrarlas de forma individual para en sus guías de trabajo.
  - Para la puesta en común, el docente debe recopilar los comentarios de los estudiantes en una lluvia de ideas para luego formalizar como es que se genera la miopía y así los estudiantes puedan identificar qué tipo de lente ayuda a corregirla.
- 
- Separa levemente las dos partes que conforman el globo ocular del modelo 3D del ojo humano.

|                                                                       |                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Describe la imagen que se forma                                       | Identifica las diferencias entre este montaje y el montaje de un ojo "sano" |
|                                                                       |                                                                             |
| Realiza el diagrama de rayos para el modelo de este ojo en particular |                                                                             |
|                                                                       |                                                                             |

|                                                                                    |                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p><b>¿Por qué crees que se produce la miopía y cómo podemos corregirla?</b></p>                                                                  |
|                                                                                    |                                                                                                                                                   |
|  | <h2>Hipermetropía</h2> <p>Como ya sabemos, la hipermetropía dificulta el poder observar con claridad objetos cercanos, pero ¿Cómo se produce?</p> |

### Nota para el docente

- La incorporación de otra lente en el modelo 3D del ojo humano es para generar que los rayos de luz converjan antes de la retina, simulando así la hipermetropía .
- El montaje debe realizarse de esta forma que no es posible disminuir la distancia que existe entre las dos partes que conforman el globo ocular.
- Agrega la segunda lente al modelo 3D del ojo humano, posicionándola en el cuerpo ciliar.
- Junta ambas partes que componen el globo ocular del modelo, procurando no dejar espacio entre ellas.

|                                                                       |                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Describe la imagen que se forma                                       | Identifica las diferencias entre este montaje y el montaje de un ojo "sano" |
|                                                                       |                                                                             |
| Realiza el diagrama de rayos para el modelo de este ojo en particular |                                                                             |
|                                                                       |                                                                             |

Cierre (15 minutos)

|                                                                                    |                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|   | <p><b>¿Por qué crees que se produce la hipermetropía y cómo podemos corregirla?</b></p> |
|                                                                                    |                                                                                         |
|  | <p><b>Cataratas</b></p> <p><b>¿Qué sucede con esta disfunción visual?</b></p>           |



**1. ¿Por qué crees que se genera esta disfunción?**

**Nota para el docente**

- El docente debe realizar el montaje, el cual consiste en un ojo sano simulado por el modelo 3D para obtener una imagen clara, luego de eso se aplica jalea transparente o gel para el cabello transparente al cristalino y se observa que sucede con la imagen; luego el docente explica que esta disfunción se genera por la acumulación de membranas que recubren al cristalino a lo largo de los años.



**Observa atentamente el montaje que realiza tu profesor/a y escucha la explicación de por qué se produce esta disfunción**



**¿Cómo podemos corregir esta disfunción?**

#### **Anexo N°4 Propuesta versión inicial**

**A continuación, se presentan las versiones iniciales de las guías pre-validación**

## Guía 1: ¿es posible determinar propiedades de la Luz?



Nombre: \_\_\_\_\_

Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

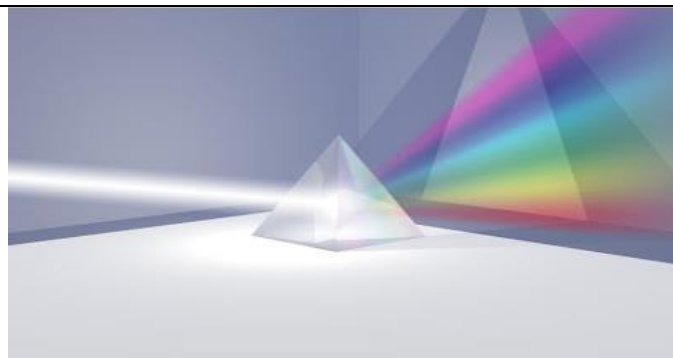


Lee atentamente la siguiente información y responde las preguntas que se encuentra a continuación

### ¿Qué es y cómo funciona un Prisma Óptico?

Un Prisma óptico es un objeto capaz de refractar, reflejar y descomponer la Luz en los colores del arcoíris ¿te lo puedes imaginar? Generalmente, estos tienen la forma de una pirámide como el que se muestra en la imagen de la derecha.

Tal vez hayas visto uno similar en la portada del álbum “The Dark Side of the Moon” de la icónica banda Pink Floyd.



Cuando a fines de la década de 1660 Newton experimentaba con la luz y los colores, muchos de sus contemporáneos creían que el color era una mezcla de luz y oscuridad y que los prismas teñían la luz. Pero pese a la opinión dominante, él se convenció de que la luz blanca no era la entidad simple que Aristóteles pensaba que era, sino más bien una mezcla de rayos muy distintos que correspondían a los diferentes colores. En 1704 se publicó finalmente el libro “Óptica”, el que trataba en profundidad sus investigaciones sobre los colores y la difracción de la luz.

**¿Qué es la difracción de la luz?** Recordemos que la Luz es una onda electromagnética; cuando un frente de ondas pasa a través de un orificio, este no seguirá la misma dirección del orificio, sino que tenderá a “abrirse”, debido a que el orificio actúa como un nuevo emisor de estas ondas.

Para sus experimentos, Newton usó prismas triangulares de cristal. La luz penetra por una de las caras del prisma y se refracta hasta descomponerse en diferentes colores, debido a que el grado de separación varía en función de la longitud de onda de cada color. Los prismas actúan de este modo gracias a que la luz cambia de velocidad cuando pasa del aire al cristal del prisma. Una vez separados los colores, Newton utilizó un segundo prisma para volver a refractarlos y que formaran de nuevo luz blanca. El experimento demostraba que el prisma no añadía el color a la luz, como muchos creían. Newton también hizo pasar solo al color rojo obtenido con un prisma por un segundo prisma, descubriendo así que el color no se alteraba. Era una prueba más de que el prisma no creaba los colores, sino que sólo separaba los que estaban presentes en el haz de luz original.

**¿Qué es la refracción de la luz?** Como se menciona anteriormente, la luz que ingresa a un prisma se “refracta”, en palabras más concretas, se habla de refracción de la luz cuando esta cambia de medio, en el caso del prisma, la luz primero viaja por el aire y luego viaja a través del prisma.

En gran parte se puede decir que nuestra concepción actual de la luz y del color, nace con Isaac Newton y a su valioso aporte en el tema.



1. ¿En que consiste un Prisma Óptico?

Se espera que los estudiantes puedan explicar en base a la información anterior como es el funcionamiento del prisma óptica, utilizando conceptos como difracción, rayo incidente, entre otros.



2. ¿Qué es la refracción de la Luz?

Se espera que los estudiantes puedan dar una explicación concreta de este fenómeno físico a partir de sus conocimientos previos y la información que se les entrego anteriormente.

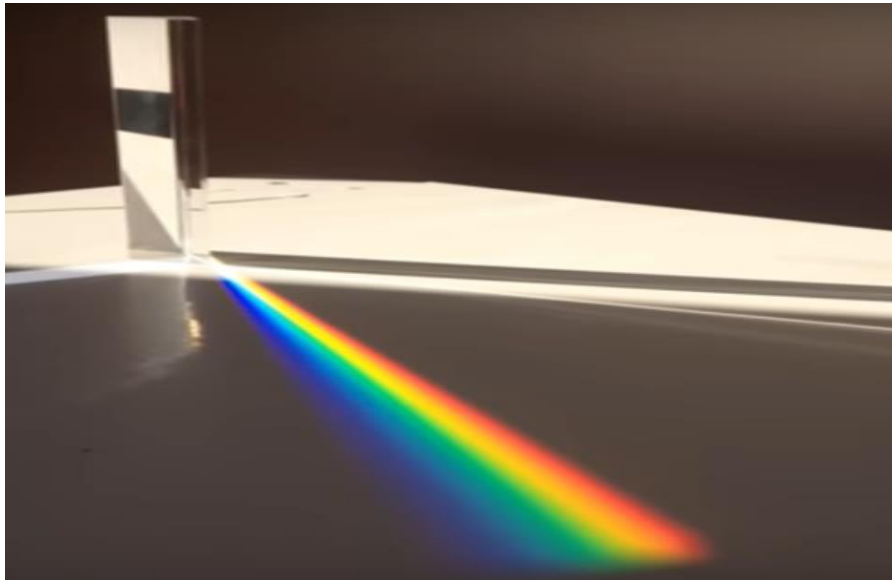


3. ¿Qué es la difracción de la Luz?

Se espera que los estudiantes puedan dar una explicación concreta de este fenómeno físico a partir de sus conocimientos previos y la información que se les entrego anteriormente.



Observa el siguiente video y responde las preguntas que se encuentran a continuación.



¿Cuántos colores pudiste identificar? ¿se podrán ver más colores de un mismo rayo de luz? ¿Cuál es la fuente principal de luz de nuestro planeta?



## ¡Vamos a experimentar!

Ahora que ya conoces la teoría de donde provienen los colores es momento de comprobarlo

### Materiales:

- Tijeras.
- Pegamento.
- Plantilla de espectrómetro.
- CD.



### ¿Qué haremos?

- Recortar la plantilla de espectroscopio presente en esta guía.
- Pegar en donde se indica, un trozo de CD.
- Doblar por las áreas demarcadas de nuestro espectroscopio y pegarlas.
- Hacer incidir luz a nuestro espectroscopio y observar por la ventanilla de este.



### ¿Qué colores pudiste observar?

Se espera que los estudiantes puedan ver a través de su espectroscopio y mencionen todos los colores que puedan ver a través de él.



### ¿Qué fenómenos están involucrados en este experimento?

Los estudiantes deben identificar el fenómeno de la difracción y refracción.



Explica el funcionamiento del espectroscopio, fundamentándolo con lo visto anteriormente.

Se espera que los estudiantes puedan relacionar el funcionamiento del espectroscopio con el funcionamiento del prisma, y que la explicación para el funcionamiento de estos dos objetos es similar.

## Guía 2: Comprendiendo el ojo Humano

Física -  
Universidad  
de Santiago  
de Chile

Nombre: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Objetivo de aprendizaje (OA 12): Explorar y describir el funcionamiento del ojo humano.**

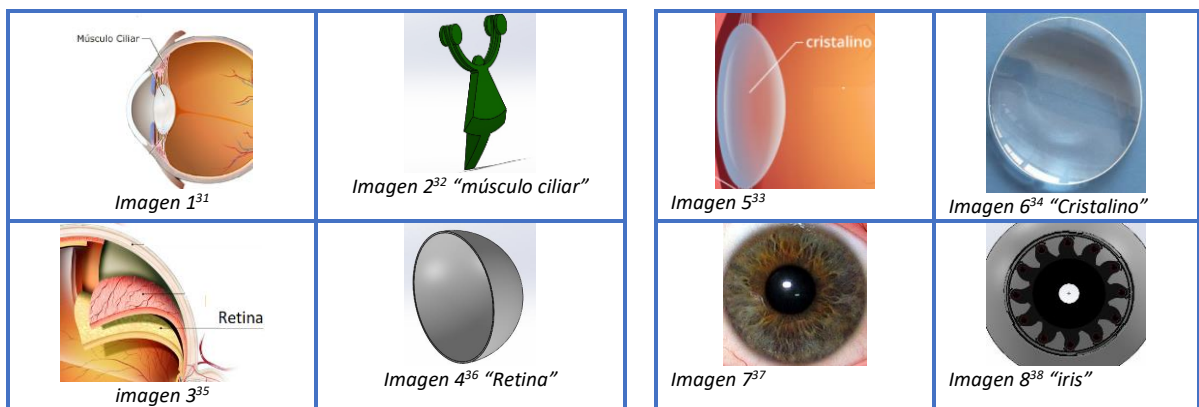
**Objetivos específicos:**

- Identificar las partes del ojo humano en el prototipo funcional
- Identificar la formación de imágenes en el ojo, de objetos lejanos según la óptica geométrica.
- Reconocer las funciones del cristalino, cuerpo ciliar e iris a través de la emulación guiada de la formación de imágenes en el prototipo de ojo.

### Introducción

En esta clase se estudiarán las funciones que tienen ciertas partes específicas del ojo humano desde un punto de vista físico. Para esto, se trabajará con un prototipo de ojo funcional.

Para que podamos comprender mejor este prototipo haremos la siguiente analogía entre un modelo de ojo rotulado y nuestro prototipo.



<sup>31</sup> Imagen 1 músculos ciliares <http://oftalmologia-avanzada.blogspot.com/2013/06/como-functiona-nuestro-enfogue-o.html>

<sup>32</sup> Imagen 2 musculo ciliar **elaboración propia**

<sup>33</sup> Imagen 5 Cristalino <https://www.allaboutvision.com/es/condiciones/cuerpos-flotantes.htm>

<sup>34</sup> Imagen 6 **elaboración propia**

<sup>35</sup> Imagen 3 Retina <https://drsoler.com/problema-de-vision/el-ojo-humano>

<sup>36</sup> Imagen 4 Retina **elaboración propia**

<sup>37</sup> Imagen 7 [https://es.wikipedia.org/wiki/Reconocimiento\\_de\\_iris](https://es.wikipedia.org/wiki/Reconocimiento_de_iris)

<sup>38</sup> Imagen 8 **elaboración propia**

**Indicaciones al docente:** Previo al comienzo de cualquier actividad, el docente debe dar una breve descripción de las características de las partes del ojo humano involucradas en la clase y las diferencias respecto a las partes utilizadas el prototipo:

- Los músculos ciliares (imagen 1) no son rígidos a diferencia de las estructuras utilizadas en el prototipo.
- El cristalino del ojo (imagen 5) no es rígido a diferencia del lente utilizado en el prototipo.

**Nota:** Antes de comenzar con la actividad contextualizada y central de la clase se da lugar a una actividad inicial de esta clase esta solamente enfocada en que el alumno se familiarice con el prototipo que utilizará para el resto de la clase identificando sus características principales, de esta manera podrá realizar las siguientes actividades con mayor autonomía.

### Conocimientos previos

**Indicaciones al docente:** Se espera que el estudiante ya habiendo identificado el tipo de lente presente en el ojo humano (convergente), comprenda también el comportamiento de la imagen y el objeto respecto del valor focal de dicha lente (ver imagen 9)

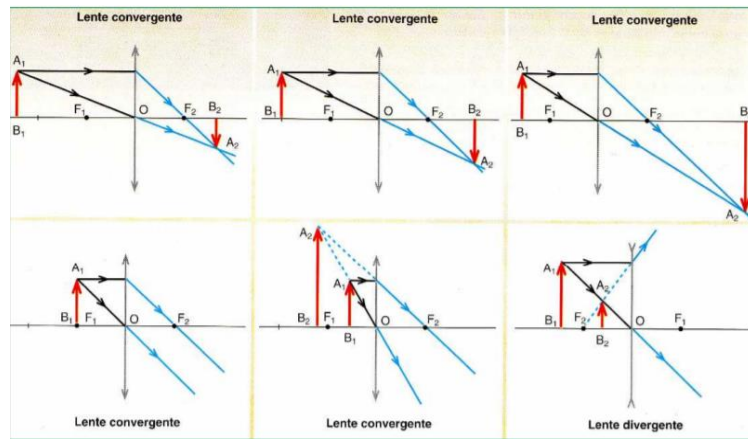


Imagen 9<sup>39</sup>

### **Actividad 1 “formación de imágenes por el ojo humano”**

**Procedimiento experimental:** Posiciona el objeto luminoso a una distancia tal del cristalino del ojo de manera que la imagen esté enfocada y responde las siguientes preguntas.

1. ¿A qué tipo de lente corresponde al cristalino del ojo?

Respuesta esperada: lente convergente o biconvexo.

<sup>39</sup> Imagen 9 <http://elfisicoloco.blogspot.com/2013/05/formacion-de-imagenes-en-lentes.html>

2. ¿Qué tipo de imagen forma el sistema óptico del ojo?

Respuesta esperada: Real, invertida y reducida.

3. Dada la expresión de Gauss, Identifica cada una de las variables en el montaje

Se espera que el estudiante asimile en el montaje las distancias entre: Objeto-cristalino como objeto-lente, Retina-cristalino como imagen-lente, y finalmente el foco del cristalino como el foco del lente convergente.

4. ¿Qué variables de la expresión de Gauss pueden ser modificadas en la realidad?

En esta etapa se espera que el estudiante interactúe con el modelo 3D para poder entender como pueden cambiar y alterarse las variables que identificó en el paso anterior.

### **Actividad 2 “Proceso de acomodación”**

Ahora que ya conocemos las variables involucradas en la formación de imágenes en el ojo humano, indagemos más sobre este interesante fenómeno.



Imagen 10<sup>40</sup>

Seguramente haz visto a algún adulto o adulto mayor alejar un objeto de sus ojos para intentar verlo enfocado, debido a la dificultad de hacerlo al intentar ver objetos cercanos como el celular. ¿A qué crees que se debe?

Se esperan respuestas asociadas a la edad de la persona y conceptos como “dificultad para enfocar” etc.

<sup>40</sup> Imagen 10 <http://www.visualcentermadhu.com/blog/category/presbicia/>

1. Si anteriormente vimos que el ojo humano es capaz de enfocar objetos que están a grandes distancias, ¿Qué es lo que pasa con la imagen formada en la retina si acercamos el objeto al cristalino? Haz la prueba utilizando el prototipo.

La idea es que el alumno sea quien plantee una manera de poner a prueba su hipótesis.

Se espera que intente recrear la situación planteada en el contexto presentado, sea cambiando la distancia de objeto-cristalino a una más corta. De esta manera podrá literalmente ver que ocurre con la imagen cuando el objeto se posiciona a una distancia cercana al ojo.

2. ¿Por qué cuando haces esto con tus ojos, sigues viendo la imagen enfocada?

**Indicaciones al docente:** Se sugiere al docente invitar a los alumnos a enfocar objetos situados a varias distancias de sus propios ojos, de manera que puedan “vivir” el proceso de acomodación.

Realizando este ejercicio el estudiante se dará cuenta sus propios ojos si pueden enfocar objetos que se encuentran a distancias cercanas, lo cual no ocurre con el personaje del contexto ni tampoco en el modelo 3D. Esto es sumamente importante ya que, es esta etapa cuando el estudiante corrobora experimentalmente que hay algo que no está ocurriendo en el ojo modelado y para encontrarlo debe indagar en el modelo haciendo uso de sus conocimientos de óptica geométrica.

**Aclaración:** Antes de iniciar la actividad N°2, es necesario que se aclare que el ojo está enfocando la imagen en un estado relajado, es decir, en donde no hay esfuerzo por parte de los músculos ciliares.

3. Según la expresión de Gauss y la situación planteada en el montaje, ¿cuáles son las variables fijas y la(s) que debe(n) cambiar para dar con una solución al problema?

Se espera que el estudiante indague en el modelo 3D y razone utilizando la información del prototipo recabada hasta el momento en cuanto a las variables que identificó, por ejemplo:

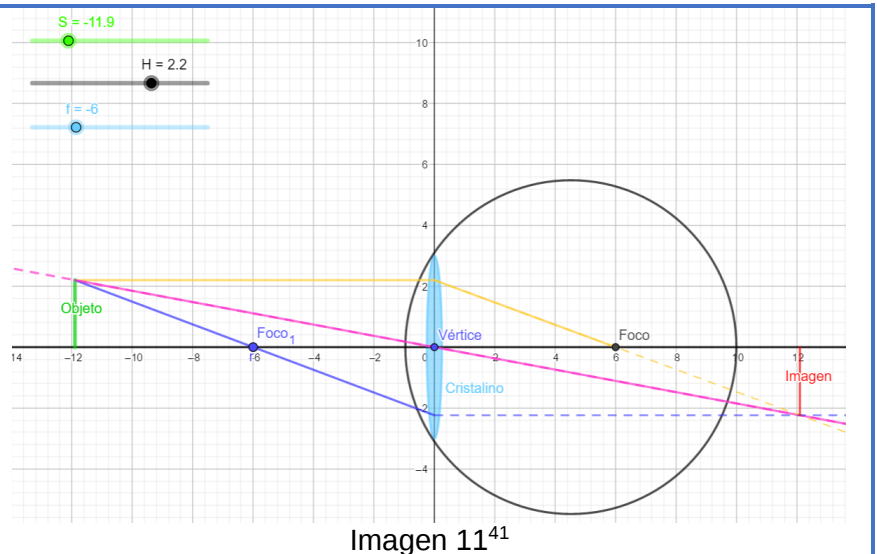
“si la situación consiste en lograr que la imagen se proyecte en la retina, es decir, enfoque correctamente cuando el objeto se encuentra a una distancia dada, entonces la distancia objeto-lente es fija”

...”Si la imagen se debe proyectar en la retina y enfocada, eso quiere decir la distancia lente-imagen también debe ser fija, entonces la única variable que queda es el foco”..

*“examinando el ojo humano geoméricamente”*

**Comprobemos tus respuestas en GeoGebra;**

Recrea la situación del montaje experimental en que el ojo está en estado relajado y con la imagen enfocada, luego cambia la posición del objeto exactamente como lo hiciste en el procedimiento anterior, finalmente, manipula las variables de la simulación y trata de lograr que la imagen se vuelva a enfocar, es decir, formar en el mismo lugar en el que estaba anteriormente.



**Indicaciones al docente:** Se espera que con esta actividad el alumno visualice qué significa o que cambios en la estructura del ojo humano el hecho de “variar el foco”

- Según lo visto en la simulación ¿Qué cambios notaste en la representación gráfica del montaje al cambiar las variables? ¿qué estructuras están involucradas en dicho cambio?

Al hacerlo en la simulación, el alumno notará que el tamaño del lente se verá afectado de manera que éste se agranda al disminuir la distancia focal del lente, recreando así el efecto de acomodación. Por otra parte, utilizando el prototipo, verá que lo que está en interacción directa con el cristalino es el cuerpo ciliar, por lo cual se espera que la identifique como la estructura responsable del proceso de acomodación ya que previamente se definió como un músculo.

**Indicaciones al docente:**

- El docente debe aclarar que este proceso se llama acomodación, también se debe mencionar que existe un límite para el cual esta acomodación del foco del cristalino puede ser modificado, lo cual da lugar a los conceptos de punto próximo y punto lejano. Estos límites tienen un valor promedio para el ojo humano y que cualquier ojo que no alcance dichos valores corresponde a un ojo NO sano.
- También es clave introducir el concepto de dioptría, el cual está ligado de manera instantánea al concepto de foco y también corresponde a los conocimientos previos que los alumnos poseen a partir de la unidad de óptica geométrica.

<sup>41</sup> Imagen 11 elaboración propia

3. Finalmente, debe formalizar lo aprendido en esta actividad solicitando que los estudiantes nuevamente respondan la pregunta 1 de la actividad 2 y la comparen con su respuesta inicial.

5. ¿Cómo podemos recrear este efecto en el sistema óptico del ojo utilizando el prototipo? Relata que es lo que ocurre con la imagen.

Se espera que el alumno cambie la distancia focal involucrada en el sistema óptico añadiendo otro lente a éste y observe experimentalmente como la imagen se enfoca de nuevo.

6. Con el paso del tiempo, el cristalino pierde su flexibilidad, ¿Cómo podría este efecto influir en la visión? ¿Cambiarías algo a la respuesta que diste en la pregunta del contexto inicial?

Se espera que el estudiante responda que se dificultaría el proceso de acomodación, puesto que esto impide que se genere el cambio de dioptrías en el sistema óptico del ojo.

**Indicaciones al docente:** Aclara que esta dificultad se le conoce como presbicia.

### Actividad 3 “El iris”

Seguramente cuando has ido al médico te han apuntado directamente al ojo con una pequeña linterna.

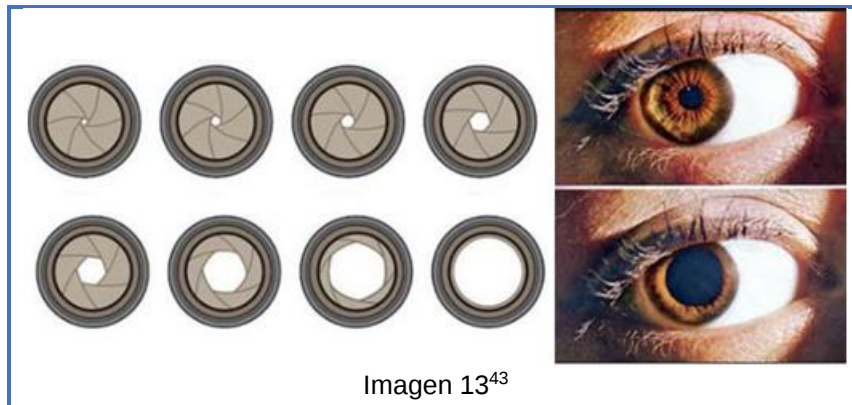
Cuando esto ocurre el iris se contrae de tal manera que regula la cantidad de luz entrará a tus ojos. Esto hace que la pupila (aparentemente negra) parezca cambiar su tamaño.



Imagen 12<sup>42</sup>

<sup>42</sup> Imagen 12 <https://besttacticalflashlighttoday.net/best-medical-penlights/>

Las cámaras fotográficas poseen un diafragma que realiza una acción similar a la del iris del ojo como se muestra en la imagen, pero ¿Por qué? Utiliza el prototipo para responder las siguientes preguntas.



1. ¿Qué relación crees que hay entre la función del iris del ojo humano y el diafragma de una cámara fotográfica?

Se espera que el alumno responda que regula la cantidad de luz que entra al ojo a través de la pupila, para responder el alumno debe recurrir al modelo 3D.

2. ¿Afecta el tamaño del iris al tamaño de la imagen que se forma en la retina? Compruébalo experimentalmente.

Realiza el ajuste de iris adecuado para cada estímulo al que se expone el ojo.

Estímulo 1: Habitación completamente iluminada

Estímulo 2: Habitación con luces apagadas

Se espera que el alumno identifique que, ante la respuesta del iris, la imagen no sufre cambios excepto en la intensidad lumínica de la imagen que se proyecta en la retina.

**Indicaciones al docente** Se sugiere aclarar que el movimiento del iris al igual que el efecto de acomodación es una respuesta aun estímulo externo, como lo es en este caso, a la variación intensidad de lumínica a la que se encuentre expuesto el ojo.

<sup>43</sup> Imagen 13 <http://photographyoume.blogspot.com/2014/01/camara-fotografica-vs-ojo-humano.html>

## Guía 3: Funciones bioeléctricas en el ojo Humano

Nombre: \_\_\_\_\_

Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_



### Objetivos:

- Identificar experimentalmente la función de los conos y bastones en el proceso de visión ante diversos estímulos ambientales.
- Verificar experimentalmente que los bastones son responsables de la visión nocturna (visión acromática- escala de grises)
- Verificar experimentalmente que los conos son responsables de la percepción de los colores (visión cromática).

### Introducción

En esta clase se estudiarán las funciones bioeléctricas que realiza cada parte del ojo, específicamente los fotorreceptores conocidos como conos y bastones los cuales se encuentra en la macula y la fóvea presente en la retina. Estos fotorreceptores tienen como principal función percibir distintos aspectos o características de la luz que llega a la retina.

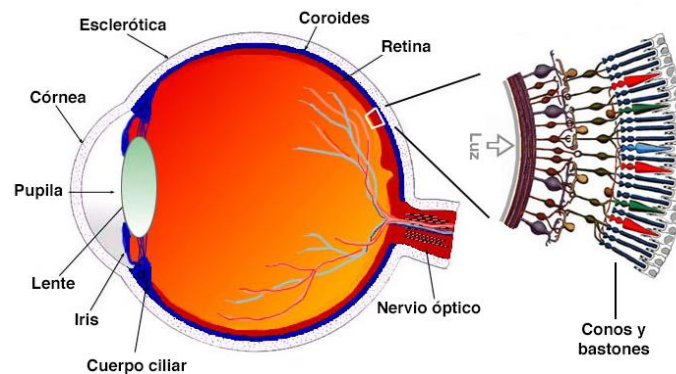
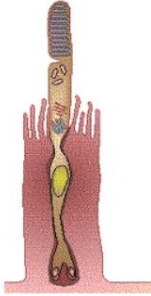
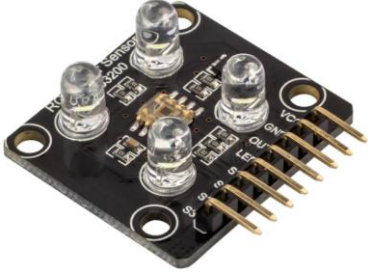


Imagen 1<sup>44</sup>

<sup>44</sup> Imagen 1 ojo humano y sus partes rotuladas <http://www.blueconemonochromacy.org/es/how-the-eye-functions/>

**Nota al docente: Es importante que el estudiante sepa reconocer a que fotorreceptor del ojo humano representa cada sensor. Ya que en las siguientes actividades se deben diferenciar respecto de su respuesta ante estímulos diferentes.**

### Analogías entre modelo gráfico rotulado y prototipo funcional

|                                                                                                                              |                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Bastón</p> <p>Imagen 2<sup>45</sup></p> |  <p>Imagen 3<sup>46</sup></p>  |
|  <p>Cono</p> <p>Imagen 4<sup>47</sup></p>  |  <p>Imagen 5<sup>48</sup></p> |

Materiales por utilizar:

Foco de luz de intensidad lumínica variable (Dimmer, regulador de intensidad de y voltaje)

Focos de luz de colores, rojo, azul y verde

Prototipo de ojo funcional con sus respectivas fotorresistencias y sensor RGB.

Escala de LEDs graduada para medir simbólicamente la intensidad de luz.

### Actividad N°1 “variando intensidad lumínica”

Esta actividad tiene como finalidad exponer al prototipo funcional del ojo a una variación de intensidad lumínica similar a la que se puede experimentar cuando, se oscurece la habitación en la que estamos, o cuando cambiamos el brillo de nuestro teléfono celular o computadora, con la finalidad de verificar experimentalmente como responden los fotorreceptores a este estímulo.

<sup>45</sup> Imagen 2 “bastón” <http://www.blueconemonochromacy.org/es/how-the-eye-functions/>

<sup>46</sup> Imagen 3 fotorresistencia <https://www.didacticaelectronicas.com/index.php/sensores/luz/fotorresistencia-ldr-12mm-fotoreistor-fotorresistor-ldr-sensor-de-luz-detail>

<sup>47</sup> Imagen 4 “cono” <http://www.blueconemonochromacy.org/es/how-the-eye-functions/>

<sup>48</sup> Imagen 5 Sensor RGB <https://www.carrod.mx/products/sensor-de-color-rgb-gv-31-tcs230-tcs3200>

### Procedimiento experimental

- Enfocar imagen del foco luminosos en la retina del ojo (donde se encuentran los fotorreceptores).
- Variar poco a poco la intensidad de lumínica del Dimmer. **(hay que aclarar que la luz del dimmer representa la luz blanca, sin ninguna variación cromática).**
- Observar respuesta de fotorresistencia LEDs **(hay que aclarar que la cantidad de LEDs encendidos indica la cantidad de luz percibida por cada sensor).**
- Observar respuesta del sensor RGB **(Hay que aclarar que el LED de color que se encuentre encendido corresponde al color que está percibiendo el sensor).**
- Comparar las respuestas de ambos sensores **(fotorresistencia y sensor RGB)** y responder las preguntas.

### Preguntas

1. Según el estímulo al que está siendo expuesto el prototipo, ¿Qué otra parte del ojo debería estar realizando alguna función?

Se espera que el estudiante reconozca que la variación de intensidad lumínica en el ambiente corresponde al estímulo al que responde el iris.

**Nota al docente** Se espera que a raíz de la actividad 3 de la guía 2, los alumnos puedan identificar que al estar variando la intensidad de luz del ambiente el ojo debe responder ante este estímulo, específicamente deberían ir modificando el radio de apertura del diafragma (iris) a medida que la intensidad es reducida o aumentada.

2. ¿Cuál de los dos fotorreceptores muestra una mayor respuesta al estímulo luminoso? Describe que sucede con los LEDs de la fotorresistencia y el RGB (bastón y cono respectivamente)

Los estudiantes verán que los leds de los bastones varían a medida que cambia la intensidad lumínica del ambiente, mientras que los leds de los conos se mantienen todos encendidos.

Los estudiantes deben asociar la variación de la intensidad lumínica medida por el fotorreceptor al nivel de sensibilidad de estos, y en base a los “datos” (Nivel indicado por LEDs) notar cuál de los dos sensores (conos o bastones) es más sensible ante el cambio de intensidad lumínica.

3. En base a lo observado explica con tus palabras ¿Por qué crees que los leds de colores (conos) se mantienen encendidos sin importar la intensidad lumínica a la que se exponga?

Recordando lo estudiado en la primera clase se espera que los estudiantes mencionen que al ser luz blanca la que se encuentra presente en el estímulo los conos perciben todos los colores **(que en este caso debido al sensor RGB solo corresponden al rojo, verde y azul)**

4. ¿Qué ocurre con los leds de la fotorresistencia si se aumenta al máximo la intensidad lumínica del ambiente (la potencia del Dimmer)? ¿Qué fenómenos en la naturaleza pueden generar este efecto en nuestros fotorreceptores?

Se espera que los alumnos mencionen el daño que se puede generar en los bastones si el ojo se expone a una intensidad lumínica muy alta.

Por otro lado, se espera que mencionen eventos de la cotidianidad que pueda dañar los fotorreceptores como por ejemplo mirar directamente al sol (referentemente al eclipse ocurrido recientemente y observado desde Chile).

5. Según lo observado hasta ahora ¿Cuál de ambos fotorreceptores es responsable de que podamos ver cuando hay poca luz disponible? Menciona ejemplos en los que este efecto es recreado en la realidad.

Se espera que los estudiantes al ver el comportamiento de los sensores presentes en el prototipo reconozcan que la visión nocturna se debe gracias a los bastones.

### Actividad N°2 “Variación cromática de la luz”

Esta actividad tiene como finalidad mostrar experimentalmente cómo se comportan los fotorreceptores cuando el ojo es expuesto a luz de color rojo, verde y azul. Utiliza el montaje para responder las preguntas.

#### Procedimiento experimental:

- Enfocar imagen del foco luminoso en la retina del ojo (donde se encuentran los fotorreceptores).
- Exponer el prototipo de ojo funcional a luz de diversos colores usando filtros de color rojo, verde y azul, de manera que la imagen que se proyecta en la retina llegue de distintos colores a los fotorreceptores. (la intensidad de la luz blanca a utilizar se debe mantener constante).
- Observar la respuesta del sensor RGB y la fotorresistencia.
- Comparar las respuestas de ambos sensores (**fotorresistencia y sensor RGB**) y responder las preguntas.

**Preguntas:**

1. ¿Cuál de los dos fotorreceptores muestra una mayor respuesta al estímulo luminoso? Describe que sucede con los LEDs de la fotorresistencia y el RGB (bastón y cono respectivamente)

Los estudiantes verán que los leds de los conos presentan variaciones al cambiar la luz de color, si este puesto a luz de color rojo se encenderá el led de dicho color, y lo mismo para los otros dos colores.

Por otro lado, los leds de los bastones se mantendrán sin variación aparente, debido a que el cambio de color se realiza de manera que la intensidad de luz se mantenga constante.

Se espera que los estudiantes logren identificar cuál de los dos fotorreceptores percibe cambios de colores en la luz.

2. ¿Cómo crees que el ojo humano es capaz de ver en muchos más colores si sus conos solo son sensibles a la luz roja, verde y azul?

Se espera que los alumnos reconozcan que, si bien el sensor registra solo dos colores, la mezcla de estos no es responsabilidad o función de los conos.

**Indicaciones al docente:** Explicar que toda interpretación visual es realizada por el cerebro en base a la información recibida por los fotorreceptores, es decir, la mezcla de colores es realizada a nivel cerebral.

3. Imagina que una persona está viendo un objeto de color de magenta, pero luego, una segunda persona dice que percibe ese objeto de color azul. ¿Qué crees que ocurre con los conos de la segunda persona?

Se espera que el alumno reconozca que algo no anda bien con los conos de la segunda persona, y que mencione el daltonismo

**Indicaciones al docente:** Dar ejemplos de cómo vería una persona que con esta condición visual.

### Actividad N°3 “Ojos no humanos”

No todos los seres vivos perciben la realidad de la misma manera. Existen animales que, por ejemplo, pueden percibir una cantidad de colores más reducida que los humanos y también otros que pueden ver incluso en el rango del infrarrojo.

#### Tipos de visión

- Acromáticos: No poseen conos, sino que, solo bastones.
- Monocromática: 1 tipo de cono.
- Dicromática: 2 tipos de conos.
- Tricromática: 3 tipos de conos.
- Tetracromática: 4 o más conos pueden captar infrarrojo y ultravioleta.

Según lo observado en las actividades 1 y 2 responder las siguientes preguntas:

1. Las rapaces nocturnas son animales que cazan siempre de noche y no pueden percibir color alguno. ¿A qué crees que se debe? ¿A qué tipo de visión pertenece la de este animal?



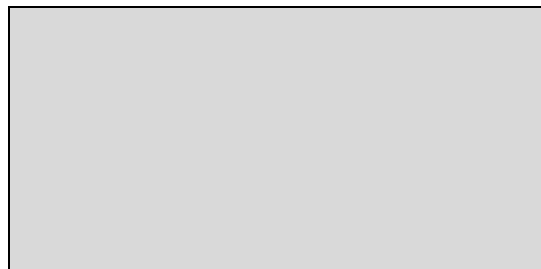
Imagen 6<sup>49</sup>

Se espera que el alumno asocie los estímulos del ambiente a los que se exponen los seres vivos, condicionan la forma en la que los ojos se adaptan a dicho estímulo; (en este caso la poca intensidad de luz) provocando que estos animales desarrollen ojos con bastones, es decir, son acromáticos y solo ven en escala de grises.

2. Los caballos solo pueden ver en dos colores amarillo y azul. ¿A qué crees que se debe? ¿A qué tipo de visión pertenece este animal?



Imagen 7



<sup>49</sup> Imagen 6 <https://www.expertoanimal.com/aves-rapaces-nocturnas-nombres-y-ejemplos-24185.html>

## Guía 4: ¿Cómo podemos mejorar nuestra visión?

Nombre: \_\_\_\_\_

Curso: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_



Lee atentamente la siguiente información y responde las preguntas que se encuentra a continuación

¿Alguna vez tuviste que mirar en un paradero cual era la numeración del autobús que se aproximaba para confirmar si te servía? De seguro se te dificultó en un principio ver dicha numeración, pero a medida que este se acercaba se hizo más visible; o tal vez has visto que tus padre o abuelos utilizan lentes para poder leer, ¿sabes por que lo hacen?

Imagen 1<sup>50</sup>

Seguramente conoces a personas que utilicen anteojos, pues estos no son utilizados solo por moda, estas personas poseen cierta disfunción visual, de las cuales hay distintos tipos y producidas por distintas razones, entre ellas se destacan las más comunes como miopía, astigmatismo, hipermetropía y cataratas.

**La miopía** es causada debido a que el tamaño del globo ocular no está en proporción con el poder de enfoque del cristalino, dicho en otras palabras, es generada por un alargamiento del globo ocular, esto provoca que los rayos de luz converjan antes de la retina, dificultando así el poder observar objetos distantes.

**La hipermetropía** es causada debido a que el tamaño del globo ocular no se encuentra en proporción al poder de enfoque del cristalino, muy similar a lo que ocurre con la miopía, sin embargo, en este caso los rayos de luz convergen después de la retina, lo que dificulta el poder observar objetos cercanos.

**El astigmatismo** es causado por distintas curvaturas en la cornea, las cuales poseen distintos focos, debido a esto, se generará dificultad para observar el contorno de los objetos.

La disfunción visual conocida como **cataratas** afecta principalmente al cristalino, el cual esta formado en su mayoría por agua y proteínas; al pasar los años, algunas proteínas pueden formar cúmulos, los cuales nublan una pequeña parte del cristalino. Existen tres tipos de **cataratas**. Esta la **catarata subcapsular** que se genera en parte trasera del cristalino; la **catarata nuclear** que se genera en el centro del cristalino y la **catarata cortical** que se produce inicialmente en la periferia del cristalino y se extiende al centro de este.

1. ¿Qué es una disfunción visual?



Se espera que el estudiante pueda responder a partir de sus conocimientos previos y de la información que se le brindo anteriormente.

2. ¿En qué se diferencia la miopía de la hipermetropía?



Se espera que el estudiante pueda responder a partir de sus conocimientos previos y de la información que se le brindo anteriormente y distinga que es lo que provoca la miopía y que es lo que provoca la hipermetropía.

3. ¿conoces alguna disfunción visual que no se haya mencionado? Nómbralas.



Se espera que los estudiantes puedan responder a través de sus conocimientos previos, las distintas disfunciones visuales que existen.

4. ¿Por qué la gente que posee alguna disfunción visual debe utilizar

anteojos?



Se espera que los estudiantes puedan relacionar la óptica geométrica (diagrama de rayos) con las disfunciones visuales y como es posible el corregir estas disfunciones.



## ¡Vamos a experimentar!

Ahora que ya conoces algunas disfunciones visuales y como se producen intentaremos corregirlas e identificarlas.

### Materiales:

- Modelos 3D del ojo humano.
- Cinta métrica.
- Distintas lentes.
- Fuente luminosa.



### ¿Qué haremos?

- 1) Fijar un cristalino (lente) en el ojo (maqueta)
  - 2) Posicionar un objeto para que se forme una imagen en el ojo.
  - 3) Medir las distancias correspondientes.
  - 4) Alterar el montaje para las distintas enfermedades (miopía, hipermetropía, astigmatismo, cataratas)
  - 5) Registrar valores de distancias de objeto, imagen y foco.
  - 6)
- A. ¿Puedes reconocer alguna disfunción visual? Nómbralas.

Se espera que los estudiantes puedan variar las distancias presentes en el modelo del ojo para identificar alguna disfunción visual en particular.

- B. Realiza el diagrama de rayos correspondiente a la miopía.

Se espera que los estudiantes realicen un diagrama de rayos con un lente que ellos estimen conveniente (cóncavo, convexo, biconcavo, biconvexo, etc.) para poder corregir esta disfunción.

C. Realiza el diagrama de rayos correspondiente a la hipermetropía.

Se espera que los estudiantes realicen un diagrama de rayos con un lente que ellos estimen conveniente (cóncavo, convexo, biconcavo, biconvexo, etc.) para poder corregir esta disfunción.



Ahora que ya identificaste las insuficiencias visuales, es momento de ayudar a nuestro ojo a que pueda ver mejor.

Junto con tus compañeros, utilizando las distancias que registraron anteriormente, y trabajando con la ecuación de lentes realicen los cálculos y estimen que tipo de lentes necesitará nuestra maqueta del ojo para poder ver de mejor manera. Puedes apoyarte de un dibujo si lo requieres.

**1) Miopía.**

Se espera que los estudiantes realicen los cálculos a mediante las ecuaciones que ya conocen, de las distancias necesarias para corregir la disfunción visual: distancia objeto lente, distancia - imagen - lente, distancia objeto - imagen.

**2) Hipermetropía**

Se espera que los estudiantes realicen los cálculos a mediante las ecuaciones que ya conocen, de las distancias necesarias para corregir la disfunción visual: distancia objeto lente, distancia - imagen - lente, distancia objeto - imagen.

### 3) Cataratas

Como esta disfunción visual no esta relacionada con las distancias en la óptica del ojo, los estudiantes se verán problematizados, debido a esto es que al llegar a este punto del docente les deberá mostrar, utilizando el modelo del ojo 3D, como es que se genera esta disfunción visual para que ellos puedan plantear alguna solución.

**¡¡Pongamos a prueba la teoría!!**



- Prueba tus predicciones de lentes correctivas para cada enfermedad ¿funciono? a continuación, dibuja el diagrama de rayos correspondiente a cada corrección de las enfermedades.

#### **Miopía**

Se espera que los estudiantes utilicen la lente que eligieron en la actividad anterior y puedan comprobar si efectivamente esta funciona para corregir esta disfunción visual. También deben registrar las distancias que presenta el modelo (distancia objeto lente, lente imagen, objeto imagen) y compararlas con las distancias tóricas a través de cálculos.

#### **Hipermetropía**

Se espera que los estudiantes utilicen la lente que eligieron en la actividad anterior y puedan comprobar si efectivamente esta funciona para corregir esta disfunción visual. También deben registrar las distancias que presenta el modelo (distancia objeto lente, lente imagen, objeto imagen) y compararlas con las distancias tóricas a través de cálculos.

### **Astigmatismo**

Se espera que los estudiantes utilicen la lente que eligieron en la actividad anterior y puedan comprobar si efectivamente esta funciona para corregir esta disfunción visual. También deben registrar las distancias que presenta el modelo (distancia objeto lente, lente imagen, objeto imagen) y compararlas con las distancias tóricas a través de cálculos.

## **Anexo N°5 instrumento de validación**

### Encuesta de validación de Guías

El propósito principal de esta encuesta es validar una propuesta de aprendizaje para estudiantes de primer año de enseñanza media, basada en la unidad 3: “Percepción sonora, visual y ondas sísmicas”, enfocada en el eje de percepción visual. Los temas tratados de cada unidad se presentan a continuación:

|                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Unidad: percepción sonora, visual y ondas sísmicas                                                                                                                                                                                              |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• El ojo humano, sus principales estructuras y la función que cumplen.</li><li>• La física de la visión.</li><li>• Formación de imágenes en el ojo humano.</li><li>• enfermedades de la visión.</li></ul> |

Cabe señalar, que el concepto de validación se refiere a que determina si el documento creado se ciñe a las especificaciones descritas en el proyecto, que, en este caso, son las guías empleadas para la comprensión del ámbito mencionado anteriormente.

En su calidad de evaluador experto, sus observaciones y valoraciones nos serán de gran utilidad para mejorar esta propuesta ya mencionada, por lo que agradecemos de antemano su buena disposición y tiempo utilizado para revisar el documento y contestar a conciencia.

Antes de mencionar los indicadores y su evaluación, nos es de suma importancia saber lo siguiente:

|                                                                                                          |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Nombre:                                                                                                  |  |
| Títulos y grados:                                                                                        |  |
| Tipo de establecimiento en el que se desempeña (particular pagado, particular subvencionado, municipal): |  |
| Año de experiencia docente:                                                                              |  |
| ¿Ha enseñado contenidos sobre óptica y percepción visual cinco años?:                                    |  |
| ¿Ha implementado guías como las que evaluará a continuación?:                                            |  |
| Nivel al que enseña generalmente:                                                                        |  |

**Instrucciones a seguir:**

A continuación, se muestran una serie de indicadores referentes a la guía, los cuales serán los criterios a evaluar para nuestra mejora.

Ahora bien, para cada indicador escoja una valoración de acuerdo a la siguiente escala y escríbala en la casilla correspondiente señalada con el nombre de “valoración”:

| Valoración | Interpretación           |
|------------|--------------------------|
| 4          | Completamente de acuerdo |
| 3          | De acuerdo               |
| 2          | En desacuerdo            |
| 1          | Totalmente en desacuerdo |

*Tabla 1: "Valoración"*

*Tabla 1: "Valoración de indicadores"*

**PARTE I: DISEÑO Y PRESENTACIÓN**

| Indicador                                                                                                                              | Valoración |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. La presentación de las guías es atractiva y estimula a trabajar en ellas.                                                           |            |
| 2. Las indicaciones generales son claras y de fácil comprensión.                                                                       |            |
| 3. Los títulos que se emplean al comienzo de cada actividad funcionan de manera coherente con lo que viene a continuación.             |            |
| 4. En las guías, se cumple con el orden de una clase, es decir, es fácil identificar inicio, desarrollo y cierre.                      |            |
| 5. La redacción de las preguntas es clara y no da lugar a otras interpretaciones.                                                      |            |
| 6. El espacio luego de cada pregunta o solicitud de parecer del estudiante es adecuado.                                                |            |
| 7. El tamaño, tipo de color y letra es apropiado para el estudiante.                                                                   |            |
| 8. Las actividades a realizar son adecuadas para la implementación en el aula de clases considerando la complejidad en los contenidos. |            |
| 9. El desarrollo de las guías no supera el tiempo asignado previamente por el docente (2 horas pedagógicas – 1 hora y 30 minutos).     |            |
| 10. Las imágenes puestas en las guías orientan al estudiante el desarrollo de las actividades.                                         |            |

## PARTE II: CONCEPTOS Y MARCO TEÓRICO

| Indicador                                                                                                                                                             | Valoración |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. Las actividades propuestas en las guías permiten desarrollar contenido de los temas de cada unidad presentados en la introducción.                                 |            |
| 2. En las guías, es posible identificar el contenido a trabajar de manera clara.                                                                                      |            |
| 3. Las actividades propuestas en cada guía aportan al desarrollo y comprensión del contenido.                                                                         |            |
| 4. Los conceptos aplicados en las guías son coherentes con los contenidos que se deben tratar en el nivel.                                                            |            |
| 5. Las actividades sugeridas, favorecen el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, señaladas según el Ministerio de Educación.                           |            |
| 6. Las partes de las guías que tratan en conjunto la física y la biología son claras y relacionadas entre ellas.                                                      |            |
| 7. El desarrollo de actividades finales en grupo, permiten llegar a un consenso, por ende, un cierre.                                                                 |            |
| 8. Las actividades generales en las guías reflejan el conocimiento que esperar lograr el docente en sus estudiantes.                                                  |            |
| 9. Las actividades en las guías funcionan de manera más eficaz que una clase expositiva/tradicional.                                                                  |            |
| 10. Las guías permiten al estudiante identificar la anatomía y disfunciones visuales en el ojo humano.                                                                |            |
| 11. Las guías potencian la idea de que la visión es un proceso físico y biológico.                                                                                    |            |
| 12. Las guías realizan una interconexión entre la biología y la física.                                                                                               |            |
| 13. Las guías permiten desarrollar ideas afines hacia un buen cuidado de la visión.                                                                                   |            |
| 14. Las guías están correlacionadas en cuanto a los contenidos tratados.                                                                                              |            |
| 15. Las guías para el docente son claras y cumplen con el objetivo de que cualquier docente al leerla sepa implementarla, según las instrucciones planteadas en ella. |            |

### PARTE III: CONTENIDOS GUÍA 1

| Indicador                                                                                                                                                          | Valoración |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. La guía presenta una estructura definida claramente basada en educación STEAM integrada.                                                                        |            |
| 2. La guía permite que los estudiantes lleguen a asociar los fenómenos físicos asociados al prisma óptico y al espectroscopio casero son similares.                |            |
| 3. Respecto a la actividad de creación de un espectroscopio casero, esta provee y aporta a la apropiación del concepto acerca del espectro de luz visible.         |            |
| 4. La guía presenta claramente un cierre, con el cual se consensua, se obtiene la idea final y central que propone la guía en las ideas planteadas en un comienzo. |            |
| 5. La guía en general fomenta el trabajo en equipo de los estudiantes.                                                                                             |            |

### CONTENIDOS GUÍA 2

| Indicador                                                                                                                                       | Valoración |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. La guía presenta una estructura definida claramente basada en educación STEAM integrada.                                                     |            |
| 2. En las actividades propuestas se consideran la relevancia del cristalino, cuerpo ciliar, iris, pupila y tamaño del ojo en el sistema óptico. |            |
| 3. Se provee de un mejor panorama para comprender el proceso de visión humana y las variables asociadas a este, tanto físicas como biológicas.  |            |
| 4. La guía en general fomenta el trabajo en equipo de los estudiantes.                                                                          |            |

### CONTENIDOS GUÍA 3

| Indicador                                                                                                                                                   | Valoración |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. La guía presenta una estructura definida claramente basada en educación STEAM integrada.                                                                 |            |
| 2. En las actividades propuestas se presenta claramente de los distintos tipos de fotorreceptores y el rol que desempeñan estos en el proceso de la visión. |            |
| 3. Se provee una nueva visión respecto a la comprensión de la sensibilidad de los conos y los bastones y como es que estos interactúan con la luz.          |            |
| 4. Las actividades de sensibilidad de los distintos fotorreceptores permiten comprender la diferencia de reacción ante la luz entre ellos.                  |            |
| 5. Las actividades permiten identificar diferencias entre la visión humana y la visión de ciertos animales.                                                 |            |

## CONTENIDOS GUÍA 4

| Indicador                                                                                                                                   | Valoración |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. La guía presenta una estructura definida claramente basada en educación STEAM integrada.                                                 |            |
| 2. Las causales de las disfunciones visuales propuestas en la guía son claras y evidencian las consecuencias tanto físicas como biológicas. |            |
| 3. Se expresa claramente que las distintas disfunciones visuales pueden corregirse a través de la implementación de distintas lentes.       |            |
| 4. Las actividades propuestas dan espacio a que los estudiantes puedan corregir sus conceptos de ser necesario.                             |            |

Alguna observación o comentario que nos permita mejorar nuestra estrategia educativa?

[illegible]

Finalmente, agradecemos su colaboración y participación que será de gran utilidad para mejorar nuestro trabajo.