

INFORME FINAL DEL SIMULADOR AUDITIVO Y VISUAL

TERCERA EDAD

Daniela Bedoya , Laura Mira Jaramillo, Diana Marcela Restrepo Montoya
Docentes: Alexander Cadorna, Ángela Echeverry, Johana Milena Hoyos, Gustavo Sevilla.
Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín, Colombia. 2017.

RESUMEN

Durante el periodo del año 2015- 20 al 2017-10, se desarrolló un proyecto de diseño que buscaba como objetivo simular el estado funcional de un adulto mayor, entendiendo por simular “El proceso de diseñar un modelo de un sistema real y realizar experimentos con él para entender su comportamiento” (R.E Shannon). A partir de este enunciado de diseño, se identificaron cuáles eran los estados funcionales más perjudicados durante el proceso de envejecimiento y cuáles de estos limitan la interacción de las personas de la tercera edad con el entorno objetual. Por medio de esta búsqueda y clasificación se identificó una categoría que esta compuesta por los órganos sensoriales, los oídos y ojos.

Para simular la audición y visión de un adulto mayor, se tomó como punto de partida el análisis bibliográfico y la indagación, mediante la cual se realizó una búsqueda de casos de estudio y se definieron las principales patologías, en el oído la pérdida auditiva y el Tinnitus y en el ojo los glaucomas, cataratas, degeneración macular y Moscas volantes y Centelleos. Para comprender las implicaciones que tienen estas enfermedades en la calidad de vida del adulto mayor, se observó y analizo como estas sintomatologías afectaban la interacción con los objetos y cuales actividades se complejizaban. Partiendo de toda esta información recolectada se desarrolló una tabla de requerimientos de diseño para el desarrollo de un sistema que integrara todas las patologías y condiciones necesarias para que usuario que aún no es adulto mayor, pudiese experimentar como es estar en los zapatos de uno de ellos. El diseño de las diferentes propuestas, permitió una experimentación detalladas en formas, materiales, mecanismo y tecnologías, que fueron evaluadas y puestas a prueba mediante validaciones con usuarios objetivos, para finalmente generar una propuesta de un producto que integra una serie de accesorios intercambiables para ofrecer diferentes experiencias con niveles de degradación de cada una de las patologías.

Tabla de Contenidos.

1	INTRODUCCIÓN	3
2	OBJETIVOS	4
2.1	Objetivo general	4
2.2	Objetivos específicos	4
3	METODOLOGÍA	4
3.1	Fase 1	4
3.1.1	Envejecimiento del oído	5
3.1.2	Envejecimiento del ojo	5
3.2	Fase 2	6
1.1.1	3.2.1 Simulador de pérdida auditiva NIOSH	6
1.1.2	3.2.2 Orejeras protectoras industriales	7
1.1.3	3.2.3 GERT Suit	7
3.3	Fase 3	7
3.3.1	Requerimientos de diseño	7
3.4	Proceso de diseño	8
3.4.1	Propuesta 1 Simulador auditivo	8
3.4.2	Propuesta 1 Simulador visión	9
3.4.3	Propuesta de diseño 2	10
3.4.4	Propuesta final	11
4	CONCLUSIONES	12
5	REFERENCIAS	13

1 INTRODUCCIÓN

Colombia no escapa a lo que sucede en la mayoría de países del planeta: su población se está envejeciendo a ritmos más acelerados y para el año 2050 alrededor de 15 millones de personas tendrán más de 60 años, es decir, cerca del 24 % de la población total; Así se desprende del estudio Misión Colombia Envejece, realizado por Fedesarrollo y la Fundación Saldarriaga Concha. (Fuente, Revista Semana)

Estos datos revelan una realidad futura para la cual Colombia aún no está preparada, pero representa una gran oportunidad para dirigir la atención al trabajo conjunto de diferentes áreas que permitan mejorar la calidad de vida de los adultos mayores.

El envejecimiento es un proceso de deterioro progresivo en las funciones morfológicas y fisiológicas, ocasionado por el paso del tiempo y como consecuencia de la interacción genética del ser humano y su medio ambiente. Envejecer altera la condición biológica y psicológica de un individuo y genera cambios importantes en la relación del mismo con la sociedad y su entorno material. Estos cambios se presentan como resultado de la pérdida de autonomía en el desarrollo de la vida cotidiana de la persona, debido a que el desgaste de los órganos ocasiona que la interacción de un adulto mayor con los objetos, sea más compleja y presente acciones incapacitantes para el desarrollo de una actividad. No obstante, el mundo constantemente está evolucionando, no se detiene, pero el cuerpo humano no funciona del mismo modo. Cuando el hombre alcanza su madurez física, aproximadamente a los 18 o 22 años, comienza el proceso de involución fisiológica y a los 65 años alcanza la tercera edad. En esta etapa de su vida, las facultades visuales y auditivas son unas de las tantas que comienza a deteriorarse progresivamente. Las patologías oculares propias de la vejez, dificultan el contraste, diferenciar colores y ver con nitidez, por otro lado, la pérdida auditiva aumenta el grado de dificultad para percibir los sonidos más tenues o agudos y es la causante de una serie de problemas psicológicos ligados a la interacción social.

El adulto mayor se enfrenta a un reto continuo en la interacción con los productos que están diseñados para una población en condiciones de salud óptima. Por lo tanto, cuando se padece un deterioro en los órganos sensoriales, realizar actividades cotidianas como leer etiquetas, información de empaques, combinar correctamente la ropa o incluso establecer una conversación, se convierte en un verdadero desafío que afecta de manera directa su calidad de vida, ocasiona que excedan su capacidad física y que alcancen una mayor degradación en el funcionamiento de sus órganos.

Para que un usuario pueda interactuar de manera adecuada con un producto y que este responda a sus necesidades del modo más eficiente y sin generar lesiones, es necesario que el objeto pueda adaptarse a las diversas funcionalidades del cuerpo. Para lograr este objetivo es indispensable comprender cuáles son las enfermedades ligadas al proceso de envejecimiento de los órganos

sensoriales y experimentar a través de la simulación, como son las dinámicas de interacción del adulto mayor con el contexto.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Simular el estado funcional de los ojos y oídos de un adulto mayor, a través de un sistema que permita al usuario comprender y recrear las principales patologías ligadas a la pérdida auditiva y visual.

2.2 Objetivos específicos

Comprender como funciona el ojo y el oído humano y cuales son las principales afectaciones que sufre durante el proceso de envejecimiento.

Analizar como la pérdida auditiva y visual puede alterar las dinámicas de interacción de un adulto mayor en su entorno cotidiano y como influencia esto en su calidad de vida.

Identificar cuales son las principales características y requerimientos necesarios para simular las patologías visuales y auditivas.

Materializar la propuesta de diseño y validarla, con el objetivo de analizar como interactúa el usuario con el producto.

Ofrecer una herramienta de simulación que permita a los diseñadores generar proyectos que respondan de modo eficiente a las necesidades de la población de la tercera edad.

3 METODOLOGÍA

3.1 Fase 1

Durante el desarrollo del simulador, se ejecutaron una serie de actividades que partieron desde el proceso de investigación, en el cual se realizó la indagación por medio de referencias bibliográficas y expertos en el tema sobre como es el funcionamiento del oído y el ojo de un adulto mayor cuando aún no presenta lesiones y cuando ya es afectado por causas relacionadas a

la vejez, posteriormente se sintetizó esta información para seleccionar las patologías que pudiesen ser simuladas de manera conjunta.

3.1.1 Envejecimiento del oído.

Los oídos tienen dos funciones: la audición y el mantener el equilibrio. La audición se presenta cuando las vibraciones producidas por el sonido, atraviesan el tímpano y llegan al oído medio, para posteriormente pasar por los huesillos y llegar al oído interno, donde son convertidas en impulsos nerviosos y transportadas al cerebro, por medio del nervio auditivo.

El deterioro del sentido del oído en la vejez es conocido como Presbiacusia y afecta aproximadamente al 25% de las personas mayores de 65 años, esta enfermedad ocasiona que la persona pierda su capacidad de escucha y le sea de mayor complejidad percibir los sonidos más agudos. La Presbiacusia es incurable pero no intratable; para la gran mayoría se resuelve con la ayuda técnica apropiada. La segunda enfermedad más común ligada a la pérdida auditiva es la Tinnitus, que se presenta como un ruido molesto y constante en el oído. Es ocasionada por el exceso de volumen y el persistente abuso de este. Esta enfermedad no tiene cura y puede llegar a ocasionar problemas psiquiátricos cuando se encuentra en una etapa avanzada. Las enfermedades ligadas a la pérdida auditiva dificultan la interacción de los adultos mayores con objetos compuestos por interfaces interactivas y de sonido, como los electrodomésticos.

De acuerdo al proceso de indagación y a través de una entrevista con un otorrinolaringólogo, se pudo estimar cuáles enfermedades podrían ser simuladas y cuáles eran los niveles de degradación de cada una de estas. Para el proceso de desarrollo del prototipo se propone la simulación de tres niveles de pérdida auditiva y se desvincula la Presbiacusia debido a su alto grado de complejidad para simular una mayor pérdida en la percepción de los sonidos agudos.

3.1.2 Envejecimiento del ojo

La función del ojo es percibir y captar las imágenes del exterior. Su función consiste básicamente en transformar la energía lumínica en señales eléctricas que son enviadas al cerebro a través del nervio óptico.

Al envejecer, los cambios químicos en las proteínas del cristalino le confieren un color amarillento y el color amarillo filtra los colores de la zona azul de espectro (verde, azul violeta). El cristalino pierde elasticidad y disminuye su capacidad de enfoque. La córnea se vuelve más gruesa con la edad, con ello se hace deficiente el enfoque de los objetos a distancias cortas y agrega una mayor dispersión de la luz. Las principales patologías oculares son: catarata, glaucoma, degeneración macular y Moscas volantes y centelleos.

En la degeneración macular el paciente sufre daños en el área central de la retina (la mácula). Los síntomas son pérdida de visión, particularmente la visión central, y visión distorsionada. En la degeneración macular el paciente por lo regular puede mantener su visión periférica. Dificulta la lectura y la visión de los detalles finos.

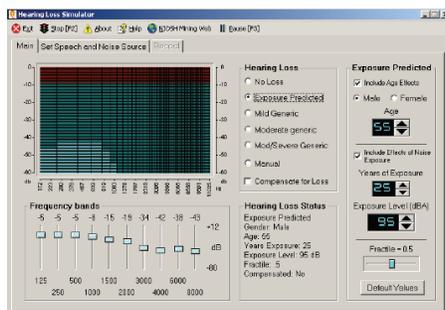
El Glaucoma es una de las principales causas de ceguera en personas de más de 40 años. Es una condición que se caracteriza por la alta presión dentro del ojo, pérdida del campo visual, y daños en el nervio óptico. En la etapa ya avanzada de la condición el principal síntoma es la pérdida de visión, dificultad para enfocar objetos, aureolas alrededor de la luz, y en su etapa mas avanzada aparecen unas manchas negras en el campo de visión del ojo.

Las Cataratas son la causa principal de ceguera en las personas mayores. Es la opacificación del lente cristalino del ojo, impidiendo la entrada de luz necesaria para que se puedan percibir las imágenes claras, si no entra luz al ojo, la persona no puede ver. Ocasiona una visión borrosa y opaca, dificultad para ver en la noche, sensibilidad a a luz y percepción de los colores apagados.

Las moscas volantes son trozos pequeños de la gelatina que se forma en el humor vítreo, el líquido transparente y gelatinoso que llena la cámara interior del ojo. Aunque parecen estar frente al ojo, en realidad flotan en el líquido que se encuentra dentro del mismo, y son percibidos por la retina como sombras. Pueden tener diferentes formas: pequeños puntos, círculos, líneas, nubes o telarañas.

3.2 Fase 2

Se realizó un estado del arte o búsqueda de referentes para el diseño, en donde se identificó diversos tipos de objetos, algunos relacionados con el tratamiento o control de las afecciones y otros que de igual forma buscan simular el estado funcional de un adulto mayor, con el objetivo de recolectar información pertinente que responda a las exigencias de cada uno de los productos.



3.2.1 Simulador de pérdida auditiva NIOSH

Es una herramienta de software de capacitación y comunicación para promover la prevención de pérdida auditiva. Permite que el usuario o instructor demuestre los efectos que la exposición al ruido produce en el sentido auditivo sin experimentar una pérdida auditiva real inducida



3.2.2 Orejeras protectoras industriales

Son equipos de protección individual que, debido a sus propiedades para la atenuación de sonido, reducen los efectos del ruido en la audición, para evitar así un daño en el oído. Los protectores de los oídos reducen el ruido obstaculizando su trayectoria desde la fuente hasta el canal auditivo.



3.2.3 GERT Suit

“The set of glasses consists of 6 simulation glasses and will be delivered in a storage box. The glasses are inscribed with the eye diseases. The temples of the simulation glasses are individually adjustable.

The simulated eye diseases are: Macular degeneration, cataract, glaucoma, unilateral retinal detachment, diabetic retinopathy, Retinitis pigmentosa” (Wolfgang Moll, 2016)

3.3 Fase 3

En esta etapa se realizó un planteamiento de diseño. Consecutivo al planteamiento se reunieron los datos pertinentes de los proyectos para determinar los requerimientos que argumentaran los componentes funcional-operativo, tecno-productivo y estético-comunicativo.

Durante el proceso de diseño y con base al requerimiento de simulación, se determinó que tipo de componentes, mecanismos, formas o materiales permitirían recrear las enfermedades, con el objetivo de iniciar el proceso de exploración formal y las primeras propuestas de diseño en dibujos desarrollistas y modelos.

3.3.1 Requerimientos de diseño

Ambos simuladores, auditivo y visual, se proponen para ser desarrollados en conjunto con el objetivo de ser integrados y responder a única composición formal. El requerimiento primordial es simular cada una de las patologías sin generar lesiones o posibles molestias en el usuario, por lo tanto, se plantean unos lapsos de tiempo para el uso del simulador, debido a que una

exposición continua y de larga duración puede ocasionar patologías perjudiciales. La morfología del sistema debía adaptarse a la anatomía de la cabeza del usuario, por lo tanto, es graduable para que pueda ser utilizado por diferentes tipologías de personas. Los materiales deben ser amigables con la piel y adaptarse sin generar molestias a la cabeza, orejas y rostro del usuario. Para conocer todos los requerimientos planteados para el diseño del simulador ver: (anexo 1, Tabla de requerimientos de diseño)

3.4 Proceso de diseño

Durante las primeras etapas de diseño se desarrollaron una serie de propuestas dirigidas a cada simulador, en cuales se proyectaron los primeros acercamientos a las simulaciones de las patologías y se exploraron diferentes formas y materiales que respondieran a los requerimientos de diseño.

3.4.1 Propuesta 1 Simulador auditivo

En este primer acercamiento se realizó una indagación y exploración con diversos tipos de densidades de espuma de poliuretano, para determinar cuales eran los grados de aislamiento que permitía cada una. Para comprender como funciona la perdida auditiva y reproducir el sonido de el Tinnitus se implemento el uso de NIOSH, una herramienta informática que permite experimentar una perdida auditiva causado por la exposición al ruido.

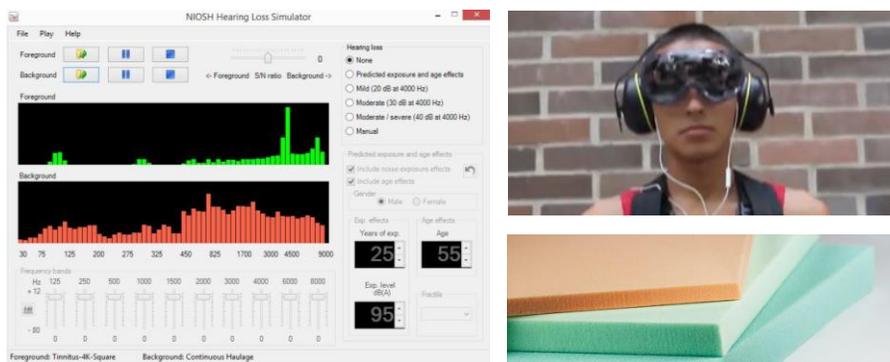
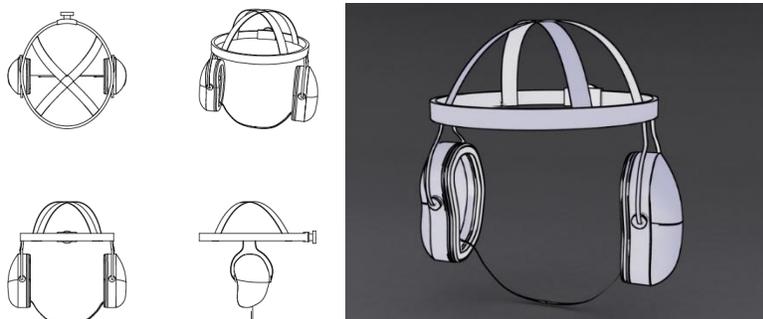


Imagen de la herramienta informática NIOSH y evidencia fotográfica de la primera prueba.



Primera propuesta de modelo digital.

3.4.2 Propuesta ISimulador visión

Para el primer acercamiento se escogieron 5 patologías y se desarrolló un objeto que permitía simularlas a través de aplicaciones gráficas en cinco películas intercambiables que se fijaban a un marco flexible. Para esta propuesta se utilizó unas gafas de seguridad industrial de marca REDLINE.



Registro fotográfico de los 5 modelos.



Primera propuesta de modelo digital.

3.4.3 Propuesta de diseño 2

En la segunda etapa de diseño ambos simuladores se plantearon en conjunto. Su diseño estaba compuesto de materiales poliméricos livianos que se adaptaban a la anatomía de la cabeza, su usabilidad era simple y permitía que fuese graduable, a demás contaba con una serie de accesorios que permitían la simulación en grados de la perdida auditiva y de visión.

El simulador constaba de dos estructuras polimérica ambas planas en su exterior y en su interior cóncavas y con una capa de espuma de poliuretano que podría ser intercambiable en 3 niveles para aislar el ruido exterior y simular la perdida auditiva. En la zona frontal se ubica un lente hecho en acrílico, con dos cavidades que permiten inserir las películas intercambiables de las patologías visuales.

La simulación de el Tinnitus, funciona a través de unos audífonos que se incrustaban en la espuma para que usuario pudiese ensamblarlos fácilmente; estos dispositivos se conectan vía Bluetooth al celular. Para reproducir el sonido, el usuario debe acceder a la aplicación de Cuerpo Simulados, en esta app encontrara información sobre el semillero y el simulador.



Render del simulador ensamblado e imagen aplicación móvil Cuerpos Simulados.



Renders de ensamblaje de espumas aislantes y lente.

3.4.4 Propuesta final

De acuerdo al proceso de validación y pruebas de uso a diferentes usuarios (ver anexo 2, Pruebas de Validación), se identificaron una serie de características y requerimientos que ocasionaban que la interacción con el prototipo fuese más compleja. Por lo tanto, el trabajo de rediseño se enfocó más en el desarrollo de un sistema que comunicara o permitiría comprender al usuario de forma intuitiva como es su funcionamiento.

Para la propuesta final se conserva el mismo concepto de funcionamiento del simulador y permanecen los mismos componentes de la idea anterior. El sistema de sujeción se rediseña para brindar al usuario un agarre que permita más rangos de graduación y con materiales amigables como correas elásticas, para un mejor contacto cutáneo con el usuario. El material y la forma de las orejeras son replanteados y se propone dos estructuras en balsa, para un mejor aislamiento.

Para simular las patologías visuales se diseñan 4 películas intercambiables que simulan la degeneración macular, los glaucomas, las cataratas y las Moscas volantes y centelleos. Para la simulación de la pérdida auditiva se implementaron 3 tipos de espuma de poliuretano, con diferentes densidades, para simular los niveles de pérdida auditiva. Finalmente, para la simulación de el Tinnitus ser conservo la reproducción de la enfermedad a través de unos audífonos que se conectan vía Bluetooth a la aplicación de cuerpos simulados, por medio de la cual se simula la patología.



Registro fotográfico y Renders del prototipo final.

4 CONCLUSIONES

- En cuanto a lo que respecta al desarrollo del producto, el prototipo final fue satisfactorio y responde a los objetivos planteados, sin embargo consideramos que puede ser mas significativo y enriquecedor para el proyecto, desarrollar un trabajo interdisciplinario con estudiantes del área de ingeniería, con el objetivo de desarrollar una experiencia mas cercana de la audición y la visión de un adulto mayor, partiendo desde el área técnica y el desarrollo de un producto que vincule otros software o tecnologías para la simulación.
- Durante el proceso de producción, no enfrentamos a diversos desafíos en la selección de los materiales, debido a que muchos de esos ofrecían prestaciones bastante eficientes pero requerían de un proceso de producción mucho mas complejo, costoso y la utilización de tecnologías que no teníamos a nuestro alcance. Sin embargo el proceso de experimentación y el desarrollo de diversos prototipos, nos permitió utilizar materiales y técnicas para la construcción de una propuesta final en una escala de automatización y manufactura mas simple y bastante eficiente para resolver los requerimientos tecno productivo y funcional operativo del producto.
- A pesar de que los adultos mayores no son un foco objetivo para el diseño en Colombia, a través del Semillero de Cuerpos Simulados detectamos que con cada una de las propuestas de los simuladores, es posible resolver muchas necesidades ligadas a la calidad de vida de esta población, además de ofrecer una orientación a otros diseñadores, para que vinculen a este tipo de usuario en sus proyectos de diseño, debido a que requiere un alto nivel de complejidad pero aporta un gran conocimiento para el desarrollo de producto con altas exigencias proyectuales.
- Además de ser un proyecto que surgió desde el ámbito académico, logramos generar un fuerte impacto en la conciencia social sobre la importancia del diseño para resolver las problemáticas y mejorar la calidad de vida de las poblaciones vulnerables. Todo esto gracias a las diferentes publicaciones en noticieros televisivos, prensa y radio, los cuales permitieron la divulgación de una acción consciente y responsable para abrir las puertas a una propuesta de diseño sensible y con un enfoque humanista.
- En cuanto al proceso de indagación fue complejo porque se podía encontrar mucha información sobre las patologías de los adultos mayores, pero no existen suficientes fuentes de consulta o casos de estudio sobre el desarrollo de otros productos o aplicaciones para simular el estado funcional de un adulto mayor. La información consultada, nos permitió concluir que el desarrollo de los productos para adultos mayores, esta mas explorado en el mercado de los países desarrollados, por lo tanto hay una gran oportunidad para los países que están en vía de desarrollo como Colombia, para dirigir su mirada hacia esta área de trabajo. En el Semillero de Cuerpos Simulados, somos pioneros en el desarrollo de los simuladores del estado funcional de un adulto mayor, debido a que se encontraron otros desarrollos o proyectos pero resolvían el problema de un modo bastante superficial.

5 REFERENCIAS

- Sango, V. E., & Ruiz, I. C. (22 de febrero de 2007). *Diagnóstico de los hombres mayores de Colombia*. Obtenido de Secretaría Distrital de planeación: <http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/SeguimientoPolíticas/Políticas%20Poblacionales/Envejecimiento%20y%20Vejez/Documentacion/A31ACF931BA329B4E040080A6C0A5D1C>
- Boyd, K. (1 de septiembre de 2013). *Diabetic Retinopathy*. Obtenido de American Association of Ophthalmology: <https://nei.nih.gov/health/espanol/retinopatia>
- Boyd, K. (14 de Junio de 2014). *American Association of Ophthalmology*. Obtenido de Cataract Symptoms: <http://www.aao.org/eye-health/diseases/cataracts-symptoms>
- Boyd, K. (1 de Enero de 2015). *Glaucoma*. Obtenido de American Association of Ophthalmology : <http://www.aao.org/eye-health/diseases/what-is-glaucoma>
- Discapnet. (11 de Julio de 2009). *Degeneración Macular*. Obtenido de Discapnet.es: <http://salud.dicapnet.es/Castellano/Salud/Enfermedades/EnfermedadesDiscapacitantes/D/Degeneracion%20Macular/Paginas/cover%20degeneracion%20macular.aspx>
- Janigian, R. (16 de Marzo de 2016). *Macular Degeneration*. Obtenido de American Association of Ophthalmology: <http://www.aao.org/eye-health/diseases/amd-vision-simulator>
- Secretaría de Salud de México. (12 de agosto de 2009). *Diagnóstico y Tratamiento del Paciente Adulto con Glaucoma de Ángulo Cerrado*. Obtenido de Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud de México: http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/163_GPC_GLAUCOM_DE_ANGULO_CERRADO/Grr163RR.pdf
- Sociedad Puertorriqueña de Oftalmología. (13 de Agosto de 2016). *El cuidado de los ojos*. Obtenido de Sociedad Puertorriqueña de Oftalmología: <http://www.ofthalmologiapr.org/Themes2.aspx>