

© Universidad de Granada

*Software*

**Halo**

**v1.0**

**GUÍA DE USUARIO**



Esta guía está diseñada como un libro.  
Por favor, en caso de imprimirla, hágalo a doble cara.  
Estará ahorrando papel y colaborando con el Medio Ambiente.



*Software*  
**Halo v1.0**

(Programa "freeware")

© 2008 *Universidad de Granada (España)*

Depósito Legal: GR 2784-2008

E-mail: [jjcastro@ugr.es](mailto:jjcastro@ugr.es)

*Halo v1.0* es un software protegido con Copyright por lo que no está permitida su copia y/o modificación que implique un uso ilícito y/o lucrativo. El logotipo y nombre del software están igualmente protegidos. **Está permitido el uso del software citando la fuente.**

El software se puede descargar libre y gratuitamente de la página web del *Laboratorio de Ciencias de la Visión y Aplicaciones*: <http://www.ugr.es/~labvisgr/>. Este software ha sido diseñado para su uso en clínicas (optométricas, oftalmológicas...) así como en laboratorios de investigación, pero su uso también podría ser útil en docencia.

# Software *Halo v1.0*. Guía de usuario

Software *Halo v1.0*. Guía de usuario.

ISBN: 978-84-691-8390-8

Depósito Legal: GR 2382-2008

*Laboratorio de Ciencias de la Visión y Aplicaciones*

Departamento de Óptica, Universidad de Granada

Edificio Mecenaz, Facultad de Ciencias

Avenida de Fuentenueva s/n

18071 Granada, España

Teléfono: +34 958 246165

Fax: +34 958 248533



<http://www.ugr.es/~labvisgr/>

<sup>1</sup> José Ramón Jiménez Cuesta, PhD

<sup>1</sup> Rosario González Anera, PhD

<sup>1</sup> José Juan Castro Torres, PhD

<sup>1</sup> Carolina Ortiz Herrera, MSc

<sup>1</sup> Aixa Alarcón Heredia, MSc

<sup>2</sup> Ángel Ramón Gutiérrez Ortega, PhD

<sup>2</sup> César Ramón Villa Collar, MSc



<sup>1</sup> *Laboratorio de Ciencias de la Visión y Aplicaciones.*  
Universidad de Granada, Granada (España).



<sup>2</sup> *Clínica Oftalmológica “Novovisión”.*  
Paseo de la Castellana, 54. Madrid (España).



1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. TUTORÍA - MANUAL.....	5
2.1. Requisitos del sistema.....	5
2.2. Descarga e Instalación del software <i>Halo v1.0</i> .....	5
2.3. Primeros pasos con <i>Halo v1.0</i> .....	8
2.3.1. Introducción.....	8
2.3.2. <i>Archivo</i> .....	9
2.3.3. <i>Acciones</i> .....	9
2.3.4. <i>Herramientas</i> .....	10
2.3.5. <i>Ayuda</i> .....	15
2.4. Descripción de las funciones del software <i>Halo v1.0</i> .....	16
2.4.1. Parámetros espaciales.....	16
2.4.2. Parámetros temporales.....	18
2.4.3. Configuración del color.....	19
2.4.4. Método psicofísico.....	20
2.4.5. Ejecutar el test.....	21
2.5. Resultados del test.....	21
2.5.1. Cálculo del índice de alteración ( <i>Disturbance Index</i> ).....	21
2.5.2. Finalización del test. Guardar resultados.....	23
2.5.3. Visualización de los resultados.....	24

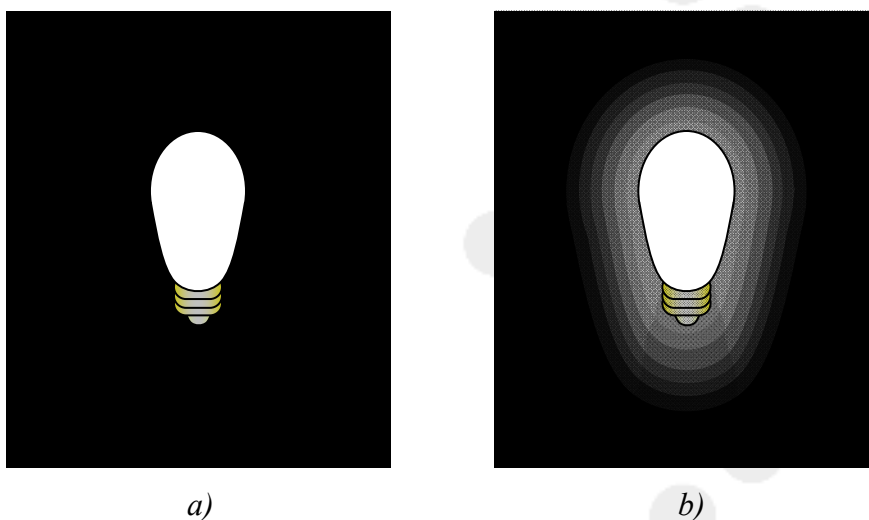
2.6. Desinstalación del software <i>Halo v1.0</i> .....	26
3. CONFIGURACIONES UTILIZADAS EN EXPERIMENTOS.....	27
4. REFERENCIAS.....	29



# 1. INTRODUCCIÓN.



En esta guía se describe un software sencillo, que constituye el **halómetro**, y que permitirá la ejecución de un test para detectar y cuantificar ciertas alteraciones de la visión nocturna, como pueden ser los halos percibidos por un observador. El halómetro consiste en un software denominado *Halo v1.0*, creado y desarrollado por el *Laboratorio de Ciencias de la Visión y Aplicaciones* (Universidad de Granada, España). Su instalación en un ordenador y la utilización de un monitor previamente calibrado, permitirá la ejecución del test.



**Figura 1.1.** Simulación de: a) una fuente luminosa en ausencia de halo; b) halo en torno a la fuente luminosa intensa que podría percibir un observador.

A grosso modo, los halos en visión ocurren cuando un observador percibe círculos de luz en torno a fuentes luminosas, en torno a puntos de luz, especialmente por la noche (figura 1.2), resultando en una pérdida en la calidad visual, y, por tanto, en su discriminación visual.

La alteración de la visión nocturna, incluyendo deslumbramientos, *starbursts* y halos, son frecuentes tras cirugía refractiva o de cataratas, aunque dichas alteraciones también se pueden producir de forma natural. De hecho, la queja más habitual de sujetos que han sido intervenidos de cataratas es la presencia de halos.



**Figura 1.2.** Dos fotografías realizadas de una escena nocturna: la de izquierda en condiciones normales; la de la derecha con presencia de halos alrededor de las fuentes luminosas. En condiciones de baja iluminación, la presencia de halos disminuye considerablemente la capacidad de discriminación en torno a los estímulos con luminancia alta.

El reciente desarrollo de la cirugía ocular ha permitido que se le de especial relevancia al estudio de las alteraciones de la visión nocturna. Bajo condiciones de baja iluminación, las pupilas se dilatan y la imagen de un objeto se esparce y aparece un cierto desenfoque, debido a la aberración esférica y al scattering de la luz al atravesar los medios oculares, más aún cuando dichos medios han sido intervenidos quirúrgicamente y se ha alterado la transparencia del tejido, donde además ha habido cambios en el poder refractor de la córnea, resultando todo ello en una cierta sensación de halos por parte del sujeto.

Por ejemplo, la córnea de un paciente de cirugía refractiva normalmente es operada en una zona óptica de unos 5 ó 6 mm y una pequeña zona de transición adicional de 1 a 2 mm; bajo condiciones de baja iluminación, la pupila se dilata y, dependiendo del observador, habría una imagen en la retina generada por la zona óptica, otra generada por la zona de transición e incluso otra por la córnea anterior no operada. Como todas estas zonas tienen distinto poder refractor, se formará una imagen desenfocada con respecto a la proporcionada por la zona óptica central de la córnea, que ha sido emetropizada. Si el objeto presenta una luminancia alta, se pueden formar halos perceptibles por el observador.

Con la presencia de estos halos, la discriminación de objetos cercanos a la fuente luminosa o al estímulo se reduce, es decir, un sujeto que ve halos alrededor de una fuente





central tendría dificultades para discriminar luces periféricas. Este aspecto es muy importante, por ejemplo, en conducción nocturna, donde una baja discriminación podría ser motivo de accidente.

El objetivo del *software Halo v1.0* es cuantificar, de una forma sencilla y bajo determinadas condiciones experimentales, esta reducción de la discriminación de los sujetos, especialmente en aquellos que han sido sometidos a diferentes técnicas de emetropización (intervención de cataratas y cirugía refractiva, en especial LASIK), aunque también se ha utilizado positivamente en casos de queratitis y Degeneración Macular Asociada a la Edad (DMAE). Además, el software permite estudiar los efectos de las condiciones experimentales en la capacidad de discriminación del sujeto y la evolución temporal tras cirugía de dicha discriminación.

Previa ejecución del test, es conveniente fijar la posición del observador mediante una mentonera y un apoyafrentes, a una distancia adecuada del monitor, esto es, teniendo en cuenta el tamaño angular que deben tener los estímulos. Aunque se debe tener en cuenta que la combinación de la distancia al test y de los parámetros espaciales controlados con el software, van a permitir obtener la configuración deseada.

En el test, se muestra al sujeto un estímulo luminoso central sobre un fondo oscuro y, progresivamente, se le van mostrando estímulos periféricos en torno al central, en diferentes posiciones y a distintas distancias del mismo. La tarea del sujeto consiste en presionar el botón de un ratón cada vez que percibe un estímulo periférico.

Una vez finalizado el test, el software *Halo v1.0* permite exportar los resultados obtenidos a un documento de texto, así como la visualización y almacenamiento del gráfico de resultados en formato de imagen.

Antes de describir las funciones del software y cómo llevar a cabo la ejecución del test, se debería aclarar que se ha llamado *halómetro* al conjunto formado por el software *Halo v1.0*, instalado previamente en un ordenador, y una mentonera y apoyafrentes, para fijar la posición del observador, además del propio ordenador con un monitor calibrado, que permitirá visualizar el test.



Uno de los primeros halómetros fue el que diseñó el oftalmólogo inglés Robert H. Elliot en el año 1924. En ese mismo año se publicó un artículo con la descripción del dispositivo en la *British Medical Journal* (Elliot, 1924).





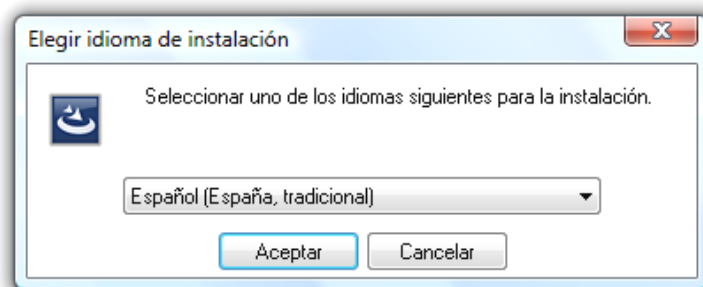
### 2.1. Requisitos del sistema.

- El software funciona bajo *Windows 2000*, *Windows NT*, *Windows Xp* o *Windows Vista*.
- Procesador mínimo *Pentium* a 166 MHz o procesador compatible.
- 256MB de memoria RAM.
- Al menos 14MB de espacio disponible en disco duro.
- Tarjeta gráfica con al menos 4MB de memoria de vídeo.
- Monitor con resolución mínima de VGA 800x600 píxeles y 16 bits de color.

### 2.2. Descarga e Instalación del software *Halo v1.0*.

El software Halo v1.0 ha sido creado y desarrollado por el *Laboratorio de Ciencias de la Visión y Aplicaciones* de la Universidad de Granada (Granada, España). *Halo v1.0* se puede descargar de la página de Internet <http://www.ugr.es/~labvisgr/>, como un archivo comprimido. Una vez descargado el archivo al ordenador donde se desea instalar el software, se siguen las siguientes instrucciones:

- Se descomprime el archivo "*Halov1.0\_Software*" y se ejecuta "*Halo\_Setup.exe*".
- Aparecerá una ventana para seleccionar el idioma. Debido a la configuración del sistema operativo, dicha ventana aparecerá en el idioma configurado en dicho sistema (figura 2.1). En este caso, se selecciona el español y clic en "*Aceptar*".



*Figura 2.1. Ventana para el elegir el idioma de la instalación.*



- Se siguen los pasos del proceso de instalación que aparecerán en distintas ventanas. Para ello, clic en “Siguiente” y “Aceptar” hasta el finalizar el proceso. En las figuras 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5 se muestran las distintas ventanas que van apareciendo durante el proceso. Si está utilizando *Windows Vista* y surgen problemas durante la instalación, pruebe a instalar las actualizaciones pendientes del sistema operativo (*Inicio > Windows Update*).

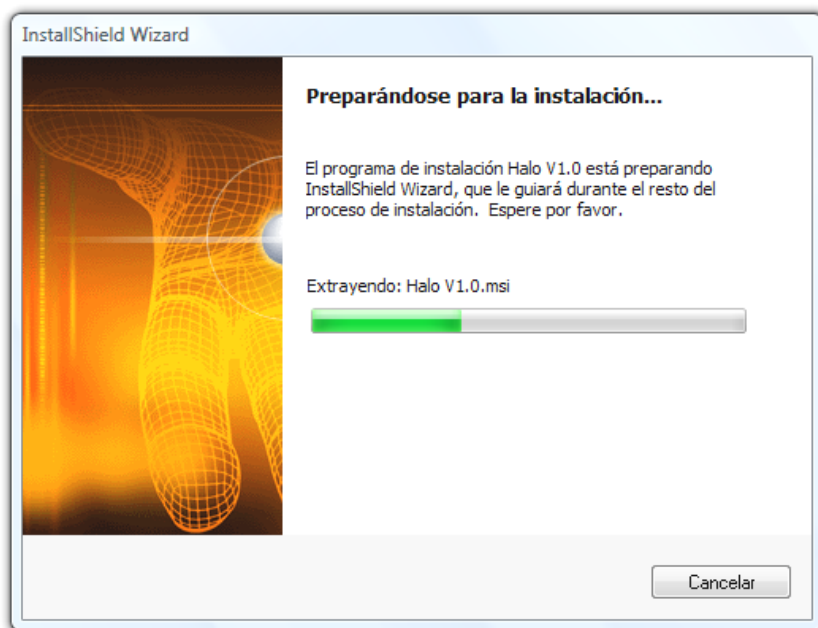


Figura 2.2. Ventana de preparación de la instalación de Halo v1.0.

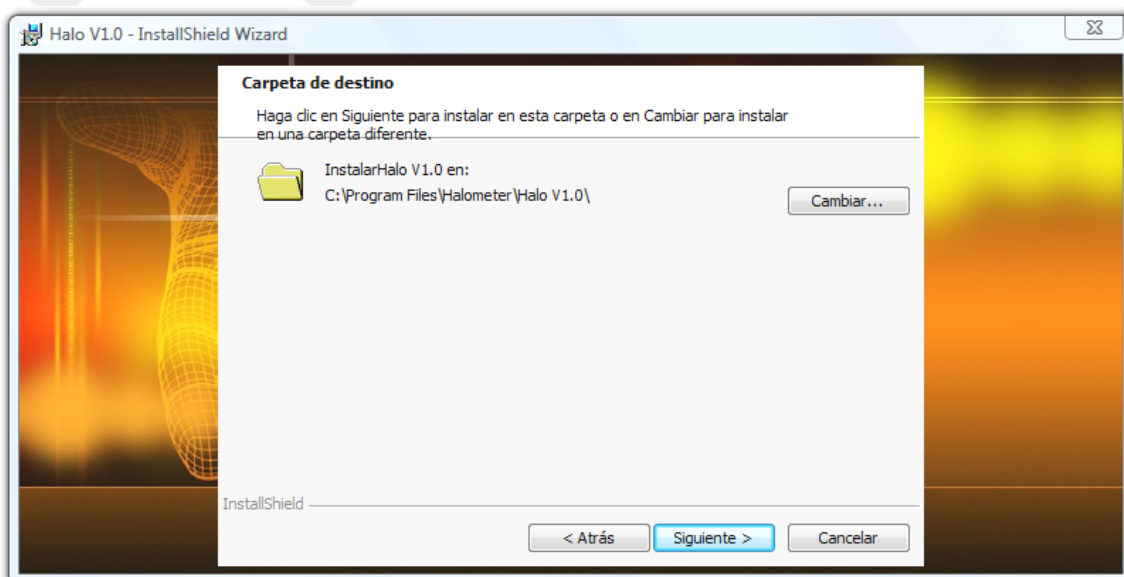
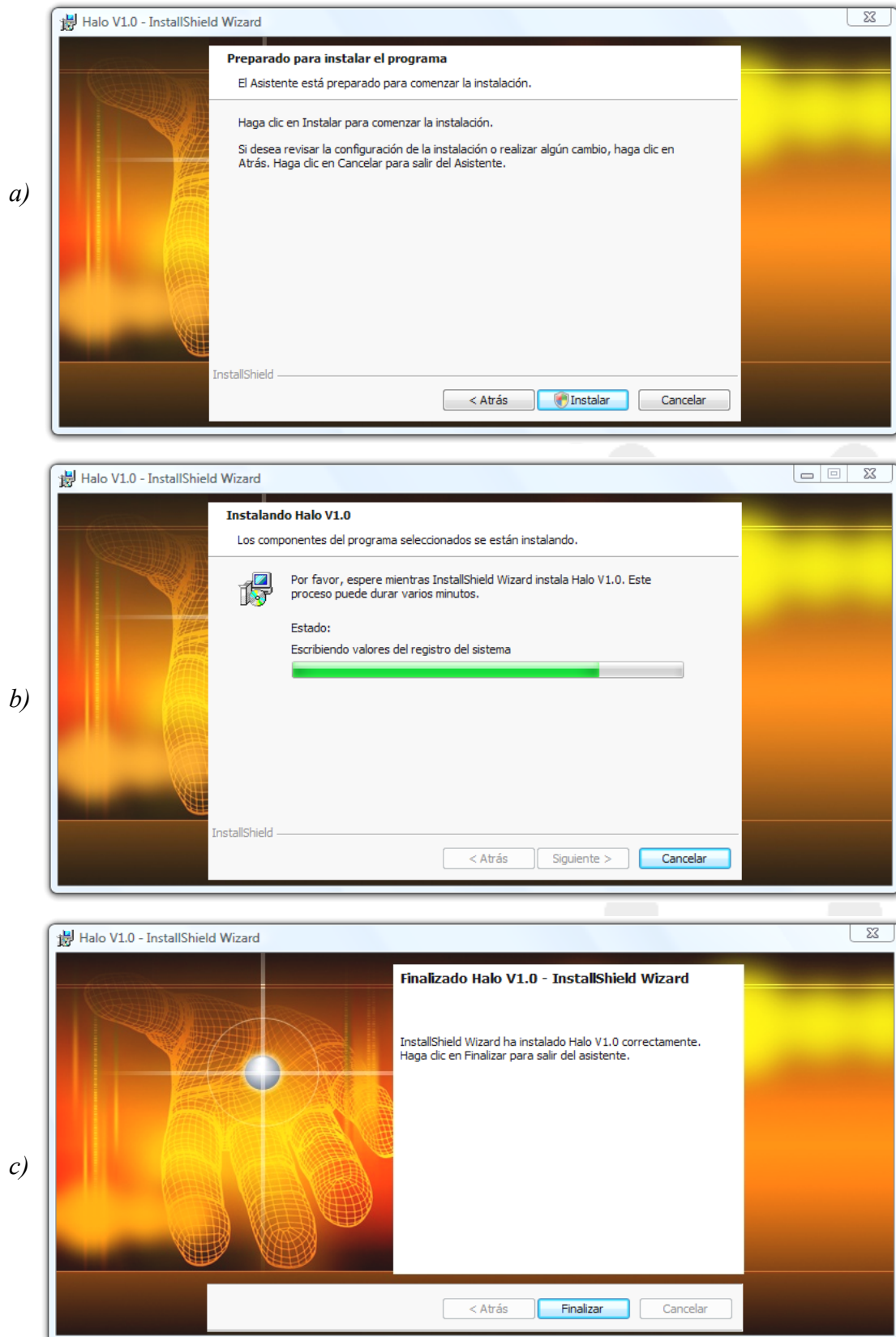


Figura 2.3. Elección de la carpeta de destino.



**Figura 2.4.** Ventanas que irán apareciendo en el proceso de instalación: a) inicio de la instalación; b) estado del proceso; c) fin de la instalación.



- Finalizada la instalación, se creará un acceso directo en el escritorio: "Halo v1.0".

## 2.3. Primeros pasos con Halo v1.0.

### 2.3.1. Introducción.

Para acceder al software, doble clic en el acceso directo del escritorio o siguiendo la siguiente ruta: *Inicio > Programas > Halometer > Halo v1.0 > Halo v1.0*. Al abrirlo, se muestra la ventana principal del software (figura 2.5).

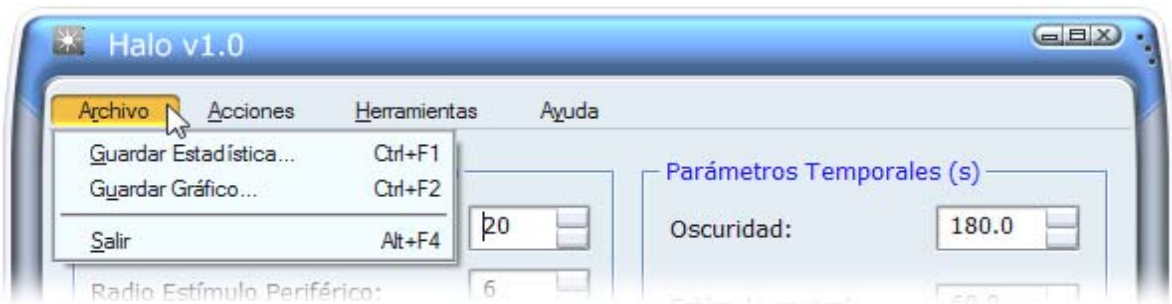


**Figura 2.5.** Ventana principal del software Halo v1.0. Se muestran los parámetros por defecto.



Halo v1.0 presenta una estructura similar a la de cualquier otro software (*Archivo, Acciones, Herramientas, Ayuda*), como se puede apreciar en la figura 2.5. A continuación se detallan cada una de las posibles opciones del software.

### 2.3.2. Archivo.

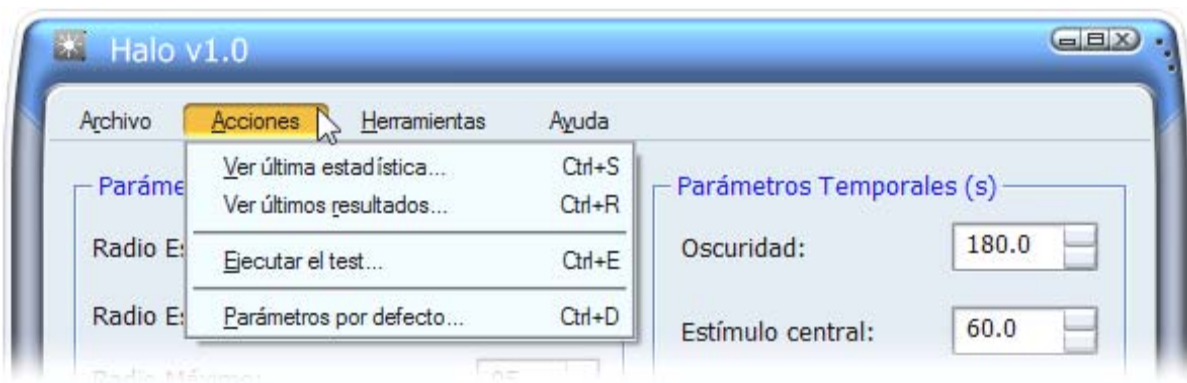


**Figura 2.6.** Opciones desplegadas en “Archivo”.

Al hacer clic sobre “*Archivo*” se muestran las siguientes opciones:

- Guardar Estadística*: abre el cuadro de diálogo para guardar el archivo de texto con los resultados del test. Se ha de realizar esta acción una vez finalizado el test y antes de cerrar el software.
- Guardar Gráfico*: permite guardar el gráfico de resultados, en el que se presentan tanto los estímulos periféricos detectados como los no detectados (figura 2.21).
- Salir*: cierra y sale del software.

### 2.3.3. Acciones.



**Figura 2.7.** Opciones desplegadas en “Acciones”.



En este caso, las opciones al hacer clic sobre “Acciones” son:

- a) *Ver última estadística*: se muestran los resultados del último test realizado, siempre y cuando no se haya cerrado el software tras el último test. Se visualizan todos los parámetros configurados para el test (temporales, espaciales, color, peso...) y los índices de alteración (punto 2.5.1).
- b) *Ver últimos resultados*: se muestra el gráfico de resultados del último test.
- c) *Ejecutar el test*: Inicia el test. El primer paso es el tiempo de adaptación a la oscuridad (luminancia del monitor).
- d) *Parámetros por defecto*: reestablece todos los parámetros que el software tiene configurados por defecto (son los parámetros que aparecen en la figura 2.5). Aparecerá una ventana para confirmar la nueva configuración (figura 2.8).

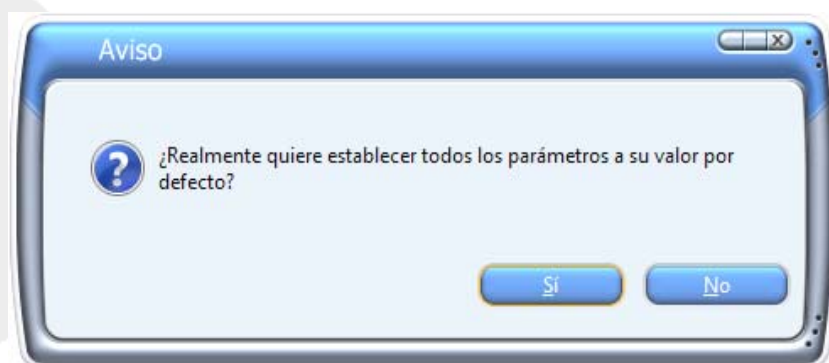


Figura 2.8. Ventana de confirmación para establecer los parámetros a su valor por defecto.

#### 2.3.4. Herramientas.

Al hacer clic sobre “Herramientas” se presentan las siguientes opciones:

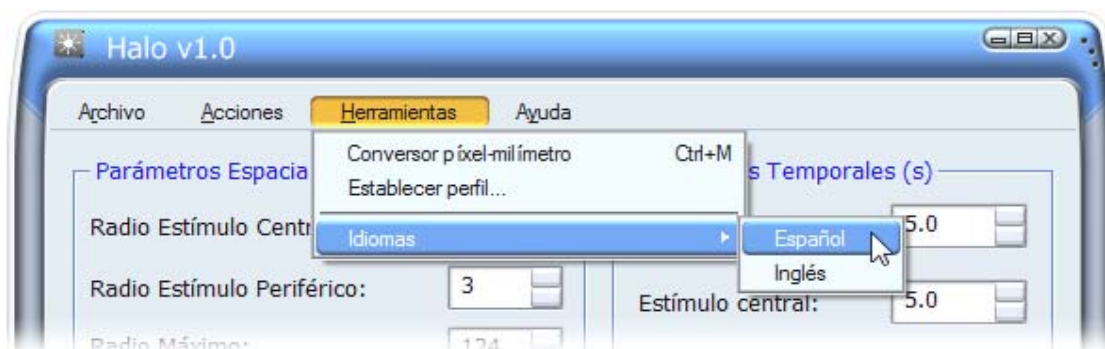


Figura 2.9. Opciones desplegadas en “Herramientas”.





- a) *Conversor píxel-milímetro*: el conversor de píxel en milímetros es una herramienta que permite obtener la equivalencia entre milímetros y píxeles del monitor en el que se va a realizar el test. Al seleccionar esta herramienta, se abre la ventana mostrada en la figura 2.10. El software calcula automáticamente el tamaño del monitor conociendo la resolución del mismo (la información es obtenida de la tarjeta gráfica utilizada). Con esto, se presenta en la parte superior de la ventana la opción “Calculadora de píxeles a milímetros”. Para ello, se introduce un valor en la casilla de los píxeles y se hace clic sobre “Calcular”. El valor mínimo permitido para el cálculo es 100 píxeles (sería trivial obtener el tamaño de un píxel, en mm), mientras que el incremento mínimo es de 1 píxel.



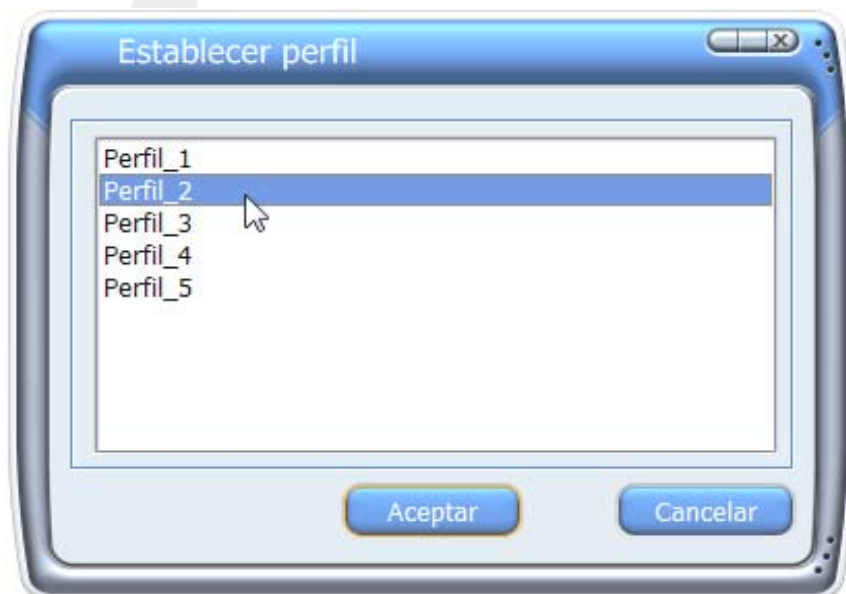
**Figura 2.10.** Ventana “Conversor píxel-milímetro”.

Si embargo, es aconsejable obtener la equivalencia píxel-mm de forma manual, debido a posibles conflictos entre el software y la tarjeta gráfica, que llevarían a una equivalencia imprecisa entre píxel y milímetros. Para ello, se selecciona la casilla “Manual”. Justo después aparece la ventana mostrada en la figura 2.11; se introduce tanto la anchura como la altura del monitor (en mm) y clic en “Aceptar”.



**Figura 2.11.** Ventana para configurar el tamaño del monitor.

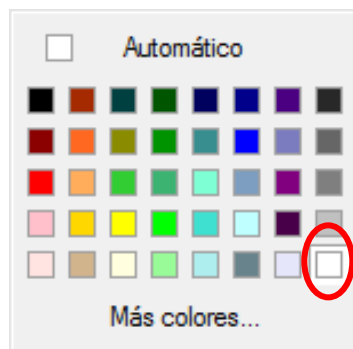
- b) *Establecer perfil*: esta herramienta permite seleccionar uno de los 5 perfiles predeterminados del software. Estos perfiles muestran configuraciones típicas que han sido utilizadas en diversas pruebas con sujetos. La configuración de parámetros para cada uno de los perfiles se muestra en la tabla 2.1. Se debe tener en cuenta que se ha de elegir una configuración del color acorde con la sensibilidad del sujeto y, básicamente, esta configuración lo que permite es seleccionar una luminancia determinada para los estímulos. Se podrían realizar otras pruebas teniendo en cuenta la discriminación a distintos colores, pero este no es el caso.



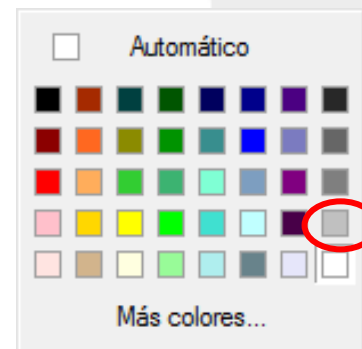
**Figura 2.12.** Ventana que permite la selección de uno de los perfiles configurados.



	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5
Radio Estímulo Central (píxeles)	20	20	20	20	20
Radio Estímulo Periférico (píxeles)	2	3	4	5	6
Radio Máximo (píxeles)	50	60	65	85	95
Nº Estímulos por semieje	3	3	3	3	3
Nº de Semiejes	12	12	12	12	12
Oscuridad (s)	180	180	180	180	180
Estímulo Central (s)	60	60	60	60	60
Exposición (s)	1				
Limpieza Inicial (s)	2				
Limpieza Final (s)	3				
Dibujo Estímulo Central	<input checked="" type="checkbox"/>				
Peso	1				
Color Estímulo Principal	Blanco				
Color Estímulo Periférico	Gris				



Blanco (estímulo central)



Gris (estímulo periférico)

**Tabla 2.1.** Configuración de los parámetros del test para cada uno de los perfiles. Bajo la tabla se muestran las configuraciones de color en la paleta estándar.

Como se puede apreciar, los únicos parámetros que cambian de un perfil a otro son el radio del estímulo periférico y el radio máximo. Efectivamente, el perfil 1 sería adecuado para un sujeto con buena discriminación a los estímulos periféricos, el perfil 2 para un sujeto que posea menor discriminación y con alguna influencia de



halos y así sucesivamente hasta el perfil 5, que correspondería a un sujeto que presentara una discriminación muy deficiente a los estímulos periféricos, y con una gran influencia de halos. Sin embargo, estas configuraciones de parámetros tan sólo son un ejemplo, por lo que se podrían cambiar obteniendo así distintas configuraciones, eso sí, teniendo en cuenta la discriminación de los observadores a los que va dirigido el test. A modo de orientación se muestran algunas configuraciones típicas utilizadas en pruebas para distintos casos (DMAE, queratitis, tras cirugía refractiva...) en la sección 3 (*Configuraciones utilizadas en experimentos*).

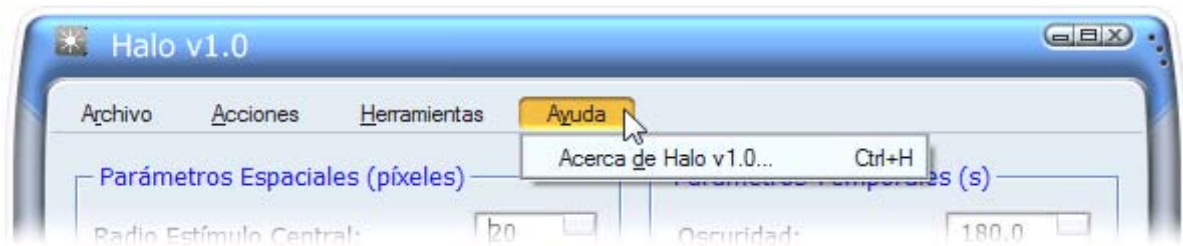
- c) *Idiomas*: permite la selección de idioma: español o inglés. Para cambiar de idioma, por ejemplo, de español a inglés, se sigue la ruta *Herramientas > Idiomas > Inglés*; y si es de inglés a español: *Tools > Language > Spanish*. Aparecerá una ventana advirtiendo de que se tiene que reiniciar el software para que sea efectivo el cambio (figura 2.13).



**Figura 2.13.** Aviso (en inglés y en español) para cerrar la aplicación y hacer efectivo el cambio de idioma.



### 2.3.5. Ayuda.



**Figura 2.14.** Opción desplegada en 'Ayuda'.

Al seguir la ruta *Ayuda > Acerca de Halo*, se muestra una ventana con toda la información sobre el software *Halo v1.0* (figura 2.15): función de la aplicación, datos del copyright, contacto, logotipo...



**Figura 2.15.** Información sobre el software *Halo v1.0* mostrada en *Ayuda > Acerca de Halo v1.0*.



## 2.4. Descripción de las funciones del software Halo v.1.0.

Además de la barra de herramientas descrita en el apartado anterior, *Halo v1.0* presenta una serie de parámetros que se pueden controlar mediante la asignación de valores, (las unidades de medida vienen indicadas), o mediante una simple selección. A continuación se definen y detallan los parámetros que aparecen *Halo v1.0*.

### 2.4.1. Parámetros espaciales.

Los parámetros espaciales vienen representados gráficamente en la figura 2.16.

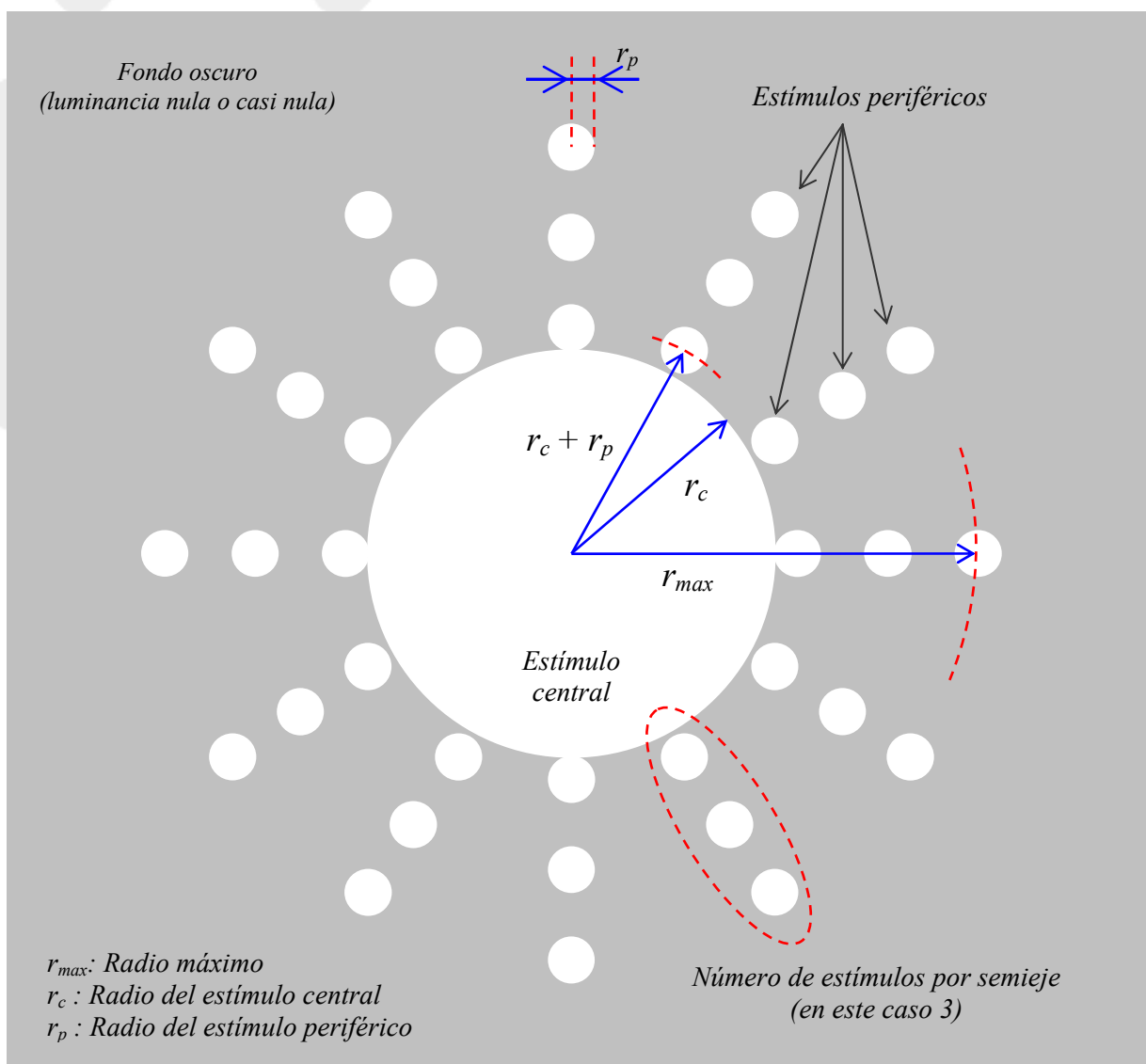


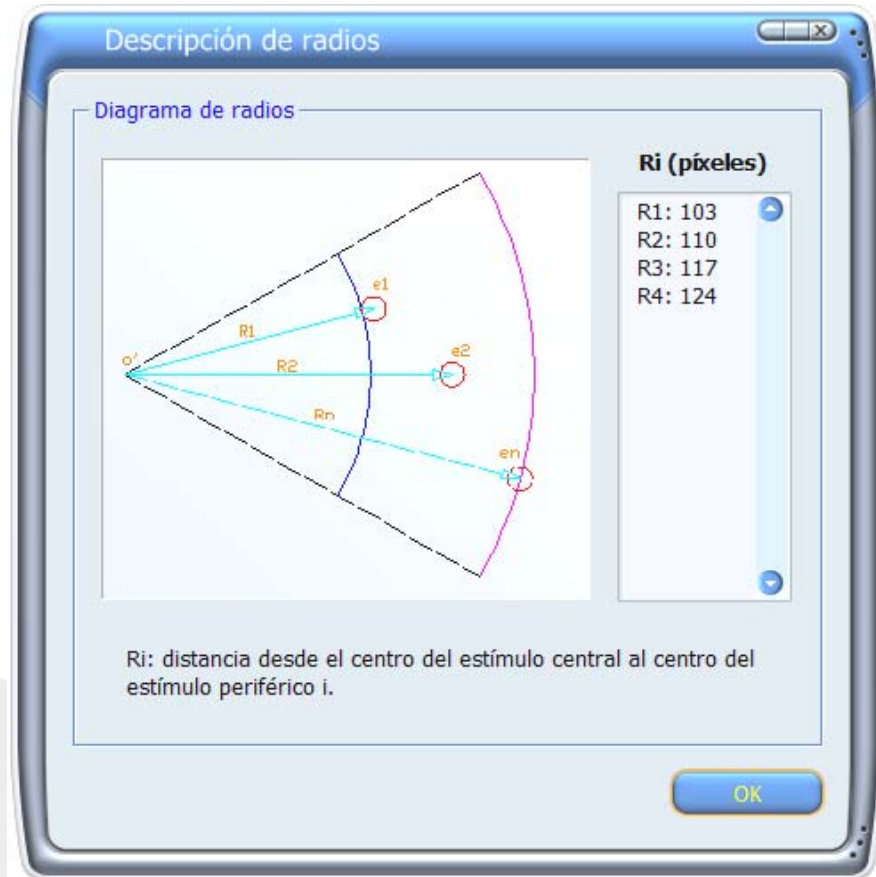
Figura 2.16. Esquema gráfico de los parámetros espaciales utilizados en el test.



Los parámetros espaciales utilizados en el test se miden en píxeles, aunque, como se ya se ha visto, existe una opción en el software que permite calcular la equivalencia entre píxeles y milímetros (conversor píxel-mm). A continuación se detallan los diferentes parámetros:

- *Radio Estímulo Central*: es el radio, medido en píxeles, del estímulo central o principal.
- *Radio Estímulo Periférico*: es el radio, medido en píxeles, de los estímulos periféricos, siendo estos últimos los estímulos presentados al observador en torno al estímulo central.
- *Radio máximo*: es la distancia, en píxeles, medida desde el centro del estímulo central al centro del estímulo periférico más alejado.
- *Nº Estímulos por semieje*: es el número de estímulos periféricos distribuidos en cada semieje o radial.
- *Número de semiejes*: es el número de semiejes o radiales a lo largo de los cuales se presentarán los estímulos periféricos.
- *Mostrar radios*. al hacer clic sobre esta opción, se muestra un gráfico general que da información sobre la representación de los estímulos periféricos con respecto a los semiejes y al estímulo principal (figura 2.17, correspondiente a los parámetros por defecto). También proporciona la distancia, desde el centro del estímulo central al centro de cada uno de los estímulos periféricos a lo largo de un semieje.

Para asignar valores a los parámetros espaciales, bastará con introducir directamente el valor numérico deseado en la casilla situada justo a la derecha del parámetro en cuestión. También se pueden asignar valores haciendo clic sobre los botones “*arriba*” y “*abajo*” de la propia casilla hasta alcanzar el valor deseado. La precisión es de  $\pm 1$  píxel.



**Figura 2.17.** Ventana donde se detallan las distancias de cada uno de los estímulos periféricos al centro del estímulo principal, es decir, los distintos  $R_i$ .

#### 2.4.2. Parámetros temporales.

Los parámetros temporales del test se miden en segundos, y se pueden introducir valores numéricos con una precisión de  $\pm 0,1$  s, bien introduciendo directamente el valor (con coma o con punto) o bien con los botones ‘arriba’ y ‘abajo’ que aparecen en la casilla.

- **Oscuridad:** tiempo transcurrido desde que se inicia el test hasta que aparece el estímulo central por primera vez. Es el tiempo destinado a la adaptación a la oscuridad (luminancia de fondo del monitor) por parte del observador. Un tiempo de adaptación a la oscuridad de 3 minutos podría ser suficiente.
- **Estímulo central:** tiempo transcurrido desde que aparece por primera vez el estímulo central hasta que aparece el primer estímulo periférico. Es el tiempo de adaptación al estímulo central una vez que el sujeto se ha adaptado a la oscuridad.



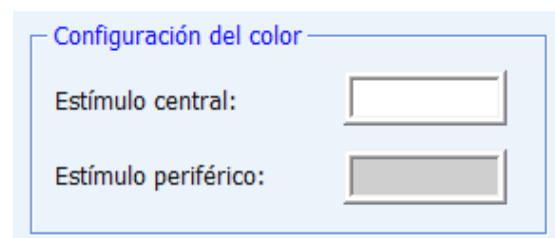


En el caso de que el sujeto indicara que la luminancia es muy alta, se elegiría otra luminancia y se comenzaría con el proceso de adaptación.

- *Exposición*: tiempo de exposición del estímulo periférico, es decir, es el tiempo que se muestra en el monitor cada uno de los estímulos periféricos. Un tiempo típico utilizado en experimentos similares es de 1,25 s.
- *Limpieza*: tiempo transcurrido entre estímulos periféricos (desde que desaparece un estímulo periférico hasta que aparece el siguiente). Para este tiempo, se fija un límite superior y otro inferior, introduciendo los valores en las casillas correspondientes. Este tiempo es un valor aleatorio del intervalo establecido, minimizando así el efecto de aprendizaje del sujeto y evitando falsos positivos en la detección de los estímulos. Un ejemplo típico sería entre 2 y 3 segundos.
- *Mostrar estímulo central*: aunque no sea propiamente un parámetro temporal, es la opción de mostrar o no el estímulo central entre presentaciones de estímulos periféricos. Es aconsejable seleccionar esta opción, ya que mostrar el estímulo central ayuda al observador a mantener la fijación.

### 2.4.3. Configuración del color.

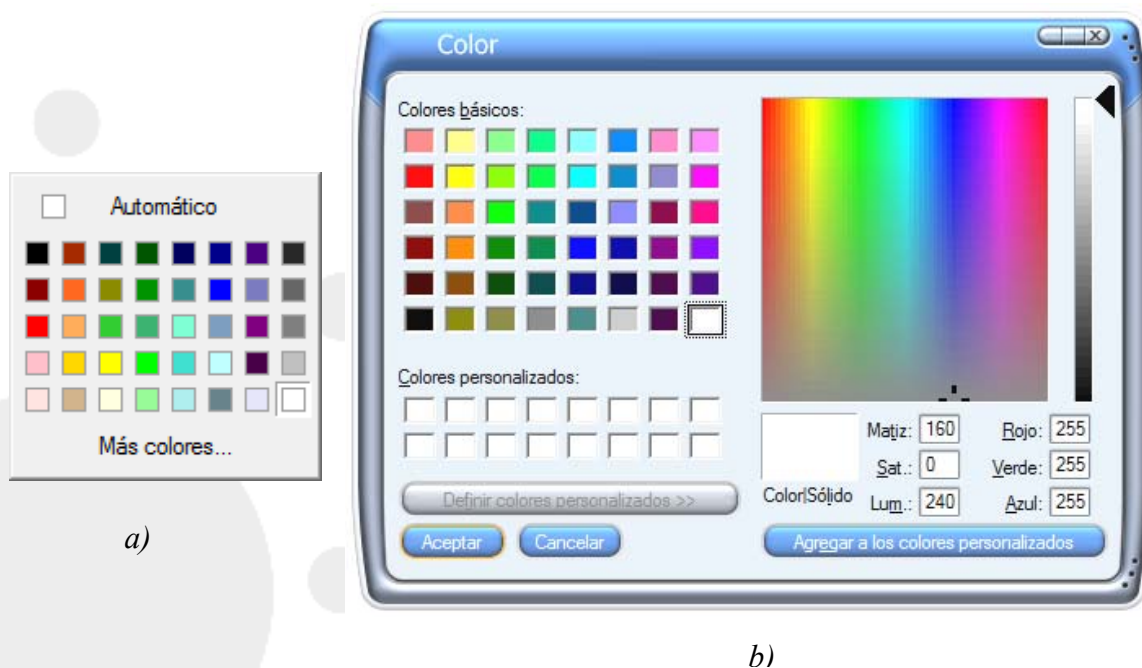
En esta sección se puede configurar el color tanto del estímulo central como de los estímulos periféricos. Como el test *Halo* trata de evaluar las alteraciones en la visión nocturna, en especial en presencia de fuentes luminosas intensas que puedan producir halos en la visión de los observadores, es aconsejable utilizar una alta luminancia para el estímulo central (el color más apropiado sería el blanco) y una luminancia menor para los estímulos periféricos. Esta configuración se aproxima a las situaciones reales, en las que, debido al efecto del halo de un estímulo luminoso intenso, no se perciben los objetos o estímulos próximos a él.



**Figura 2.18.** Opción para configurar el color de los estímulos.



Para seleccionar un color, se hace clic sobre la casilla del estímulo correspondiente (central o periférico) y aparecerá una paleta estándar de colores (figura 2.19a). Si se desea personalizar el color, clic sobre “Más colores” y aparecerá una ventana estándar para configurar de forma personalizada el color (figura 2.19b).



**Figura 2.19.** Configuración del color de los estímulos: a) paleta estándar de colores y b) ventana para la configuración personalizada del color de los estímulos.

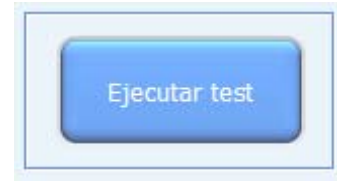
#### 2.4.4. Método psicofísico.

Esta opción muestra un único parámetro, el “Peso”, que indica el número de veces que se presentan cada uno de los estímulos. Por ejemplo, considérese que se va a realizar un test con 5 estímulos periféricos por semieje con un total de 12 semiejes. Si ahora se introduce el valor numérico 2 para el peso, cada uno de los 60 estímulos periféricos totales se le presentarán al observador 2 veces. En todos los casos, los estímulos periféricos se mostrarán aleatoriamente tanto en el espacio como en el tiempo.



### 2.4.5. Ejecutar el test.

Una vez establecidos todos los parámetros, se puede ejecutar el test haciendo clic sobre el botón “Ejecutar test” (figura 2.20) situado en la parte inferior derecha de la ventana principal del software. Otra forma de ejecutar el test es siguiendo la ruta *Acciones >*



**Figura 2.20.** Botón ejecutar test.

*Ejecutar el test.* Previamente se habrá fijado la posición del observador con mentonera y apoyafrentes. Una vez terminado el test, se mostrará el gráfico de resultados. Para salir, pulsar la tecla “Esc” del teclado y guardar los resultados (punto 2.5.2).

## 2.5. Resultados del test.

### 2.5.1. Cálculo del índice de alteración (Disturbance Index).

La discriminación de los estímulos periféricos en presencia de halos en torno a un estímulo central (o alteraciones de la visión nocturna) será evaluada mediante un parámetro denominado *índice de alteración*, más conocido como ***Disturbance Index***.

Una vez asignado un peso  $p$  y un número de semiejes, este índice se puede calcular de diversas formas: como el cociente del área total de los estímulos periféricos no detectados por el sujeto, dividido por el área total de los estímulos presentados al sujeto (*quadratic disturbance index*). Otra forma de definirlo es en relación con la distancia de los estímulos periféricos no detectados al centro del estímulo principal, tal y como se ha definido para el software *Halo v1.0* (ver fórmulas para  $\rho_l$  y  $\rho_q$  en la tabla 2.2). Ambas definiciones son similares y tienen en cuenta la influencia de halos en la discriminación de estímulos periféricos. En adelante consideraremos el criterio utilizado por el software (tabla 2.2).

El índice de alteración toma valores entre 0 y 1, de tal forma que cuanto mayor es este índice, menor es la capacidad de discriminación, y, por tanto, el sujeto tendrá más dificultades en detectar los estímulos periféricos cercanos al estímulo central, indicando una mayor influencia de halos.



Sin embargo, el índice de alteración se puede expresar de dos formas: lineal o cuadrática. Así, se tiene el índice de alteración lineal y el índice de alteración cuadrático, más conocidos como “*Linear Disturbance Index*” y “*Quadratic Disturbance Index*”, respectivamente. En la tabla 2.2 se proporcionan las fórmulas para su cálculo. El software *Halo v1.0* proporciona ambos índices, lineal y cuadrático.

<i>Disturbance Index</i>		Fórmula
<i>Linear Disturbance Index</i> , $\rho_l$ (Índice de alteración lineal)		$\rho_l = \frac{\sum_{i=1}^N p_i r_i}{p \sum_{i=1}^N r_i}$
<i>Quadratic Disturbance Index</i> , $\rho_q$ (Índice de alteración cuadrático)		$\rho_q = \frac{\sum_{i=1}^N p_i r_i^2}{p \sum_{i=1}^N r_i^2}$
<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	
$r_i$	Distancia desde el centro del estímulo central al centro del estímulo periférico $i$ (en píxeles).	
$p$	Peso total (número de veces que se muestra cada estímulo $i$ ).	
$p_i$	Número de veces que el sujeto no detecta el estímulo periférico $i$ , sobre el peso total ( $p_i \leq p$ ).	

**Tabla 2.2.** Fórmulas para el cálculo de los dos tipos de índices de alteración. Se describen además las variables utilizadas.

Aunque se usará el índice de alteración (***Disturbance Index***), otra forma de expresar la capacidad de discriminación de los estímulos periféricos por parte del observador sería definir el *índice de discriminación*, lineal ( $\delta_l = 1 - \rho_l$ ) o cuadrático ( $\delta_q = 1 - \rho_q$ ), que también proporciona el software. Así, cuanto mayor es el índice de discriminación, mayor es la capacidad del observador de discriminar o detectar los estímulos periféricos y menor, por



tanto, la influencia de los halos percibidos. Este índice varía de 1 a 0, de modo que un índice de discriminación  $\delta = 1$  indicaría la mejor discriminación posible en el test, frente a un índice  $\delta = 0$  que indicaría la peor discriminación posible.

### 2.5.2. Finalización del test. Guardar resultados.

Una vez que se le han presentado al sujeto  $p$  veces (peso) cada uno del total de los estímulos periféricos aparecerá en pantalla completa el gráfico con los resultados: en el centro aparecerá el estímulo central y a su alrededor un número o una X en cada una de las posiciones de los distintos estímulos periféricos presentados (figura 2.21):

- El número aparecerá en color verde e indica el número de veces que el observador ha detectado el estímulo y, por tanto, presionado el ratón del ordenador. Lógicamente el máximo valor que podrá aparecer será el peso seleccionado previo al test.
- La marca **X**, aparecerá cuando el observador no haya detectado el estímulo ninguna de las  $p$  veces que haya sido mostrado.

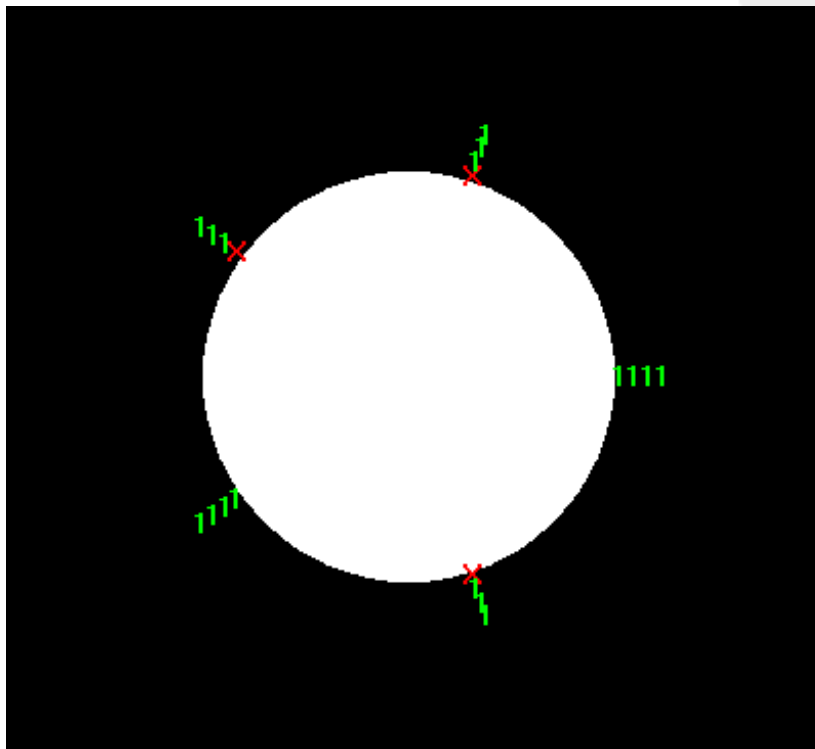

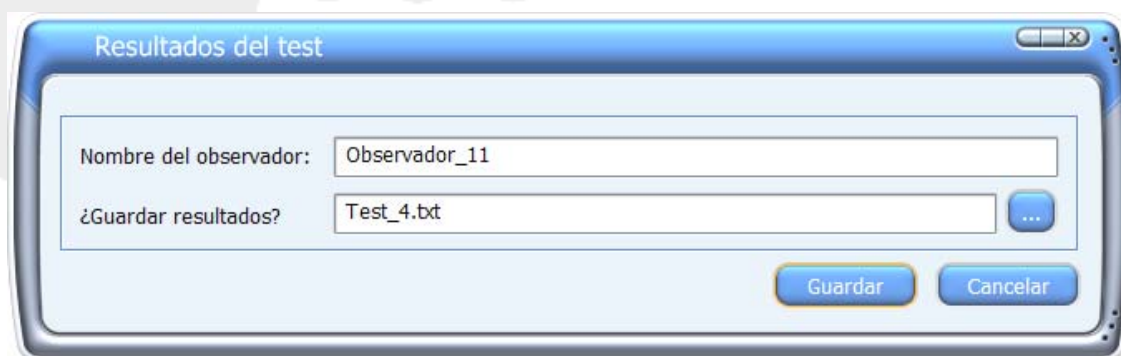


Figura 2.21. Ampliación de la zona de interés del gráfico de resultados.



Para salir de la monitorización del gráfico, se pulsa la tecla “Esc” (*Escape*) del teclado. Justo después aparecerá la ventana “*Resultados del test*” que permitirá guardar los resultados (figura 2.22). Para ello, primero se introduce el nombre del observador o un número de referencia, para identificarlo. Posteriormente se hace clic sobre el botón <  > para elegir el directorio donde se desea guardar el archivo de texto con los resultados obtenidos. Aparecerá una ventana estándar “*Guardar como...*” donde se seleccionará el directorio de destino y se le dará nombre al archivo. Es importante que, al nombrar el archivo, se mantenga la extensión del mismo (.txt). Así, si el archivo se va a llamar “*Test\_4*”, habrá que introducir “*Test\_4.txt*”.

Para guardar el gráfico en formato imagen (.tiff), una vez que haya finalizado el test, se realiza la ruta *Archivo > Guardar Gráfico*. Aparecerá una ventana estándar “*Guardar como...*” que permitirá guardar la imagen en el fichero de destino y asignarle un nombre. En la figura 2.21 y para un test determinado, se muestra la zona de interés ampliada del gráfico de resultados.



**Figura 2.22.** Ventana que aparece tras finalizar el test, destinada a guardar los resultados.

Los resultados se han de guardar antes de cerrar el software, de lo contrario, los datos se perderían. El archivo con los resultados y estadística se guarda en inglés para ambas configuraciones de idioma del software (español e inglés), manteniendo así un único criterio en lo que a resultados se refiere.

### 2.5.3. Visualización de los resultados.

La visualización de los resultados se puede llevar a cabo de dos modos:



- Antes de cerrar el software, siguiendo la ruta *Opciones > Ver última estadística*, si se desea visualizar los datos, o *Acciones > Ver últimos resultados*, si se desea ver el gráfico de resultados.
- Abriendo el archivo de texto o la imagen en formato “.tiff”, ambos guardados en el directorio elegido.

```
Test_1 - Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
////////////////////////////////////////////////////////////////////
//                               Software HALO v1.0                               //
//////////////////////////////////////////////////////////////////
// Laboratorio de Ciencias de la Visión y Aplicaciones //
// Universidad de Granada, Granada, España //
// Copyright: universidad de Granada //
//////////////////////////////////////////////////////////////////
Fecha: 25/02/2009
Hora: 00:06:20
Sujeto: Sujeto_3
=====
Parámetros Espaciales (píxeles):
=====
Rc: 20
Rmax: 60
Rp: 3
Nº Estímulos/semieje: 3
Number de semiejes: 12

Parámetros Temporales (segundos):
=====
Tiempo Iniciación: 180.0
Tiempo Preparación: 60.0
Tiempo Exposición: 1.0
Tiempo Limpieza desde: 2.0 hasta 3.0

Configuración del color:
=====
Color Estímulo Central: {255,255,255}
Color Estímulo Periférico: {192,192,192}

Método Psicofísico:
=====
Peso: 1

Resultados:
=====
Índice de Discriminación (lineal): 0.9107
Índice de Discriminación (cuadrático): 0.9451
Índice de Alteración (lineal): 0.0893
Índice de Alteración (cuadrático): 0.0549
```

Figura 2.23. Ejemplo de un archivo de texto con los resultados de un test.



La figura 2.23 muestra el archivo de texto con los datos y estadística: fecha y hora de realización de test, nombre del sujeto o paciente, parámetros espaciales y temporales del test realizado, configuración del color, peso y, por último, los resultados estadísticos (índice de alteración lineal y cuadrático).

## 2.6. Desinstalación del software Halo v1.0.

El software Halo v1.0 se desinstala como cualquier otro software. La desinstalación puede llevarse a cabo a través del *Panel de Control*, accediendo a *Programas (Desinstalar un Programa)* y posteriormente seleccionando Halo v1.0. Otra forma de desinstalarlo es a través de la ruta *Inicio > Todos los Programas > Halometer > Halo v1.0 > Uninstall Halo v1.0*.

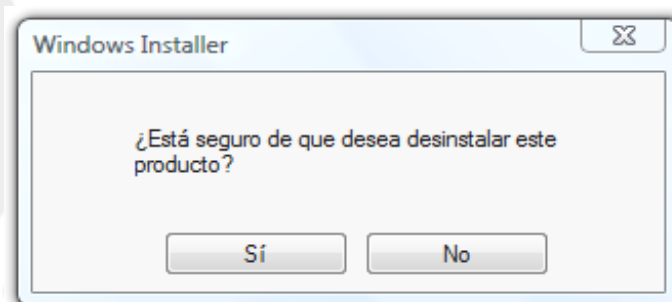


Figura 2.24. Ventana de confirmación de la desinstalación.

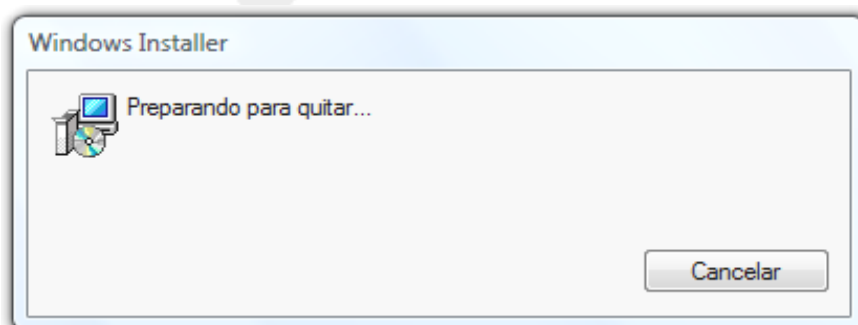


Figura 2.25. Ventana que aparece al iniciar el proceso de desinstalación.



### 3. CONFIGURACIONES UTILIZADAS EN EXPERIMENTOS.



Se muestran a continuación algunas configuraciones de parámetros utilizadas en diferentes experimentos con sujetos que presentan DMAE, queratitis o que han sido sometidos a algún tipo de cirugía (refractiva o de cataratas). Para ello, se hace uso de la tabla 2.1 mostrada en el punto 2.3.4.

	Perfil 1	Perfil 2	Perfil 3	Perfil 4	Perfil 5
Radio Estímulo Central (píxeles)	20	20	20	20	20
Radio Estímulo Periférico (píxeles)	2	3	4	5	6
Radio Máximo (píxeles)	50	60	65	85	95
Nº Estímulos por semieje	3	3	3	3	3
Nº de Semiejes	12	12	12	12	12
Oscuridad (s)	180	180	180	180	180
Estímulo Central (s)	60	60	60	60	60
Exposición (s)	1				
Limpieza Inicial (s)	2				
Limpieza Final (s)	3				
Dibujo Estímulo Central	<input checked="" type="checkbox"/>				
Peso	1				
Color Estímulo Principal	Blanco				
Color Estímulo Periférico	Gris				

- a) *Sujetos con DMAE*. Los perfiles utilizados para las pruebas fueron los perfiles 2, 3, 4 y 5, en los que se usaron radios máximos de 60, 65, 85 y 95 píxeles, respectivamente, aunque los más utilizados fueron los dos primeros. Se utilizaron 4 estímulos por semieje en lugar de 3. Para todos los casos se escogió un radio para el estímulo central de 20 píxeles.



- b) Sujetos con queratitis. Este caso es similar al anterior, con la única diferencia de que se utilizaron más frecuentemente los radios máximos 50 ó 60 píxeles, y como radios de los estímulos periféricos 2 ó 3 píxeles.
- c) Sujetos operados con LASIK. El perfil más adecuado en este caso fue el perfil 1.
- d) Sujetos operados de cataratas. Dependiendo de la catarata del sujeto y del resultado de la cirugía, se utilizaron radios para los estímulos periféricos de 2, 3 ó 4 píxeles.

Estos perfiles son orientativos, de tal modo que se pueden utilizar otras configuraciones que permitan cuantificar de forma adecuada los halos percibidos por el observador. De todas formas, lo ideal será comenzar por el radio del estímulo periférico más pequeño para comprobar si es detectado o no por el sujeto. En el caso de no ser detectado se aumenta el radio del estímulo hasta que lo detecte, y este radio es el que se utiliza para la realización del test definitivo.

## 4. REFERENCIAS.



- Elliot, R. H. (1924). A halometer. *British Medical Journal* **1**, 624.
- Gutiérrez, R., Jiménez, J. R., Villa, C., Valverde, J. A. and Anera, R. G (2003). A simple device for quantifying the effects of halos after LASIK surgery. *Journal of Biomedical Optics* **4**, 663-667.
- Jiménez, J. R., Ortiz, C., Hita, E., Soler, M (2008). Correlation between image quality and visual performance. *Journal of Modern Optics* **55**, 783-790.
- Jiménez, J. R., Villa, C., Anera, R. G., Gutiérrez, R. and Del Barco, L. J. (2006). Binocular visual performance after LASIK. *Journal of Refractive Surgery* **22**, 679-688.
- Klyce, S (2007). Night vision disturbances after refractive surgery: haloes are not just for angels. *British Journal of Ophthalmology* **91**, 992-993.
- Villa, C., Gutiérrez, R., Jiménez, J. R. and González-Meijone, J. M. (2007). Night vision disturbances after successful LASIK surgery. *British Journal of Ophthalmology* **91**, 1031-1037.

