

Allvar Gullstrand. Cirujano, Físico y premio Nobel

Dr. Gustavo Martínez Mier,* Acad. Dr. Luis Horacio Toledo-Pereyra*

Resumen

Allvar Gullstrand nació en Suecia el 5 de Junio de 1862. Inició sus estudios en Landskrona para luego inscribirse en la facultad de medicina de la Universidad de Uppsala y graduarse en la Universidad de Estocolmo en 1888. En 1891, obtuvo el nombramiento como profesor docente en el área de Oftalmología en el Instituto Karolinska, asumiendo en 1894 la jefatura de Oftalmología de su alma mater, la Universidad de Uppsala, por un periodo de 19 años. Abandonó la cirugía oftalmológica en 1914, para dedicarse a la investigación sobre instrumentos ópticos como Profesor de Fisiología Óptica en la misma universidad. Gullstrand contribuyó extensamente a la oftalmología clínica y cirugía oftalmológica. Mediante sus teorías e investigaciones, diseñó la lámpara de hendidura, el oftalmoscopio libre de reflejo, desarrolló técnicas quirúrgicas para el tratamiento del simblefaron y redefinió la teoría de la acomodación. Fue miembro honorario de gran número de sociedades oftalmológicas, Doctor Honoris Causa de diferentes universidades y fue galardonado con el premio Nobel en 1911 por su trabajo con respecto a las dioptrías del ojo. Gullstrand ha sido el único individuo que ha rechazado y aceptado un premio Nobel el mismo año. Además de ser un oftalmólogo clínico, también fue un brillante investigador y administrador. Falleció el 28 de julio de 1930, dejando en nuestras manos instrumentos de uso sencillo para una adecuada exploración física y un correcto diagnóstico de patologías oculares.

Palabras clave: Gullstrand, cirujano, premio Nobel.

Summary

Allvar Gullstrand was born in Sweden on June 5, 1862. He began his studies at his native Landskrona, then matriculated at the University of Uppsala School of Medicine and graduated from the University of Stockholm in 1888. In 1891, he was appointed professor of ophthalmology at the Karolinska Institute and named chairman of ophthalmology at his Alma Mater, the University of Uppsala, in 1894 for the next 19 years. He retired from clinical ophthalmology in 1914 to continue his research on optical instruments as Professor of Physiological Optics at the same university. Gullstrand contributed extensively to clinical and surgical ophthalmology. In his theories and investigations, he devised the slit lamp and the reflex-free ophthalmoscope, and introduced a surgical technique for the treatment of symblepharon and redefined the theory of accommodation. He was an honorary member of a great number of ophthalmologic societies, Doctor Honoris Causa in different universities, and was awarded the Nobel Prize in 1911 for his work on the dioptrics of the eye. Gullstrand has been the only individual that has declined and accepted a Nobel Prize during the same year. In addition to being a clinical ophthalmologist, he was a brilliant administrator and researcher. He died on July 28, 1930, leaving as his legacy easy-to-use instruments for accurate ophthalmologic diagnosis and fine eye physical examination.

Key words: Gullstrand, Surgeon, Nobel Prize.

* Surgery Research Sciences and Molecular Biology, Borgess Research Institute, Borgess Medical Center and Department of History, Western Michigan University; Kalamazoo, MI

“Una representación científica de la teoría de las imágenes ópticas requiere como principio que sean descritas como son y no como deberían de ser”.

Allvar Gullstrand

Solicitud de sobretiros:
Acad. Dr. Luis Horacio Toledo-Pereyra
Surgery Research Sciences and Molecular Biology,
Borgess Medical Center,
1521 Gull Road, Kalamazoo, MI 49001-1640.
Tel. (616) 226-6896, Fax. (616) 226-6735
E-mail: ltoledo@borgess.com

Recibido para publicación: 27-10-99
Aceptado para publicación: 16-12-99

Allvar Gullstrand utilizó con gran maestría la física en los confines del diagnóstico y la cirugía oftalmológica. Sus contribuciones recibieron la atención de médicos y físicos por igual hasta el reconocimiento unánime de la Fundación Nobel. El primer premio Nobel en la categoría de Medicina y Fisiología se otorgó en 1901 a Emil Von Behring, bacteriólogo alemán. Ocho años después, Emil Theodore Kocher fue el

primer cirujano reconocido con este extraordinario premio⁽¹⁾. Allvar Gullstrand fue el segundo cirujano merecedor de este galardón en 1911 y el primer cirujano oftalmólogo en obtenerlo. Gullstrand es considerado el oftalmólogo sueco más grande de todas las épocas y uno de los más importantes fisiólogos matemáticos de todos los tiempos. Este ensayo nos lleva a través de la vida, obra, personalidad y legado de uno de los personajes más relacionados con el Premio Nobel en dos de sus categorías (Medicina y Fisiología y Física) y conocido ampliamente por sus contribuciones en el ámbito de la práctica rutinaria de la cirugía oftalmológica.

Los orígenes y la educación

La familia Gullstrand sostuvo un interés familiar particular hacia el ejercicio y la práctica de la medicina durante el siglo XIX y principios del siglo XX. El doctor Pehr Alfred Gullstrand (Padre de Allvar Gullstrand) fue un prominente galeno, conocido por su sabiduría y sencillez en el pequeño poblado de Landskrona, localizado en la parte sur de Suecia, ligeramente al Norte de la ciudad universitaria de Malmö y justo al Este de Copenhague. El primogénito de la familia formada por Pehr Gullstrand y Sofía Matilda *née* Korsell nació en Landskrona, el 5 de junio de 1862, recibiendo el nombre de Allvar. El joven Gullstrand fue influenciado por su padre desde su temprana edad hasta la elección final de su profesión y fue guiado por el buen ejemplo de sus padres durante su educación personal y académica.

Allvar Gullstrand cursó sus estudios primarios en su natal Landskrona y prosiguió con sus estudios secundarios en la capital estatal Jönköping. Gullstrand fue admitido en 1880, en la universidad de Uppsala, el recinto más antiguo de educación superior en Suecia, como alumno regular en la facultad de medicina. En el año de 1885, Gullstrand se transfirió a la prestigiosa Universidad de Viena por un periodo de un año, para posteriormente terminar su formación profesional en Estocolmo en 1888. La concepción del doctor Allvar Gullstrand como cirujano oftalmólogo se gesta durante su vida académica universitaria y se manifiesta al mundo en la presentación de su tesis doctoral "Bidrag till Astigmatismens Teori" (Una Contribución a la Teoría del Astigmatismo), exitosamente aprobada en 1890². En ella, Gullstrand correlacionó la alteración visual del astigmatismo con la disparidad entre el radio horizontal de la córnea y su curvatura vertical^(2,3).

Actividad profesional y científica

El doctor Gullstrand obtuvo el nombramiento como profesor docente en el área de Oftalmología en el Instituto Karolinska de Estocolmo en 1891. Durante los siguientes años, Gullstrand no sólo fungió como catedrático de dicho instituto y miembro del Consejo Médico Sueco, sino que incre-

mentó y moldeó sus conocimientos como cirujano oftalmólogo al lado del más famoso oftalmólogo sueco de aquella época, el profesor Widmark. Esta fructífera y estrecha relación profesional, finalizó tres años después, al abandonar el doctor Gullstrand el afamado instituto para asumir el cargo de profesor y jefe de oftalmología de su *alma mater*, la Universidad de Uppsala, a los 32 años de edad, en el año de 1894 (Figura 1).

Allvar Gullstrand permaneció a cargo de la jefatura de oftalmología durante los siguientes 19 años. Durante su cargo, desarrolló un laboratorio de pruebas oftalmológicas superior a cualquiera otro existente durante dicha época, modificando el abordaje diagnóstico de la oftalmología de finales de siglo XIX, basado únicamente en la exploración física y el interrogatorio. Gullstrand, con la utilización de diversas pruebas básicas, algunas de las cuales todavía son utilizadas en la actualidad, demostró a sus colegas contemporáneos, cómo obtener una adecuada precisión en el diagnóstico, estimando adecuadamente el grado de diversas lesiones y anomalías. Algunas de sus múltiples contribuciones a la oftalmología, comenzando desde su tesis de doctorado, se con-



Figura 1. Allvar Gullstrand (Tomado de Duke-Elder S. System of Ophthalmology. Vol. 7. St Louis: CV Mosby Co.; 1962: 249).

centran en sus trabajos sobre astigmatismo. Gullstrand abarcó casi por completo dicho tema y comprobó plenamente su teoría en tres trabajos posteriores: 1. "Allgemeine Theorie der monochromatischen Aberrationen und ihre nächsten Ergebnisse für die Ophthalmologie" (Teoría General de las Aberraciones Monocromáticas y su Inmediato Significado en la Oftalmología), publicado en 1900, donde demostró la relación entre dichas aberraciones y el astigmatismo; 2. "Die reelle optische Abbildung" (La Verdadera Imagen Óptica), mismo que apareció en 1906, el cual nos explica el significado entre la concentración de la luz y el contraste en la imagen resultante interpretada por la retina; y finalmente en 3. "Die optische Abbildung in heterogenen Medien und die Doppeltrik der Kristallinse des Menschen" (La Imagen Óptica en el Medio Heterogéneo y las Dioptrías del Lente Cristalino Humano) en 1908⁽⁴⁾.

En el campo quirúrgico, Gullstrand desarrolló y describió nuevas técnicas quirúrgicas utilizadas para el tratamiento del simblefaron (adherencia entre la conjuntiva tarsal y bulbar). Las contribuciones de Gullstrand en otros tópicos de la oftalmología como la córnea cónica y el lenticono (la protrusión cónica de la substancia del cristalino cubierto por una cápsula de tejido conectivo), publicados a diferentes fechas, lo distinguen también como un gran académico clínico en su campo⁽³⁾.

Allvar Gullstrand contó con la invaluable asistencia para sus logros científicos de una de las compañías manufactureras de lentes más prestigiadas de Alemania y del orbe, Zeiss Optical Works Industry. El libre acceso a las instalaciones de investigación y el desarrollo conjunto de diferentes proyectos cimentó una relación mutuamente productiva, lo que le permitió a Gullstrand desarrollar satisfactoriamente los lentes puntuales, destinados a la corrección clínica del astigmatismo, los lentes esféricos y los lentes katrales, utilizados para el aumento de la percepción de la luz y utilizados como sustitutos posteriores a la excisión lenticular en el tratamiento quirúrgico de cataratas congénitas o adquiridas^(2,3). Así mismo, Gullstrand tuvo la capacidad para inventar un fotómetro que permitió, por primera vez, mediciones precisas de luz escasamente perceptible en ciertos desórdenes oftalmológicos.

Aunque Allvar Gullstrand fue un matemático autodidacta y su vasto conocimiento de esta disciplina científica fue de gran ayuda para el entendimiento de la fisiopatología de diversos trastornos oculares, Gullstrand fue, durante un breve periodo de tiempo, discípulo y finalmente colaborador indirecto del polifacético científico alemán Herman Ludwig Ferdinand von Helmholtz; médico, físico, matemático y filósofo de la Universidad de Berlín. Helmholtz, famoso por sus contribuciones a las matemáticas con respecto a la conservación de la energía, también fue pionero en la fisiología de la óptica y principal autor del "Tratado de Óptica Fisiológica", principal libro de consulta de los oftalmólogos de aquella época.

Debido a su gran cúmulo de conocimientos, Gullstrand tuvo la fortuna de editar y contribuir personalmente al primer volumen de la tercera edición de dicho tratado en 1909^(2,3).

Durante la vida profesional de Allvar Gullstrand, la oftalmoscopia realizada mediante el oftalmoscopio inventado en 1850 por Helmholtz⁽⁵⁾ era particularmente difícil por el brillo de los reflejos formados en la córnea y otras capas del ojo, los cuales, actúan como espejos reflejando la luz de regreso al examinador. Gullstrand resolvió este problema rediseñando el modelo de Helmholtz mediante la separación de los sistemas de observación e iluminación. Valiéndose de esta modificación, Gullstrand dio nacimiento a la versión moderna del oftalmoscopio, el oftalmoscopio libre de reflejo. Este instrumento es, sin duda, una de las principales herramientas diagnósticas no sólo de la oftalmología, sino de la medicina general.

Durante la práctica de la oftalmología a principios del siglo XX, el examen del segmento anterior del ojo sólo podía realizarse mediante el uso de un microscopio corneal apoyado en sistemas de iluminación de pobre calidad. En el mejor de los casos, se utilizaba una luz tenue y poco condensada proveniente de una simple lámpara eléctrica. En 1910, Allvar Gullstrand diseñó un sistema de iluminación al que nombró "Lámpara de Hendidura"^(3,5-7). Dicha lámpara consistía básicamente de una lámpara Nernst (el filamento luminoso del cual se enfocaba), hacia una hendidura por medio de un sistema de lentes colectores de luz. Dicha hendidura funcionaba como fuente inmediata de luz brillante, la cual fue utilizada exactamente justo como en el método clásico de iluminación focal. El haz de la hendidura se concentraba en un segundo foco preciso hacia el ojo a través de un lente sostenido en la mano⁽⁷⁾ (Figura 2). El haz de luz se manifiesta en las partes del ojo a examinar, manteniendo el resto del ojo en oscuridad, pudiendo examinar el segmento iluminado con mayor precisión. La combinación de la lámpara de hendidura y el microscopio corneal permitió al oftalmólogo el examen minucioso de la conjuntiva, córnea, iris, cristalino y vítreo, en una configuración tridimensional. Mediante la utilización de este instrumento, el examinador puede localizar, por ejemplo, el sitio exacto de un cuerpo extraño o determinar la profundidad de una úlcera en la córnea. Además, mediante el uso de este instrumento, se logra verificar las opacidades del cristalino y la progresión de las mismas durante el desarrollo de cataratas^(2,3,7).

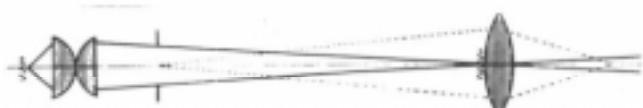


Figura 2. El sistema de iluminación de Gullstrand (Tomado de Duke-Elder S. System of Ophthalmology. Vol. 7. St Louis: CV Mosby Co.; 1962: 250).

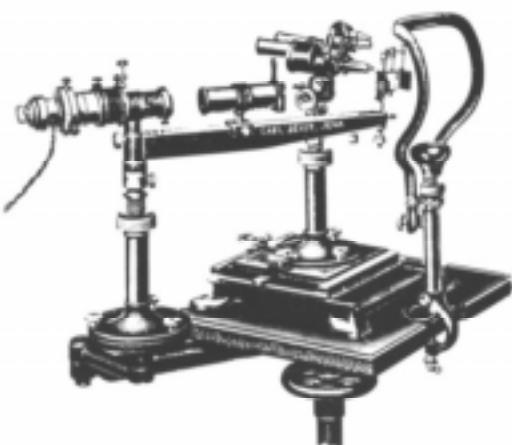


Figura 3. Lámpara de hendidura de Allvar Gullstrand (Tomado de Duke-Elder S. System of Ophthalmology. Vol. 7. St Louis: CV Mosby Co.; 1962: 250).

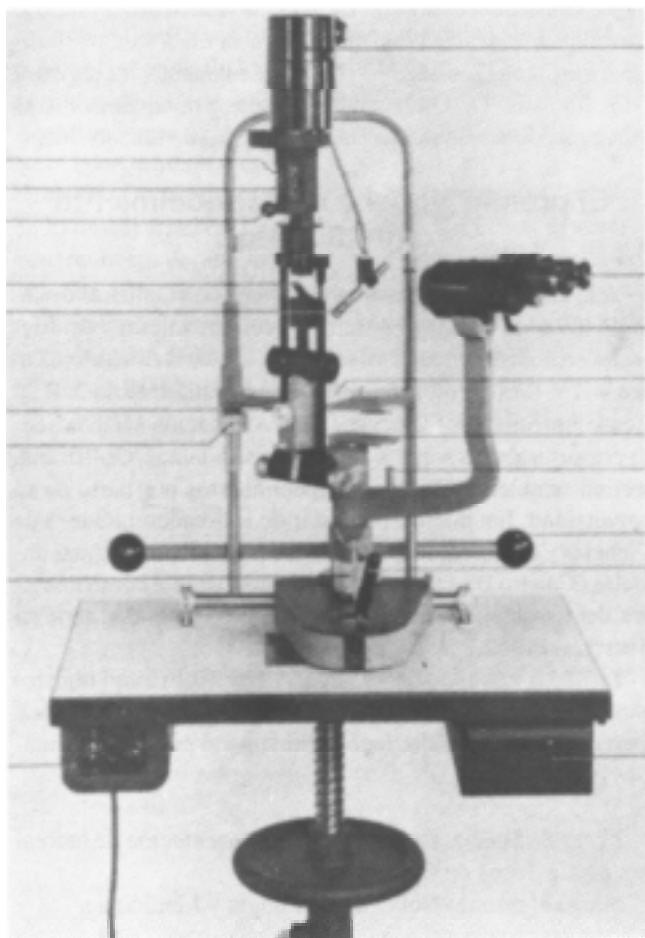


Figura 4. Lámpara de hendidura Haag-Streit (Tomado de Duke-Elder S. System of Ophthalmology. Vol. 7. St Louis: CV Mosby Co.; 1962: 251).

Gullstrand demostró el uso de la lámpara de hendidura a sus colegas suecos en el año de 1911. En 1915, Gullstrand mostró su innovación al mundo durante el Congreso Mundial de Oftalmología celebrado en Washington, D.C.⁽⁸⁾ (Figura 3) la cual fue cuestionada como innecesaria confiando en la suficiencia de los sistemas de iluminación preexistentes^(5,7). A lo largo de las décadas, diferentes modelos de lámparas de hendidura han sido manufacturados por numerosas compañías (Figura 4), sin embargo, las bases de su funcionamiento descansan sobre los principios e ideas del modelo original de Gullstrand. Actualmente, la lámpara de hendidura se ha vuelto tan común e indispensable en el armamento diagnóstico del oftalmólogo, que fácilmente puede sorprender al lector el porqué de la incorporación tan tardía a la práctica cotidiana de dicha herramienta.

Allvar Gullstrand ocupó la jefatura de oftalmología en la Universidad de Uppsala hasta el año de 1913. Al año siguiente, en un cargo especialmente creado para él por la universidad, Gullstrand continuó su desarrollo científico como profesor de Fisiología Óptica, apartándose de la cirugía oftalmológica, para dedicarse exclusivamente al cálculo y desarrollo de mejores superficies de refracción de instrumentos ópticos y a la investigación de las leyes ópticas. Diferentes obras son el producto de dichas investigaciones tales como "Das allgemeine optische Abbildungssystem" (El Sistema general de imágenes ópticas) en 1915, "Über asphärische Flächen in opstischen Instrumenten" (De superficies esféricas en instrumentos ópticos) en 1919 y "Opstische Systemgesetze zweiter und dritter Ordnung" (Leyes del sistema óptico del segundo y tercer orden) en 1924. El último de sus compendios acerca de sus experimentos en óptica se denominó "Einiges über optische Bilder" (Algunos aspectos de imágenes ópticas) editado en 1926^(4,8).

Su trabajo en las dioptrías del ojo

La naturaleza heterogénea de la estructura lenticular nunca fue apreciada previo a los estudios de Helmholtz del siglo XIX. De acuerdo a su teoría clásica de acomodación, la contracción del músculo ciliar aumenta la convexidad del cristalino y en particular de los componentes internos de la estructura, aumentando así el poder de refracción. Allvar Gullstrand dedicó gran parte de sus esfuerzos científicos a profundizar en esta teoría.

Gullstrand demostró que este aumento en el poder de refracción del cristalino es únicamente dependiente, en dos terceras partes, del aumento de la superficie curva del cristalino, siendo la tercera parte restante debida a las modificaciones de la luz, secundarias al arreglo de "elementos internos" de la estructura heterogénea del cristalino^(2,3).

"Consecuentemente, siguiendo la estructura anatómica del cristalino se observa que el aumento de la curvatura de la superficie anterior del cristalino durante el cambio de"

Cuadro 1. Premios y reconocimientos otorgados a Allvar Gullstrand, además del Premio Nobel (otorgado en 1911).

1892	Reconocimiento Científico, Asociación Médica Sueca.
1896	Reconocimiento Científico, Asociación Médica Sueca.
1900	Reconocimiento Científico, Real Academia Sueca de Ciencias.
1900	Reconocimiento Científico, Asociación Médica Sueca.
1905	Premio Björkén, Facultad de Medicina, Universidad de Uppsala.
1908	Medalla de Oro Centenario, Asociación Médica Sueca.
1927	Medalla Von Graefe, Asociación Oftalmológica de Alemania.

Cuadro 2. Honores recibidos por Allvar Gullstrand.

Premio Nobel de Fisiología y Medicina
Miembro Honorario, Academia Sueca de Ciencias
Miembro Honorario, Sociedad Oftalmológica Alemana
Miembro Honorario, Sociedad Oftalmológica de Viena
Miembro Honorario, Sociedad Oftalmológica del Reino Unido
Miembro Honorario, Sociedad Oftalmológica Mexicana
Miembro Honorario, Sociedad Oftalmológica de Egipto
Miembro Honorario, Sociedad Oftalmológica de Finlandia
Miembro Honorario, Consejo Internacional de Investigación
Doctor Honoris Causa, Universidad de Uppsala
Doctor Honoris Causa, Universidad de Jena
Doctor Honoris Causa, Universidad de Dublín
Miembro Correspondiente, Comité de Selección al Premio Nobel de Física
Presidente, Real Academia de Ciencias Suecas

forma acomodativo se acompaña de un cambio axipetal del punto anterior de unión de la zónula”⁽²⁾.... “El aumento en el índice total durante la acomodación, como se prueba por investigaciones fisiológicas-ópticas, se deduce directamente de la estructura anatómica del cristalino”⁽²⁾.

Mediante estas investigaciones, Gullstrand logró redefinir el fenómeno de la acomodación como un tercio intracapsular y dos tercios extracapsular. La descripción detallada de estos trabajos aparece como un apéndice en la tercera edición alemana del “Tratado de Óptica Fisiológica” de Helmholtz, mismo que Gullstrand editó⁽²⁾.

“Así, la investigación de las dioptrías del cristalino en acomodación han resultado en encontrar las variaciones de acomodación que ocurren en la substancia del cristalino. Al mismo tiempo, parece que estos cambios, los cuales para conveniencia serán agrupados bajo el nombre de el mecanismo intracapsular de acomodación, no sólo están en completo

acuerdo con la estructura anatómica del cristalino, sino también establecen y explican la conexión entre esta estructura y la variación del índice total del cristalino como fue probado por el cambio de refracción que ocurre cuando el cristalino se remueve o durante el proceso de acomodación”⁽²⁾.

Allvar Gullstrand la persona

Allvar Gullstrand heredó el espíritu sabio, la compasión, el esmero y la dedicación a sus tareas de su predecesor familiar en la rama médica: su padre. Además de sus intereses científicos, Gullstrand cultivó otras aficiones. Su habilidad en la administración encontró particular expresión en la Facultad de Medicina de la Universidad de Uppsala. Gullstrand fue un gran aficionado a la música y al arte. En su trabajo, sus presentaciones, discursos y conferencias eran elegantes, claras, rápidas y precisas. No poseía múltiples amistades, sin embargo, las pocas con las que gozaba, siempre fueron muy entrañables. Gullstrand contrajo nupcias a la edad de 23 años en 1885 con Signe Christina Breitholtz. La familia Gullstrand-Breitholtz fueron padres de una niña, quien, para su mala fortuna, falleció a muy temprana edad^(3,8). Desgraciadamente, los registros biográficos del Dr. Gullstrand se enfocan principalmente a su vida profesional sin intimar en detalles de su vida familiar.

El premio Nobel y el reconocimiento mundial

A lo largo de su productiva vida científica Gullstrand acumuló diversas preseas, premios y reconocimientos de diferentes sociedades médicas nacionales e internacionales (Cuadro I). En 1900, recibió sus primeras distinciones de la Real Academia Sueca de Ciencias y de la Asociación Médica Sueca por sus trabajos sobre astigmatismo. Además, Gullstrand, recibió también múltiples reconocimientos por parte de su universidad, fue miembro regular de la Academia Sueca de Ciencias y de renombradas sociedades de oftalmología mundiales (Cuadro II). Dentro de sus cargos, fungió como miembro del Consejo Internacional de Investigación con sede en Bruselas, Bélgica.

En 1911, a la edad de 49 años, Allvar Gullstrand registró para siempre su nombre con un selecto grupo de cirujanos merecedores al más alto reconocimiento al éxito en las ciencias biomédicas:

El rey de Suecia, Gustavo V, en representación de la Real Academia Sueca de Ciencias,
otorga el premio Nobel de Fisiología y Medicina a

Allvar Gullstrand

por su trabajo en las dioptrías del ojo⁽⁹⁾.

Gullstrand es el único individuo que ha declinado y ha recibido un premio Nobel en el mismo año. En 1910 y en 1911 Gullstrand fue nominado para el premio Nobel de Física. En 1911, el Comité del Premio Nobel de Física, del cual era miembro, le sugirió aceptar el premio. Al mismo tiempo, el Comité del Premio Nobel de Fisiología y Medicina lo consideró dentro de sus candidatos. Gullstrand, declinó el premio Nobel de Física en favor del premio Nobel de Fisiología y Medicina⁵.

Desde 1911 hasta 1929, Allvar Gullstrand fue miembro del Comité del Premio Nobel de Física y firme crítico de las teorías del gran físico Albert Einstein⁽⁵⁾. Einstein fue nominado al premio Nobel de Física once veces en un término de 13 años (1911-1922). Gullstrand cuestionó los efectos de la teoría de la relatividad, los cuales “*al ser medidos por métodos físicos, son tan pequeños, que sobrepasan los límites del error experimental*”⁽¹⁰⁾. Los reportes negativos de Gullstrand acerca de la teoría de Einstein, negaron al físico el galardón por su contribución más conocida a la ciencia, pero el voto sobre el efecto fotoeléctrico en la rama de la Química le permitió obtener a Einstein el premio Nobel en 1921^(5,10).

Allvar Gullstrand fungió como presidente del Comité del premio Nobel de Física desde 1923 hasta 1929 y durante el periodo académico de 1925 a 1926 fue el presidente de la Real Academia de las Ciencias, organismo rector del premio Nobel de Química y Física.

Allvar Gullstrand se retiró de sus actividades académicas en la universidad de Uppsala en 1927. Tres años después, a consecuencia de una hemorragia cerebral, falleció el 28 de Julio de 1930 en Estocolmo⁽¹¹⁾. Como un homenaje póstumo, el gobierno sueco y el gobierno húngaro rindieron tributo a este gran oftalmólogo mediante la edición filatélica del Nobel en 1971 y 1972 (Número Scott filatélico 913 y 2,143

respectivamente)⁽¹²⁾, sin embargo, su mayor reconocimiento, es el haber dejado en nuestras manos instrumentos de uso sencillo para una adecuada exploración física y un correcto diagnóstico en la oftalmología clínica.

Agradecimientos

Los autores del artículo hacen presente su más sincero agradecimiento al oftalmólogo norteamericano, George Whitaker MD, por su asistencia bibliográfica, y al Dr. Martín Luis Heredia Elizondo, retinólogo mexicano, por su valiosa cooperación en la definición de diferentes términos y conceptos sobre óptica y oftalmología.

Referencias

1. Martínez MG, Toledo-Pereyra LH. Emil Theodore Kocher: Cirujano, Maestro y Nobel. *Cir Ciruj* 1999;67:226-232.
2. Stevenson LG. *Nobel Prize winners in medicine and physiology. New York: Henry Schuman; 1953.*
3. Jain KM, Swan KG, Casey KG. Nobel Prize winners in surgery. Part 1. *Am Surg* 1981; 47: 195-200.
4. Sourkes TL. *Nobel Prize Winners in Medicine and Physiology, 1901-1965*. London: Abelhard-Schuman; 1967.
5. Ravin JG. Gullstrand, Einstein, and the Nobel Prize. *Arch Ophthalmol* 1999; 117: 670-672.
6. Gullstrand A. Demonstration eines instrumentes zur erzeugung von strahlen-gebilden um leuchtende Punkte. *Ber Ophthal Ges* 1902: 290-292.
7. Duke-Elder S. *System of Ophthalmology*. Vol. 7. St Louis: CV Mosby Co; 1962. p. 248-253.
8. Nordenson JW. Allvar Gullstrand. *Doc Ophthalmol* 1962; 16: 283-337.
9. Magill FN, editor. *The Nobel Prize Winners, Physiology or Medicine. Pasadena, CA, USA: Salem Press; 1991. p. 151.*
10. Pais A. Einstein lived here. New York: Oxford University Press; 1994.
11. Obituary. *Acta Ophthalmol* 1931; 13: 246.
12. Kyle RA, Shampo MA. Allvar Gullstrand. *JAMA* 1977; 238: 951.