

Física y anatomía: Explorando la visión

Salinas Lagunes Sophia¹, Flores Rodríguez Diego¹, Huerta Ávila Elisa¹, Méndez Castañeda Valetina¹

¹ Universidad La Salle, Escuela Preparatoria Santa Teresa. CDMX, México.

sophiasalinas@lasallistas.org.mx, diegoflores@lasallistas.org.mx,
elisahuerta@lasallistas.org.mx, valentinamendez@lasallistas.org.mx

Resumen. La física ha sido considerada como una de las materias más complejas por los estudiantes, debido a que ha sido enseñada mediante métodos abstractos que dificultan la comprensión de los temas y limitan su relación con situaciones cotidianas y con el área académica elegida en sexto de preparatoria, en este caso, ciencias biológicas y de la salud. En este proyecto, el tema de la óptica geométrica es abordado como una rama de la física en la que son estudiados los cambios de dirección que experimentan los rayos de luz durante los fenómenos de reflexión y refracción, mediante leyes geométricas. Se propone que sea implementada la disección de un ojo de lechón dentro del plan de estudios, con el fin de lograr que la física y la morfofisiología sean comprendidas y relacionadas, apoyándose en la teoría del aprendizaje experiencial. Dicha teoría es entendida como un sistema integrativo donde el aprendizaje es iniciado a partir de una experiencia interactiva, permitiendo que sean generadas observaciones y relaciones entre los conceptos teóricos y sus aplicaciones prácticas. Durante la práctica, se busca que la anatomía y fisiología ocular sean reconocidas, considerando al cristalino como un lente, calculando el aumento que produce, e identificando si el ojo es emétrope, miope o hipermétrope según la distancia entre la retina y el nervio óptico. Tras realizar la disección, fue observado que los ojos de lechón tienden a ser miopes, al presentar una distancia menor a 2.2 cm, y un aumento aproximado de 1.5.

Palabras Clave: Miope, Hipermétrope, Emétrope.

1 Descripción de la problemática prioritaria abordada

La física es considerada una materia difícil de comprender para los alumnos de bachillerato por el carácter abstracto de sus temas. El método de enseñanza, con un enfoque tradicional, se basa en explicar la teoría y después resolver problemas. Aunque en algunos casos los problemas cuentan con enunciados que permiten conocer sus usos en la vida cotidiana, estos ejemplos no llegan a ser totalmente convincentes para los alumnos del área de ciencias biológicas y de la salud, quienes perciben que la materia no se relaciona con sus intereses. En el caso de la óptica geométrica, se nos enseñan los elementos para la formación de imágenes: un eje óptico en el que se encuentra el vértice del espejo, un foco y una curvatura. Aun sabiendo esto, muchos alumnos no podrían identificar qué elementos tienen una equivalencia, lo que limita la comprensión integral del tema.

La Reforma Integral de la Educación Media Superior declaró que el enfoque educativo que es usado en las aulas es un obstáculo para mejorar la educación al ser memorístico y enciclopédico, por ende, no incita el desarrollo de las capacidades de comprensión, ni a la aplicación del conocimiento a problemas prácticos. A pesar de sus esfuerzos durante 9 años, la reforma no logró modificar los procesos de aprendizaje.

Esta falta de conexión afecta a los estudiantes al no generar el interés que se debería, perjudicando el aprendizaje significativo de la materia, impidiendo la conexión activa entre nuevos y previos conocimientos, dificultando la comprensión de la teoría y la resolución de problemas

mediante el uso de ecuaciones. A largo plazo, se verá afectado el desempeño universitario, ya que se carecerá de la habilidad de integrar diversas materias, debilitando su formación científica al aislar el conocimiento en cada asignatura. Por ello, se deben buscar maneras de enseñar física de forma más personalizada en las áreas propedéuticas, con temas afines al alumnado, generando un aprendizaje interdisciplinario con el fin de potenciar la motivación, facilitar la comprensión y preparar mejor a los estudiantes para los retos académicos que enfrentarán en su formación profesional.

Existen diversas propuestas sobre la enseñanza interdisciplinaria, siendo una de las más destacadas la teoría del aprendizaje experiencial, que afirma que el conocimiento se construye a partir de la experiencia directa, permitiendo la adquisición, manipulación y recordación de símbolos abstractos, y generando una perspectiva integrativa del aprendizaje. Esta teoría plantea formar relaciones con lo abstracto, mediante un ciclo que inicia con la experiencia concreta, en donde el alumno participa con una experiencia nueva, en este caso la disección, con el fin de recopilar información a través de la vivencia directa. Después se inicia la observación reflexiva, en donde se analiza lo vivido, evaluando los resultados, que en este caso serían los cálculos del aumento producido por el cristalino y las medidas entre la córnea y el nervio óptico. Posteriormente, en la fase de conceptualización abstracta, se asimilan los nuevos conceptos y se busca dar sentido a estos al conectarlos con el conocimiento previo, ya sea de la óptica geométrica y/o la morfofisiología del sistema ocular, para finalizar con la experimentación activa, en la que el alumno es capaz de aplicar los conocimientos adquiridos a problemas que pongan a prueba lo aprendido. Por lo que se propone generar esas experiencias y orientarlas más al ámbito biológico y médico.

Esta propuesta se vincula con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4: Educación de calidad, al promover prácticas contextualizadas en el área de interés, lo cual las hace más atractivas para los estudiantes de las ciencias biológicas y de la salud. Al relacionar contenidos de física con biología y medicina se genera mayor motivación, lo que, según diversas investigaciones, incrementa la participación activa en el proceso de aprendizaje y mejora el rendimiento académico. Además, esta propuesta fomenta la educación interdisciplinaria, integrando saberes de distintas materias para abordar un mismo fenómeno desde diversas perspectivas. Esto contribuye a que el estudiante forme un perfil más amplio y crítico, impulsando una educación pertinente y de calidad.

2 Objetivo

Implementar una práctica de laboratorio interdisciplinaria enfocada en el área de ciencias biológicas y de la salud que promueva el aprendizaje significativo mediante el método experiencial con el fin de contribuir al ODS de educación de calidad. Al analizar la estructura anatómica del ojo de cerdo mediante su disección, utilizando herramientas ópticas y técnicas de observación detallada, para comprender los principios de la óptica geométrica aplicados en sistemas biológicos; midiendo la distancia entre la córnea y el nervio óptico para determinar si el ojo es emétrope, hipermétrope o miope, y comprender cómo estas condiciones afectan los aumentos del cristalino y la calidad de la visión, a su vez calcular el aumento de tamaño de una imagen al ser colocada debajo del cristalino y compararla con la imagen original para comprender con mayor precisión los efectos del cristalino sobre los objetos y las alteraciones en sus dimensiones.

3 Propuesta teórico-metodológica

Con este proyecto se implementa una práctica de laboratorio en la que se realiza una disección de ojo de lechón, generando una experiencia significativa y multidisciplinaria para los estudiantes usando el método de aprendizaje experiencial. Según un estudio realizado en China con estudiantes de medicina se compararon dos grupos: uno fue enseñado mediante el método tradicional y el otro, el método experiencial. Al aplicarles un examen acerca de los temas vistos, el grupo experimental obtuvo en promedio un punto más que el grupo control.

Esta actividad permite integrar conocimientos de la materia de morfofisiología, mediante la identificación de las estructuras del ojo y la comprensión de su funcionamiento, así como los conceptos de óptica geométrica, vistos en física, al calcular el aumento producido por el cristalino como si fuera un lente mediante el uso de la “ecuación (1)”. [EXPLICACIÓN FÍSICA] Asimismo, se busca que los alumnos puedan aplicar el conocimiento de ambas materias para identificar si el

ojo del cerdo es emétrope = $24.62 \pm 0.38 \text{ mm}$, miope o hipermétrope $\leq 23.63 \pm 0.92 \text{ mm}$, medidas extraídas del artículo chino “A CT study of the relation between ocular axial biometry and refraction”, y comprendiendo cómo actúan los lentes correctivos para resolver estos problemas visuales.

$$Aumento = \frac{\text{Imagen distorsionada}}{\text{Imagen real}} \quad (1)$$

4 Discusión de resultados

Se realizó la disección de seis ojos porcinos (Figura 1). Se extrajo la mayor parte de músculo extraocular para visualizar claramente la localización del nervio óptico. Posteriormente se midió en cada ojo la longitud axial, es decir la distancia entre la córnea y el inicio del nervio óptico (Figura 2). Este análisis permitió identificar la condición visual de cada uno, en dónde se encontró que cinco de seis ojos mostraban una longitud axial reducida indicando hipermetropía, es decir que tienen un globo ocular demasiado corto provocando que enfoque detrás de la retina, dificultando el ver de cerca.

Siguiendo con la disección se hicieron cortes coroneales para retirar la córnea permitiendo la salida del humor acuoso, líquido transparente encargado de nutrir los tejidos de la cámara anterior del ojo, mantener la forma del ojo ejerciendo presión intraocular entre la córnea y el cristalino y mantener una refracción correcta de la luz. El humor acuoso en la Figura 3 se observa de color negro porque ha sido pigmentada por los melanocitos del iris al momento de cortar el ojo. El iris (Figura 4) es un disco membranoso encargado de regular la entrada de luz al globo ocular.

Al continuar con los cortes, se logró extraer el humor vítreo junto con el cristalino. El humor vítreo (Figura 5) es un gel transparente que mantiene la forma del ojo al ejercer presión intraocular entre el cristalino y la retina. El cristalino (Figura 6) actúa como una lente biconvexa para el ojo, que permite enfocar objetos y generar un aumento visual a las cosas que observamos, cambiando la distancia focal al relajarse y volverse plano, disminuyendo su poder de refracción para objetos lejanos; caso contrario con objetos cercanos, en donde se contrae y curva para aumentar el poder de refracción y así enfocar los rayos convergentes de la retina. Para determinar el grado de aumento de cada cristalino (Figura 7), se colocó sobre un número impreso, midiendo la diferencia antes y después de ser colocada. Se obtuvo una media de 1.54 y una moda de 1.5, como se muestra en la Tabla 1. Finalmente, se logró apreciar la retina del ojo en la Figura 8.

Esta práctica favorece un aprendizaje experiencial y significativo, relacionando conceptos atómicos con la óptica geométrica. Fomentando una comprensión interdisciplinaria en estudiantes de ciencias biológicas y de la salud, al emplear ejemplos del interés mediante la implementación de prácticas personalizadas, promoviendo así una educación de calidad en concordancia con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4.

5 Conclusiones y perspectivas futuras

El proyecto permitió responder cómo una práctica de laboratorio basada en la disección de un ojo puede contribuir al aprendizaje de la óptica geométrica y a la identificación anatomofuncional del sistema visual, concluyendo que, al combinar un enfoque morfológico con principios de física, propicia un conocimiento integral acerca del funcionamiento del globo ocular y la aplicación de principios de la óptica geométrica en un sistema biológico real. Se alcanzó con éxito el objetivo propuesto, el cual era contribuir al ODS 4 mediante el análisis de la estructura anatómica del ojo de lechón mediante una disección. La identificación de la condición óptica de los ojos diseccionados a partir de la medición de la longitud axial entre la córnea y el nervio óptico, encontrando que cinco de los seis ojos presentaban una longitud menor a la de un ojo emétrope; esto nos indica la presencia de hipermetropía. Esta condición se asocia con una menor longitud del globo ocular y provoca que las imágenes se enfoquen por detrás de la retina, dificultando la visión de cerca. De igual manera, se realizó un análisis del cristalino como lente, calculando el aumento visual producido al poner una imagen impresa por debajo del cristalino. Se determinó un aumento promedio de 1.54, demostrando su función de refracción y enfoque en el ojo.

Este proyecto promueve una educación interdisciplinaria experiencial de calidad, permitiendo una integración del aprendizaje de manera orgánica al evitar el aislamiento de lo aprendido por materias y generando una experiencia nueva que les ayude a relacionar el conocimiento previo. A través de esta práctica se reforzaron habilidades analíticas y se fomenta la aplicación de conceptos teóricos en experimentos.

Para futuras investigaciones se sugiere ampliar el número de muestras usadas; esto permitirá tener resultados estadísticamente confiables. También, podría mejorarse realizando comparaciones entre ojos de diferentes especies animales con el fin de estudiar las variaciones de cada sistema óptico. Finalmente, sería útil dar una metodología replicable que permita implementar esta actividad en otras instituciones educativas, promoviendo así la enseñanza experiencial.

6 Agradecimientos

A la comunidad educativa de la Escuela Preparatoria Santa Teresa de la Universidad La Salle México por su apoyo en el presente proyecto.

Referencias

1. B Lachenmayr (2006). Visual field and road traffic. How does peripheral vision function?. *Der Ophthalmologe : Zeitschrift der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16328491/>
2. Kolb, D.A. (1984). The process of Experiential Learning. En H. Prentice (Ed.), *Experiential learning: experience as the source of learning and development* (pp. 20–30). Editorial Case Western Reserve University. https://www.fullerton.edu/cice/_resources/pdfs/sl_documents/Experiential%20Learning%20-%20Experience%20As%20The%20Source%20Of%20Learning%20and%20Development.pdf
3. Marieb E. y Keller, S. (2017). Sentidos especiales. En M. Martín-Romo (Ed.), *Fisiología humana* (pp. 278–290). Editorial Pearson.
4. Ludwig et al. (2023) *Anatomy, Head and Neck, Eye Cornea*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/n/statpearls/article-19982/>
5. Luna, J. C., & Arias, J. D. (2019). *Retina: Manual de la PAAO para residentes y fellows en formación*. Pan-American Association of Ophthalmology. <https://pao.org/wp-content/uploads/2016/05/LIBRO-RETINA-PAAO-2019-interactivo.pdf>
6. Wang, F. R., Zhou, X. D., & Zhou, S. Z. (1994). [Zhonghua yan ke za zhi] Chinese journal of ophthalmology, 30(1), 39–40. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8082473/>

Tabla 1. Mediciones morfofuncionales del ojo en relación con su condición visual.

Ojo	Distancia entre córnea y nervio [mm]	Aumento del cristalino	Condición Visual
Número 1	22	1.5	Hipermétrope
Número 2	25	2	Emétrope
Número 3	17	1.25	Hipermétrope
Número 4	18	1.5	Hipermétrope
Número 5	20	1.5	Hipermétrope
Número 6	19	1.5	Hipermétrope



Figura 1. Seis ojos de cerdo. Muestras cuyo músculo extraocular ha sido removido, siendo la córnea y el nervio óptico visible.



Figura 2. Medición de longitud axial del ojo. Ejemplo de cómo se midió la distancia entre la córnea y el inicio del nervio óptico.



Figura 3. Humor acuoso. En el bisturí se encuentra el humor acuoso pigmentada por el iris dando un color negro.



Figura 4. Iris aislado del globo ocular. Disco membranoso de forma circular de color oscuro debido a los melanocitos de este.



Figura 5. Humor vítreo sostenido en pinzas. Gel transparente que mantiene la presión intraocular dónde se puede apreciar la densidad de este.



Figura 6. Cristalino aislado del globo ocular. Lente transparente natural biconvexo el cuál se encuentra un poco manchado por el humor acuoso.



Figura 7. Aumento del cristalino. El cristalino es colocado sobre un número y medimos el ancho del número antes y después de colocarlo.



Figura 8. Retina del ojo porcino. Capa de tejido en la parte posterior del ojo que convierte la imagen enfocada por la retina en una señal eléctrica para el cerebro.