

# Tras bastidores del ojo humano: anatomía, problemas comunes y soluciones

## *Behind the scenes of the human eye: anatomy, common issues and solutions*

Ana Laura Martínez Rodríguez y José Luis Maldonado Rivera

### Resumen

"Tus ojos, qué bellos son tus ojos", qué bonita frase que la mayoría de nosotros hemos dicho al menos alguna vez a alguna persona. Pero, ¿cómo es el ojo humano? ¿Cómo vemos? ¿Por qué muchas personas necesitan usar lentes, ya sean anteojos o lentes de contacto? En este breve artículo, se describen las partes principales del ojo humano y su función. Se explica cómo es posible la visualización, es decir, cómo vemos. Asimismo, se detallan las ametropías o alteraciones visuales más comunes, como la miopía, hipermetropía y astigmatismo, y se explica cómo se pueden corregir con lentes. También se menciona un procedimiento alternativo como es la cirugía láser. Se destaca la importancia de la revisión periódica de nuestros ojos por parte de los profesionales correspondientes, ya sean oftalmólogos y optometristas.

**Palabras clave:** ojo humano, visión, enfermedades del ojo humano, lentes.

### CÓMO CITAR ESTA COLABORACIÓN

Martínez Rodríguez, Ana Laura y Maldonado Rivera, José Luis (2024, marzo-abril). Tras bastidores del ojo humano: anatomía, problemas comunes y soluciones. *Revista Digital Universitaria (RDU)*, 25(2). <http://doi.org/10.22201/cuaieed.16076079e.2024.25.2.1>

### Abstract

"Your eyes, how beautiful they are," what a lovely phrase that most of us have said at least once to someone. But how is the human eye? How do we see? Why do many people need to use glasses, whether they are eyeglasses or contact lenses? In this brief article, the main parts of the human eye and their function are described. It explains how visualization is possible, that is, how we see. Likewise, the most common visual disorders, such as myopia, hypermetropia, and astigmatism, are detailed, and it explains how they can be corrected with lenses. An alternative procedure, such as laser surgery, is also mentioned. The importance of regular eye examinations by the corresponding professionals, whether ophthalmologists or optometrists, is emphasized.

**Keywords:** human eye, vision, human eye's illnesses, lenses.

Ana Laura Martínez Rodríguez

Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad León (ENES-UNAM)

Licenciada en Optometría por la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) (2007-2011) y maestra en Rehabilitación Visual por la misma universidad. Realizó su tesis en el Laboratorio Nacional de Ciencias de la Visión (LANOV) en el CIO (2017-2019). Diplomado de Óptica Oftálmica por la Universidad de La Salle (Unisalle), Bogotá Colombia. Estudiante de doctorado en el PMDCMOS de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Profesor de Licenciatura en Optometría en la ENES unidad de León UNAM, en las asignaturas de Óptica visual II, Anomalías de la visión binocular y Visión perceptual. Asesora de 3 tesis de licenciatura en proceso y una concluida. Actual responsable de la Licenciatura de Optometría de la ENES unidad León, UNAM.

José Luis Maldonado Rivera

Centro de Investigaciones en Óptica A.C. (CIO), CONAHCYT

Doctor en Física por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, 1999). Realizó estancias predoctoral y postdoctoral en el Optical Sciences Center, Universidad de Arizona. Es Investigador Titular del CIO-CONAHCYT desde hace 24 años. Su área de investigación es energía, opto-electrónica orgánica (*plástica*): celdas solares orgánicas (OSCs u OPVs), OLEDs y celdas de perovskitas (PSCs). Es profesor de asignatura en la ENES-León, UNAM desde su fundación en el 2011 (en los 90 lo fue en CU-UNAM). Ha impartido múltiples charlas y publicado artículos de difusión en varias instituciones, periódicos y revistas, radio y tv. Ha dirigido tesis a 41 estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado (14, 16 y 11, respectivamente); y también 10 estancias postdoctorales. Ha publicado 122 artículos científicos internacionales con 3500 citas y h-index = 33; ORCID: 0000-0003-3601-7464. Distinciones: Premio Gustavo Baz Prada 1993, UNAM, Primer Lugar (Apoyo a la Investigación); Becario UNAM, Fundación UNAM y CONAHCYT (1993-1994, 1996-1997 y 1994-2002, respectivamente). Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI I).



[jlmr@cio.mx](mailto:jlmr@cio.mx)



0000-0003-3601-7464



[joseluis\\_maldonado/](https://github.com/joseluis_maldonado/)

## Detrás de la mirada

Nuestros ojos funcionan como lentes biológicas para formar imágenes (figura 1), de manera análoga a cómo una cámara fotográfica utiliza una serie de lentes para crear una imagen (Hecht, 2000, p. 207-210). La comprensión del funcionamiento de estas lentes biológicas ha sido confusa a lo largo del tiempo. Inicialmente, la teoría emisionista sostenía que la visión se lograba mediante rayos de luz que salían de los ojos, siendo luego reemplazada por la teoría inmisionista o intromisionista, que postula que los rayos provienen de los objetos (Educar Portal, 2023; Aivar y Travieso, 2009, p. 11-15). En 1625, Christoph Scheiner (1575-1650), físico, astrónomo y profesor universitario alemán, realizó observaciones pioneras al quitar la cubierta posterior del ojo de un animal y percibir una pequeña imagen invertida de la escena frente al ojo a través de la retina transparente (Hecht, 2000, p. 207).



**Figura 1.** Ojo humano. Crédito: fotos realizadas en el cio.

## Prevención de la ceguera

De acuerdo con la Agencia Internacional para la Prevención de la Ceguera (The International Agency for the Prevention of Blindness [IAPB], 2023), más de mil millones de personas sufren enfermedades oculares como cataratas, retinopatía diabética o glaucoma debido a la falta de acceso a servicios oftalmológicos/optométricos. La ausencia de revisiones oculares y el no uso de lentes contribuyen a esta problemática, siendo evitables en 3 de cada 4 personas con debilidad visual.

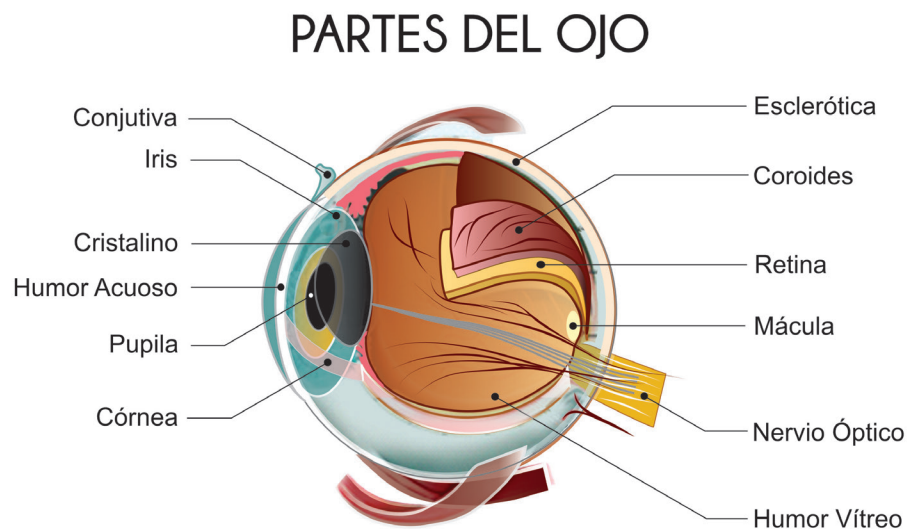
Estos datos alarmantes resaltan la importancia de los sistemas de salud ocular, la formación del personal oftalmológico y optométrico<sup>1</sup>, y la infraestructura para la investigación y la salud ocular. Diversas instituciones y programas, como el Laboratorio Nacional de Óptica de la Visión (LANOV) en el Centro de Investigaciones en Óptica A.C. (CIO), CONAHCYT, en León, Guanajuato, así como la Licenciatura en Optometría en la ENES-León de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), desempeñan un papel crucial. La Clínica de Optometría Salud Visual de la ENES-León ofrece servicios especializados, incluyendo tomografía de coherencia óptica (OCT), topógrafo corneal, perímetro (campos visuales), cámara de fondo de ojo y electroretinograma. Además, la clínica tiene un programa dedicado a la

<sup>1</sup> Recordemos, la persona oftalmóloga es un médico especializado en ojos, la persona optometrista es un especialista, no médico, en óptica visual.

atención gratuita de pacientes con diabetes para prevenir y tratar la retinopatía diabética, una causa principal de ceguera en México. El complejo inaugurado en agosto de 2023 por el rector Enrique Graue está asociado a la licenciatura de optometría y la clínica de salud visual, con la expectativa de convertirse en una de las instalaciones más grandes y completas de Latinoamérica.

## El ojo humano y algunas enfermedades o alteraciones comunes (ametropías)

El ojo humano se puede conceptualizar como un sistema positivo de lentes que converge haces de luz<sup>2</sup>, similar al sensor de una cámara fotográfica (Hecht, 2000, p. 204-210). En la parte a) de la figura 2, se presentan sus componentes básicos.



**Figura 2.** Las distintas partes de un ojo humano. Crédito: imagen realizada en el cío.

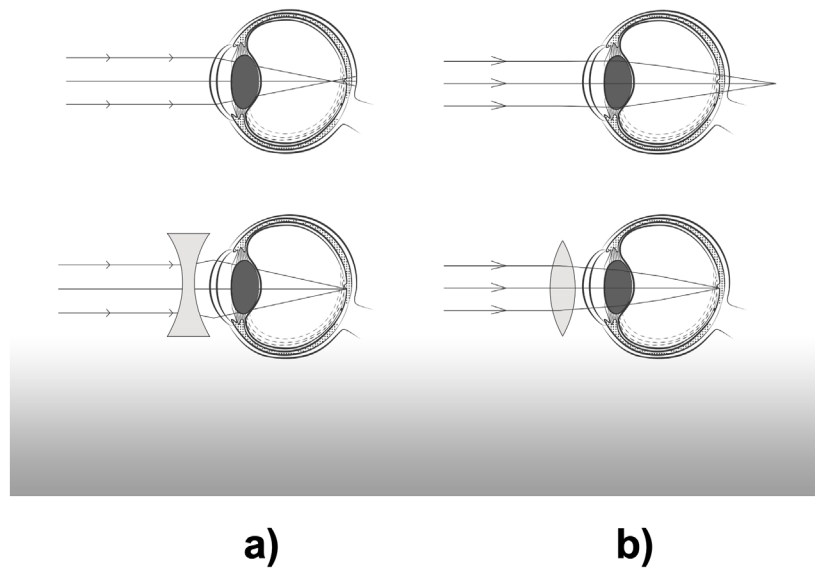
El ojo, esencialmente una masa gelatinosa casi esférica dentro de una membrana blanca llamada esclerótica, contiene la córnea como parte del sistema de lentes. Tras la córnea, se encuentra el humor acuoso, un líquido, y el iris, un diafragma que regula la cantidad de luz a través de la pupila. La variabilidad en el tamaño de la pupila, controlada por músculos circulares y radiales, determina la cantidad de luz que ingresa, dando a nuestros ojos su característico color café, verde, azul o gris. Detrás del iris está el cristalino, similar en tamaño y forma a un frijol, compuesto por aproximadamente 22,000 capas finas y transparentes. Aunque su flexibilidad disminuye con la edad, su capacidad de ajustar la distancia focal permite enfocar objetos lejanos o cercanos, ¡una propiedad aún inigualable por las lentes fabricadas por el ser humano! Tras el cristalino, se encuentra el humor vítreo, una sustancia gelatinosa transparente, y la coroides, una concha interna y oscura que absorbe la luz de manera similar a la cubierta interna de una cámara fotográfica.

<sup>2</sup> Un rayo de luz es una representación visual de un haz de luz que forma una imagen en una superficie sensible a la luz.

Finalmente, la retina, la pantalla óptica-biológica para la formación/proyección de imágenes, es una capa de células receptoras que cubre la mayor parte de la superficie interior de la coroides. La luz se absorbe y recolecta mediante reacciones electroquímicas en dos tipos de células sensibles a la luz y al color: los bastones, altamente sensibles a la luz pero incapaces de distinguir colores, y los conos, encargados de la percepción del color. La retina, con aproximadamente 125 millones de bastones y conos, es esencial para nuestro sistema ojo-cerebro en el análisis continuo de las imágenes retinianas. Como referencia de tamaño, la imagen de la luna llena en la retina tiene aproximadamente 0.2 milímetros de diámetro (Hecht, 2000, p. 209).

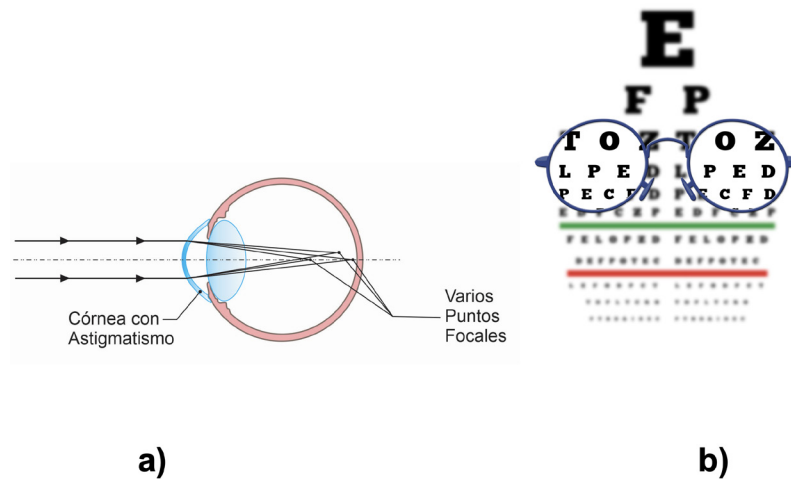
## Ojo normal o emétrepe y ametropías: corrección visual

Un ojo normal o emétrepe genera imágenes nítidas, claramente definidas o focalizadas sobre la retina. Sin embargo, en las personas, un ojo normal no es tan común como se podría esperar. Cuando la imagen no se focaliza en la retina, se considera amétrepe, presentando ametropías como la miopía (figura 3a), hipermetropía (figura 3b) o astigmatismo (figura 4a).



**Figura 3. a)** Corrección de la miopía mediante lentes negativas (de sección esférica), cuya parte central es más angosta que en sus extremos. **b)** Corrección de la hipermetropía usando lentes positivas (de sección esférica), su parte central es más gruesa que en sus extremos. Crédito: imagen realizada en el cto.

Para una persona miope, la imagen de un objeto se forma antes de la retina, viendo bien de cerca pero mal de lejos. En cambio, para una persona hipermetrope, la imagen se forma después de la retina, viendo mal de cerca pero bien de lejos. El astigmatismo ocurre cuando la imagen está deformada o distorsionada (figura 4a), debido a deformaciones de la córnea, haciendo que los objetos se vean deformados o incluso dobles. Afortunadamente, estas ametropías pueden corregirse fácilmente mediante el uso de lentes, anteojos o lentes de contacto, como se aprecia en las partes a) y b) de la figura 3.



**Figura 4.** a) Astigmatismo, deformación de la imagen. d) Visión corregida. Crédito: Ilustraciones elaboradas en el CIO.

La corrección de la miopía se logra con lentes negativas (figura 3a), también conocidas como lentes divergentes. Las lentes desvían los haces de luz, permitiendo que la imagen se forme directamente sobre la retina, logrando una visión nítida y enfocada. De manera similar, las personas hipermétropes requieren lentes positivas o convergentes (figura 3b) para acercar la imagen desde detrás de la retina hacia su posición correcta, corrigiendo así la visión borrosa. La corrección del astigmatismo implica el uso de lentes esférico-cilíndricas, que tienen una forma ligeramente más compleja, similar a la sección de un cilindro o tubo circular.

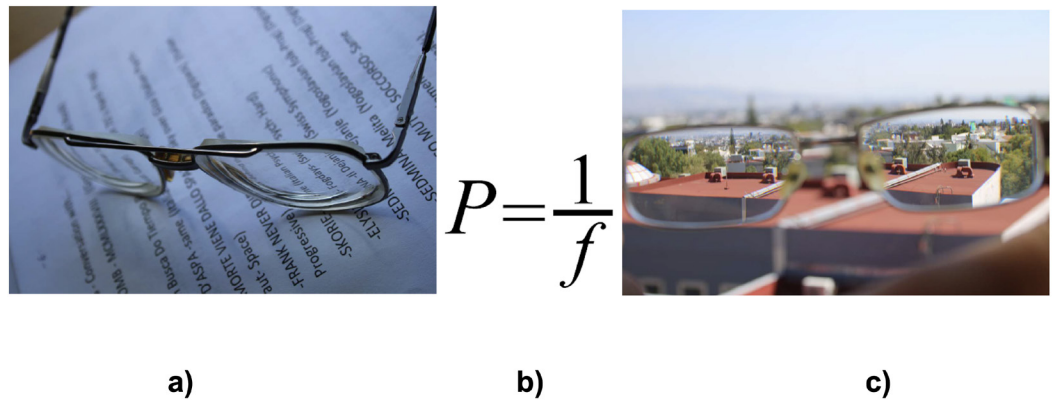
Para una comprensión más detallada de los conceptos mencionados en los párrafos anteriores, se recomienda visualizar los videos [Partes del ojo humano: anatomía y funcionamiento del ojo para niños](#) y [Partes del ojo humano y sus funciones](#) (Brill Pharma, 2023; Cogollo, 2023). En estos videos, se presenta y explica de manera visual la estructura y el funcionamiento del ojo humano.

## Causas de las ametropías oculares

Las ametropías en nuestros ojos se deben principalmente al tamaño y/o forma de los mismos: los miopes tienen ojos grandes, los hipermétropes tienen ojos pequeños y los astigmatas tienen ojos con una curvatura desigual o asimétrica. Otra causa es que, por diversas razones como la edad, el cristalino ya no puede focalizar adecuadamente, siendo el punto más cercano que un ojo puede enfocar conocido como punto cercano. Este punto varía en un ojo normal, siendo de aproximadamente 7 centímetros para una persona adolescente, 25 centímetros para una persona adulta joven y alrededor de un metro para alguien de edad cercana a los 60 años. Para una persona geriátrica, esta focalización puede ser de varios metros. Una tercera razón de nuestros problemas visuales puede ser el efecto acumulativo de malos hábitos en nuestra vida moderna actual, como la lectura bajo poca iluminación o movimiento, así como el uso excesivo de dispositivos electrónicos.

## Graduación de lentes

En óptica fisiológica, el poder dióptrico (o potencia  $P$ ) de una lente se refiere al inverso de la distancia focal ( $f$ ) (figura 5). Cuando la distancia focal se mide en metros (m), la unidad de potencia es la dioptría. Por ejemplo, una lente convergente o positiva con una distancia focal positiva de un metro tiene una potencia de 1 dioptría. Si la lente tiene una distancia focal de 20 centímetros, equivalente a 0.2 metros, su potencia es de 5 dioptrías. Para una lente divergente o negativa con una distancia focal de -20 centímetros, su potencia es de -5 dioptrías. En resumen, mientras más curvas sean las lentes o anteojos, es decir, más gruesas sean, mayor será su poder dióptrico. Los anteojos denominados “fondos de botella”, muy gruesos, son de “alta graduación” y las personas que los usan tienen problemas visuales bastante desarrollados.



**Figura 5.** a) Anteojos o lentes para corrección visual. b) Potencia óptica ( $P$ ) de una lente: inverso de la distancia focal  $f$  de la lente, ver ejemplos de su uso/aplicación en el texto previo. c) Visión corregida usando lentes adecuadamente graduadas. Crédito: imágenes elaboradas en el cto.

## Cirugía láser

Bajo ciertas circunstancias, una persona con problemas refractivos de miopía, hipermetropía y/o astigmatismo puede someterse a una cirugía ocular mediante radiación láser, que es luz altamente dirigida. Este procedimiento puede eliminar o reducir la necesidad de anteojos o lentes de contacto. La cirugía refractiva con láser excímero, conocida como LASIK, destaca como la opción más reconocida y realizada para abordar problemas de visión. En el procedimiento de *queratomileusis in situ* con láser (LASIK), se lleva a cabo una precisa modificación en la forma de la córnea mediante luz ultravioleta, con el objetivo de mejorar la visión. Es imperativo que la persona se someta a una evaluación previa por parte del oftalmólogo correspondiente (MedlinePlus, 2023; Brigham and Women’s Hospital, 2023). Los riesgos asociados a esta cirugía son generalmente bajos, lo que implica que las ametropías mencionadas pueden corregirse en la mayoría de los casos sin consecuencias significativas. Para obtener una representación visual de este procedimiento ocular quirúrgico, se puede consultar el siguiente video sobre [Cirugía Ocular LASIK](#) (Nucleus Medica Art, 2009).

---

## Cuidar con atención

En este breve artículo, hemos explorado los conceptos fundamentales sobre la estructura del ojo humano y sus componentes principales, así como el proceso de formación de imágenes de los objetos que percibimos. También abordamos la necesidad de utilizar lentes para corregir tres de las ametropías o problemas refractivos más comunes: miopía, hipermetropía y astigmatismo, afectando a una gran parte de la población mundial.

En este contexto, comprendimos la graduación de una lente y el significado de una dioptría. Es probable que los avances científicos en esta área visual continúen siendo de gran ayuda en la prevención y corrección de problemas visuales. A lo largo del aprendizaje, reconocimos que los ojos, ya sean percibidos como “lindos” o “feos”, no solo poseen una estética, sino que representan dos instrumentos ópticos biológicos extremadamente útiles, delicados y complejos, que nos permiten percibir el mundo exterior.

Tomar conciencia de la importancia de visitar regularmente al oftalmólogo u optometrista es crucial, ya que la salud visual debe ser una preocupación compartida por todas las personas. ¡Debemos cuidar con atención nuestros ojos!

## Agradecimientos

Por la elaboración de las imágenes y fotografías que ilustran este artículo, los autores agradecen a las siguientes personas del CIO: Raymundo Mendoza, Ricardo Valdivia, Eleonor León, Annette Torres, Diego Torres y Lucero Alvarado. También, por las excelentes observaciones al artículo, agradecemos a Janet Irina Preciado del CIO.

## Referencias

- ❖ Hecht, E. (2000). *Óptica*, 3ra. edición. Pearson, Addison Wesley.
- ❖ Educar Portal, (2023). Teorías sobre el sentido de la vista y la emisión de luz. <https://www.educ.ar/recursos/72405/teorias-sobre-el-sentido-de-la-vista-y-la-emision-de-luz>
- ❖ Aivar, M.P., y Travieso, D. (2009). Las teorías de la percepción visual y el problema del movimiento ocular. *Revista de Historia de la Psicología*, 30 (2-3), 11-19
- ❖ The International Agency for the Prevention of Blindness (IAPB), (2023). Acción global para la salud ocular. [www.iapb.org/es/](http://www.iapb.org/es/)
- ❖ Centro de Investigaciones en Óptica A.C. (CIO), CONAHCYT, (2023). [www.cio.mx](http://www.cio.mx)
- ❖ Laboratorio Nacional de Óptica de la Visión (LANOV), (2023). <https://dti.cio.mx/laboratorios/laboratorio-nacional-de-optica-de-la-vision/>
- ❖ Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES)-León, UNAM, (2023). <https://enes.unam.mx/>



- ❖ Clínica de Optometría-Salud Visual (co-sv), (2023). <https://enes.unam.mx/udv.html>
- ❖ Brill Pharma. (2019, 3 enero). *Partes del ojo humano: anatomía y funcionamiento del ojo para Niños* [Vídeo]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=amGWoEk2L\\_M](https://www.youtube.com/watch?v=amGWoEk2L_M)
- ❖ Cogollo, J. (2017, 26 octubre). *Partes del ojo humano y sus Funciones* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=s-rklvygWBQ>
- ❖ MedlinePlus (2023). *Cirugía ocular LASIK*. <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/007018.htm>
- ❖ Brigham and Women's Hospital (2023). *Cirugías correctivas de la vista para defectos refractivos*. <https://healthlibrary.brighamandwomens.org/spanish/diseasesconditions/adult/EyeCare/85,P03635>
- ❖ Nucleus Medical Media. (2009, 22 octubre). *Cirugía Ocular LASIK* [Vídeo]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=zc\\_mmgRhS1k](https://www.youtube.com/watch?v=zc_mmgRhS1k)

