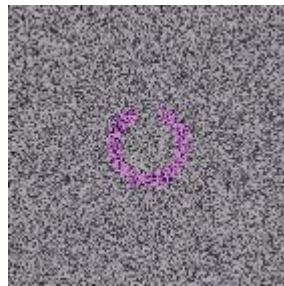


# MUC

# Medida de Umbrales Cromáticos

Manual de instalación y uso



María José Luque Cobija

Dolores de Fez Sáiz

Amparo Díez Ajenjo

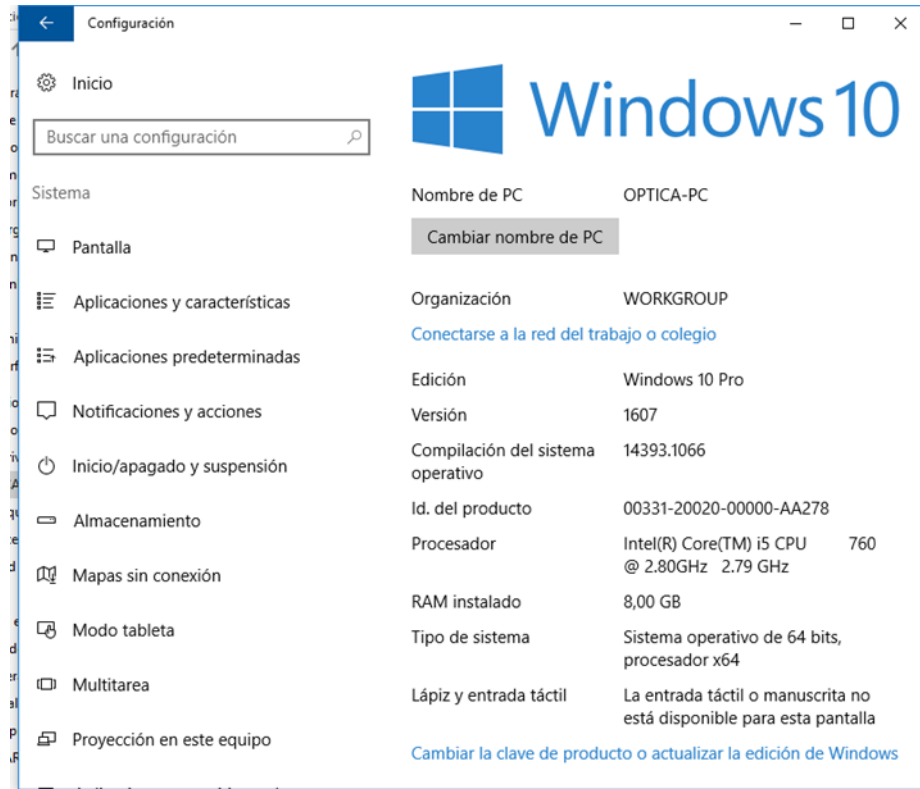
Maria del Carmen García Domene

Universitat de València

19-06-2019

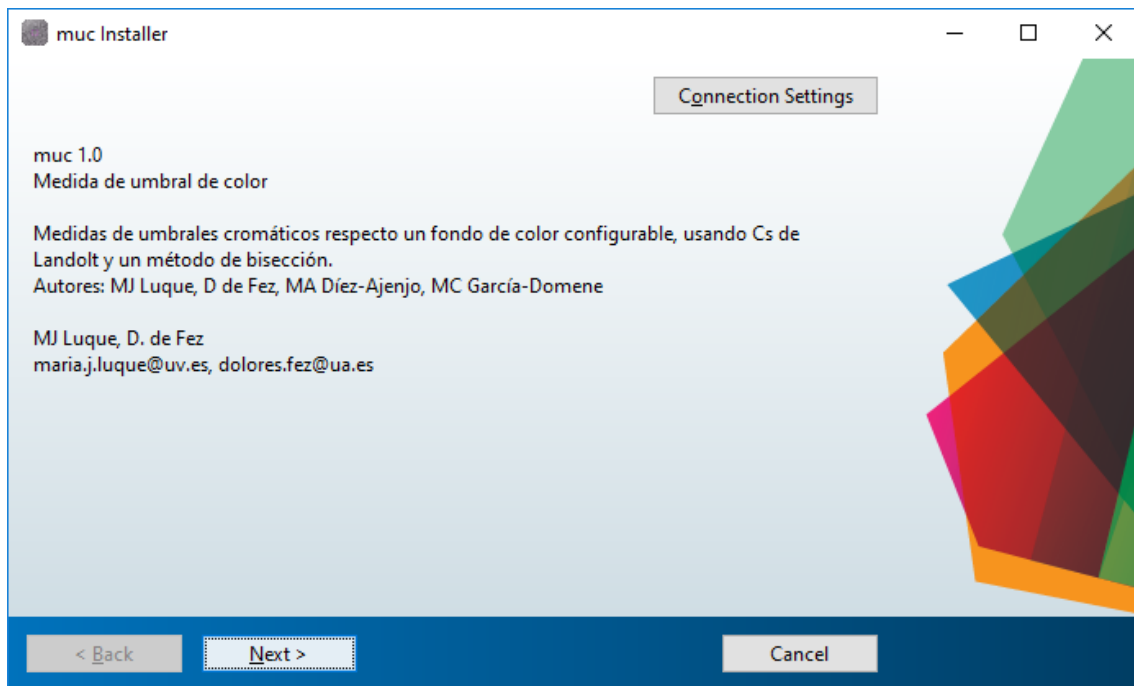
## SISTEMA OPERATIVO

El software proporcionado sólo es válido para Windows, con sistemas operativos de 64 bits. Comprueba que su sistema cumple los requisitos adecuados.



## INICIANDO LA INSTALACIÓN

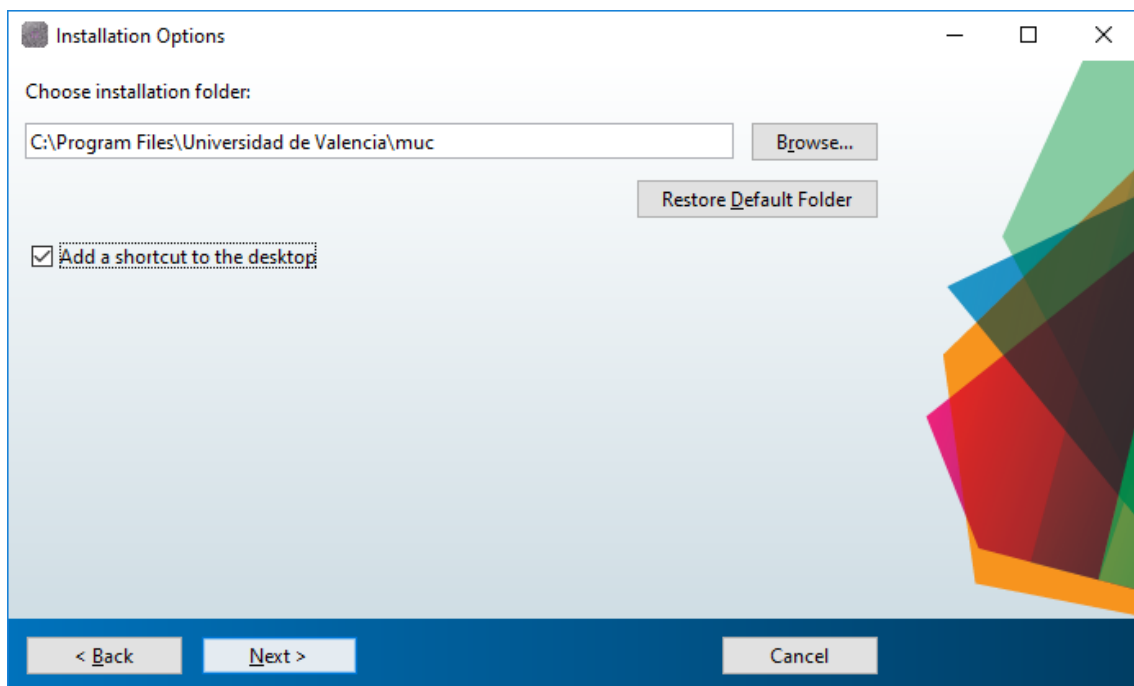
1- La instalación se inicia haciendo doble-click sobre el ejecutable (mucweb.exe). Puede requerir permisos de administrador y requiere conexión a red, para descargar Matlab Runtime. Después de una pantalla de presentación, aparecerá un mensaje como el siguiente, con la descripción de la aplicación:



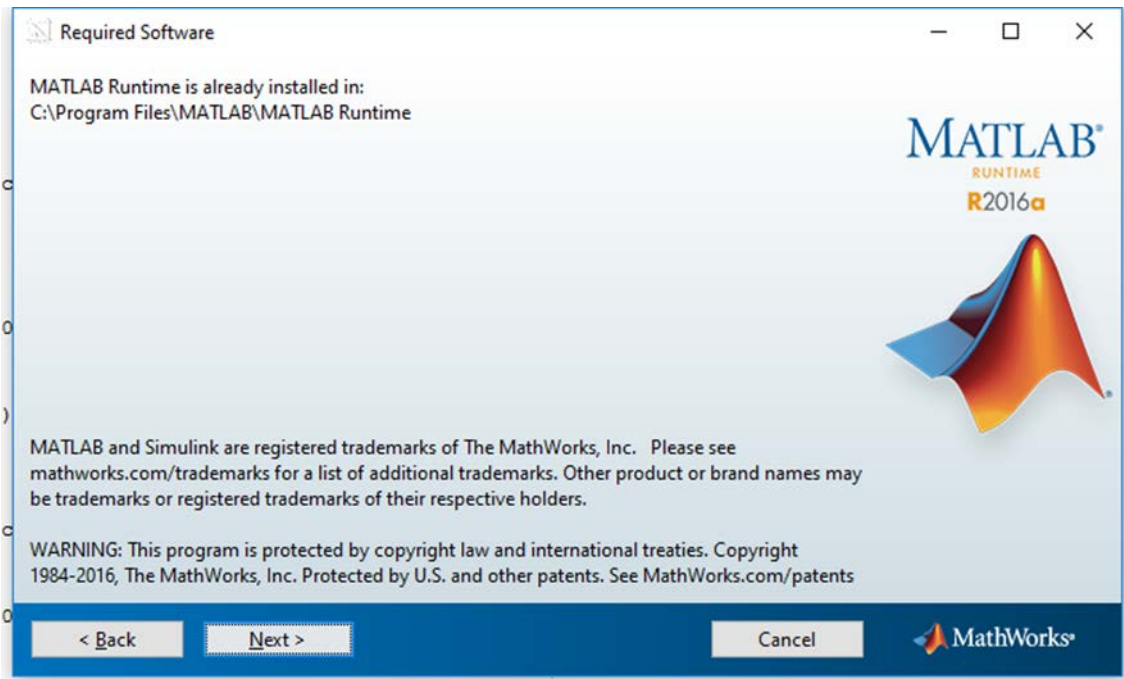
Aviso: Si vuestro antivirus reconoce el ejecutable como un virus, desactivadlo previamente. Si lo habéis descargado de una dirección de la Universidad de Valencia o de la Universidad de Alicante, el ejecutable es seguro.

2- Al pulsar Next, aparecerá la siguiente pantalla. Para que se cree un acceso directo, es necesario activar la casilla "Add a shortcut to the desktop". Es posible modificar la dirección de la carpeta de instalación, si se desea.

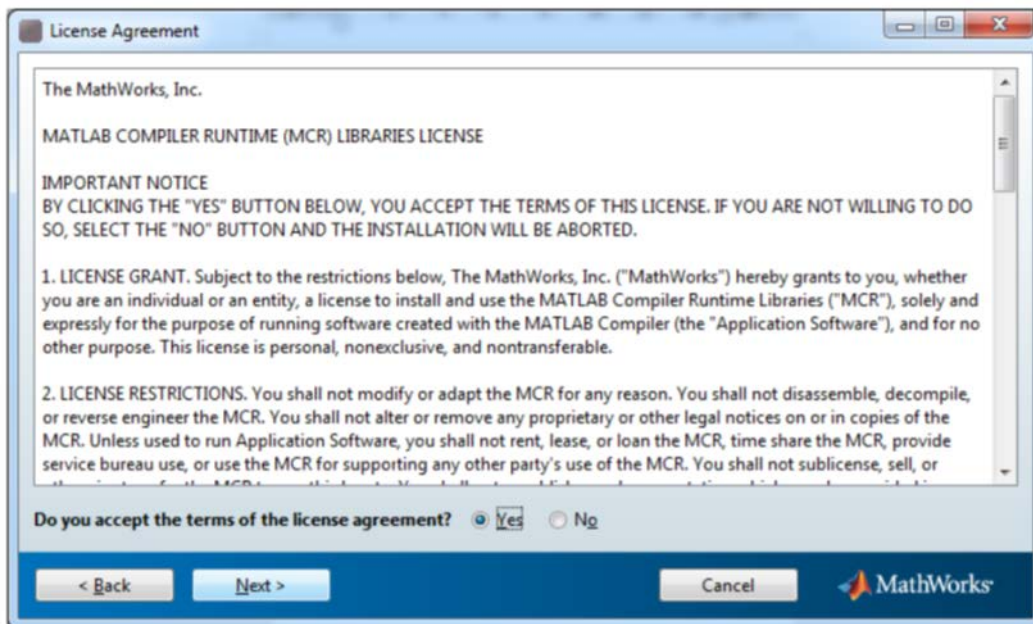
El programa de instalación creará la carpeta elegida, si no existe.



3- Al pulsar Next, se procede a instalar Matlab Runtime. Si Matlab Runtime está instalado en el ordenador, aparecerá la ventana siguiente.

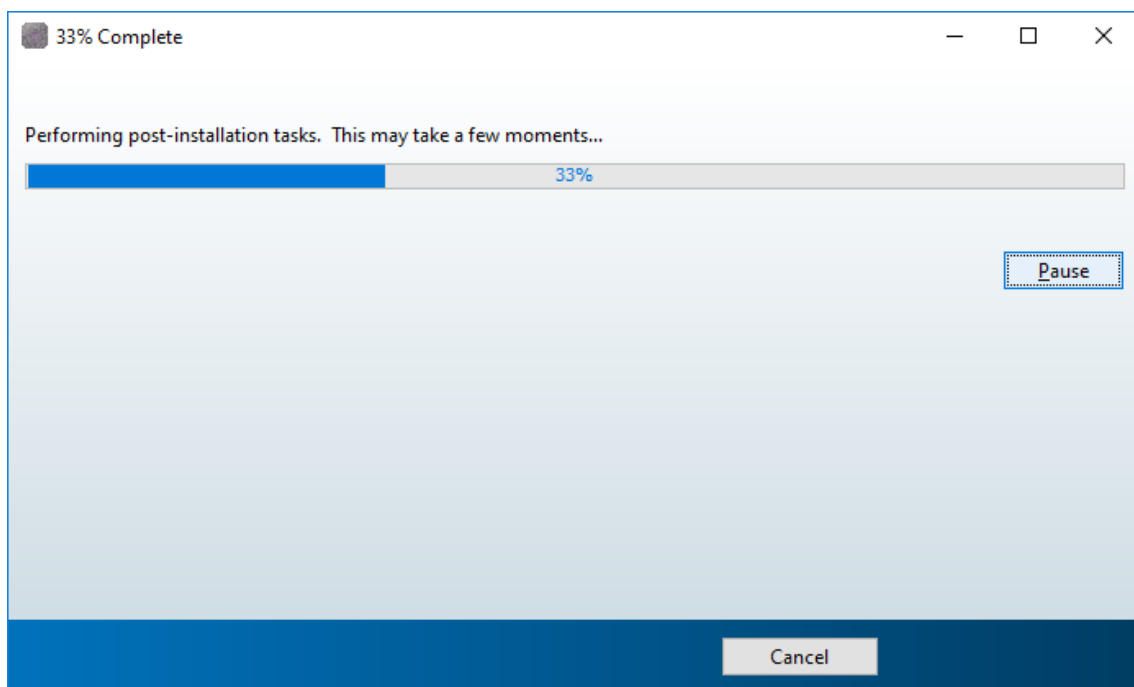
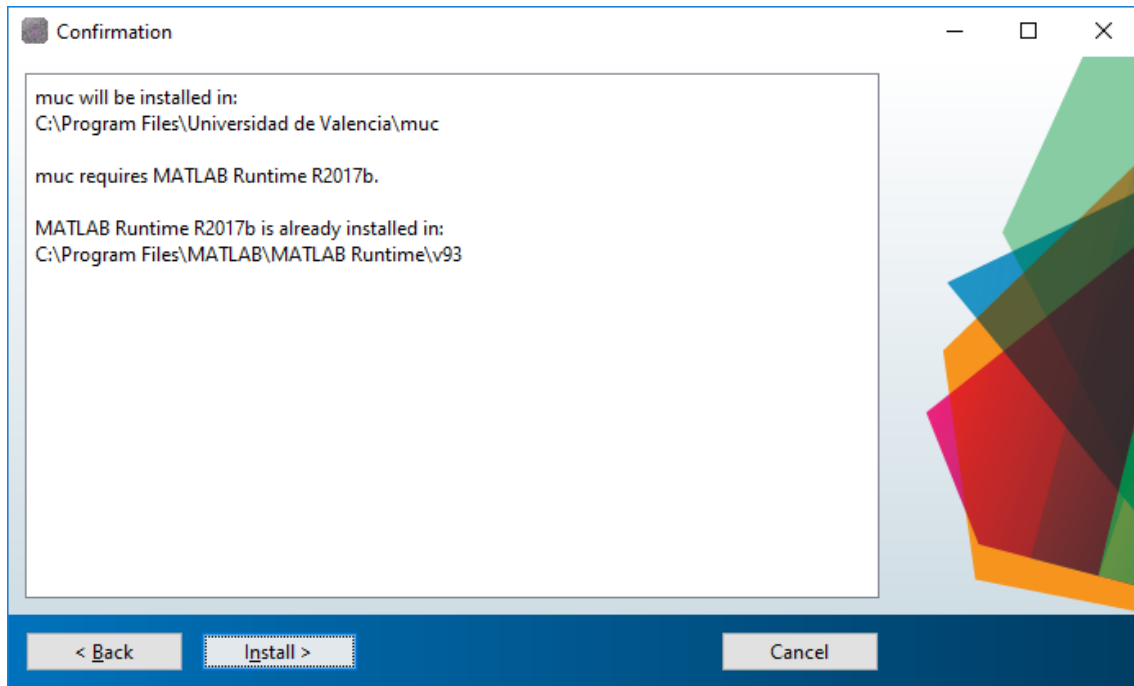


Si el ordenador no tiene Matlab Runtime, el programa de instalación se conectará a Mathworks para instalarlo. Esto puede llevar bastante tiempo y requiere la aceptación del siguiente acuerdo de licencia:

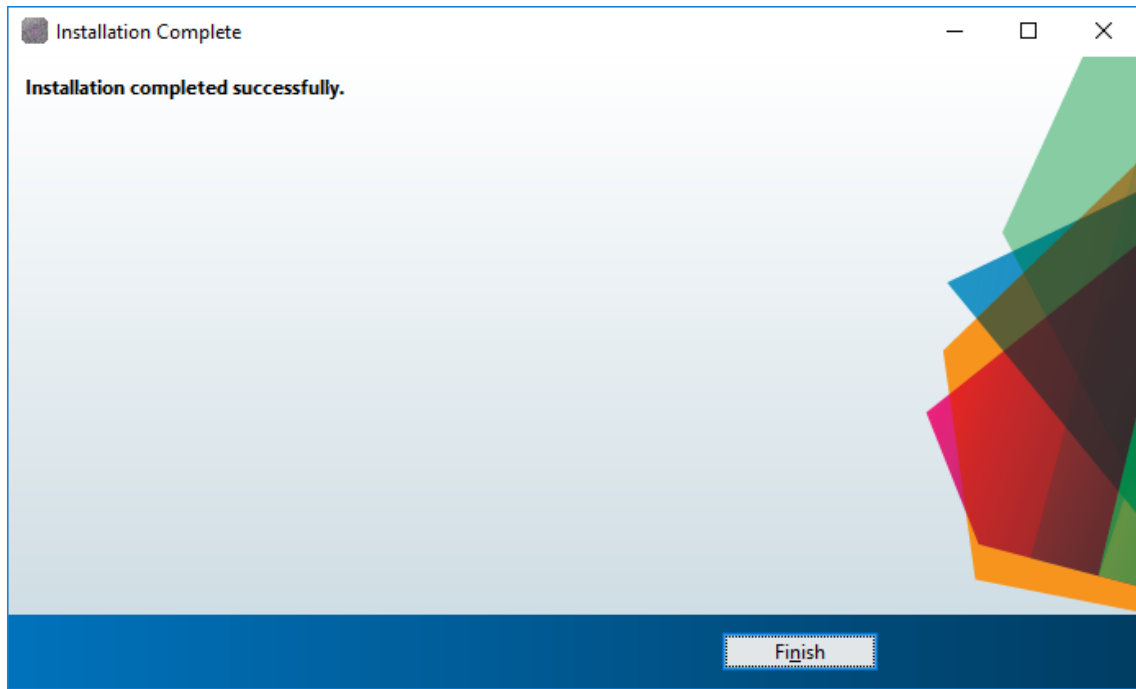


Tras aceptar los términos de acuerdo, hay que pulsar Next.

4- Se procederá a instalar el software. Esto lleva tiempo, durante el cual el ordenador aparentemente no está haciendo nada. No hay que desconectar de la red ni apagar el ordenador, hasta que se alcance el fin del proceso.



5- Al terminar el proceso de instalación, se mostrará la ventana siguiente.



El programa ya está instalado y el icono de acceso directo aparecerá en el escritorio.



# Medida de umbrales cromáticos (MUC)

Este programa permite medir el umbral de discriminación cromática con una tarea de reconocimiento de la orientación de una letra, una C de Landolt (Figura 1), que difiere del fondo en cromaticidad, utilizando un método psicofísico de bisección<sup>1</sup>. Un patrón aleatorio de luminancia se utiliza para minimizar la posibilidad de intrusión del mecanismo acromático. Los parámetros espaciales del estímulo y la cromaticidad y luminancia del test, son configurables por el usuario. El programa explora un número de direcciones equidistantes en un plano de respuesta constante del mecanismo acromático, en el espacio de DeValois y DeValois<sup>2</sup>, aunque los resultados se proporcionan en el espacio CIE1931.

Este test es una modificación del test clásico de Arden<sup>3</sup>, implementada en Matlab, haciendo uso de la librería de funciones COLORLAB<sup>4</sup>.

La versión disponible para descarga es una versión compilada del software, y utiliza el perfil colorimétrico de un monitor CRT estándar. Su uso en otros dispositivos proporciona resultados que serán, en el mejor de los casos, cualitativamente correctos, pero para obtener resultados fiables es imprescindible trabajar con los datos de calibrado del monitor correspondiente.

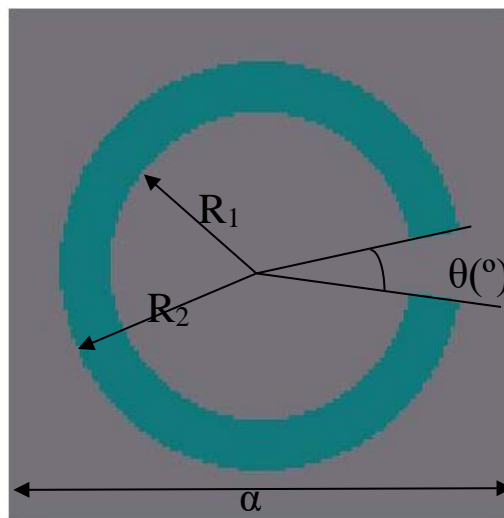
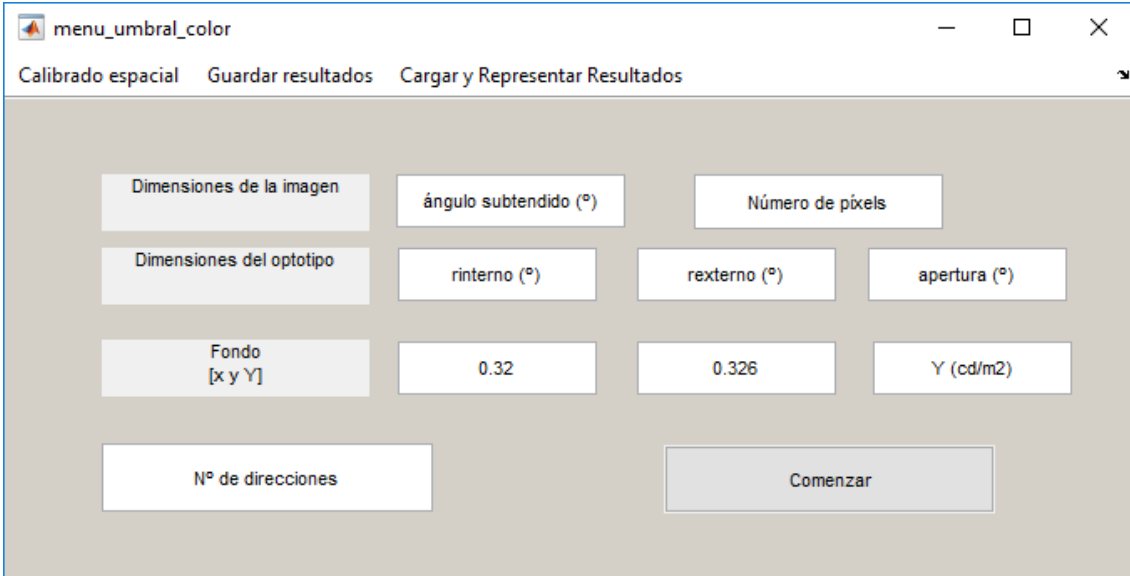


Figura 1. Parámetros de la escena

## Funcionamiento de la aplicación.

Al ejecutar la aplicación, se abre la ventana del menú principal (Figura 2) en la que introducir los diferentes parámetros del estímulo mostrados en la Figura 1, y parámetros adicionales: ángulo

subtendido por la escena, en grado ( $\alpha$ ), número de píxeles del estímulo, radios internos y externos de la C, expresados en grados subtendidos desde el paciente ( $R_1$  y  $R_2$ ), apertura de la letra, en grados, medida desde el centro de la imagen ( $\theta$ ), coordenadas cromáticas y luminancia del estímulo de fondo y número de direcciones a explorar.



The screenshot shows a window titled 'menu\_umbral\_color' with a menu bar containing 'Calibrado espacial', 'Guardar resultados', and 'Cargar y Representar Resultados'. The main area contains several input fields and buttons:

Dimensiones de la imagen	ángulo subtendido (°)	Número de píxeles	
Dimensiones del optotipo	rinterno (°)	rexterno (°)	apertura (°)
Fondo [x y Y]	0.32	0.326	Y (cd/m <sup>2</sup> )
Nº de direcciones	Comenzar		

Figura 2. Pantalla de datos de la aplicación.

En cada uso, debe comenzarse por el **calibrado espacial del monitor**, pinchando en la barra de herramientas. El programa presentará un estímulo de referencia (Figura 3). Es necesario configurar la resolución de la pantalla para que dicho estímulo sea cuadrado, medir la anchura del mismo y determinar el ángulo que subtendrá a la distancia de observación a la que se situará el paciente. Este dato debe introducirse en la casilla “**ángulo subtendido (°)**” del menú. Es preferible cerrar la ventana auxiliar, una vez se ha realizado la medida.



Figura 3. Estímulo de calibrado



Una vez configurado el estímulo, el botón **Comenzar** dará inicio a la medida. Al paciente se le presentará la letra sobre el fondo, en una orientación aleatoria. La dirección del espacio de color en la que la letra diferirá del fondo se elige al azar, y de acuerdo con el método de bisección, su contraste será inicialmente elevado, el correspondiente a la mitad del rango disponible para esa dirección en el espacio de color. Para responder, el paciente o el clínico, a dictado del paciente, usará el bloque numérico del teclado para indicar la posición de la abertura con las teclas 8 (arriba), 2 (abajo), 4 (izquierda), 6 (derecha) y la tecla 5 para indicar que no se localiza la apertura.



*Figura 4. Teclas para contestar indicando la dirección de la abertura.*

El programa determina si el paciente ha acertado o no la posición de la apertura y elige cuál es el estímulo siguiente a presentar en función de las respuestas del observador. A lo largo de la medida, se entrelazan presentaciones correspondientes a las distintas direcciones del espacio de color, al azar. Al terminar el proceso de medida, el programa muestra los resultados obtenidos, representados en un diagrama cromático CIE1931, y la elipse de mejor ajuste (Figura 5). Podemos ver con más detalle la zona de interés usando el zoom de la barra de herramientas. La gráfica puede guardarse en formato Matlab (fig) o exportarse en formato de archivo de imagen (tif o jpg).

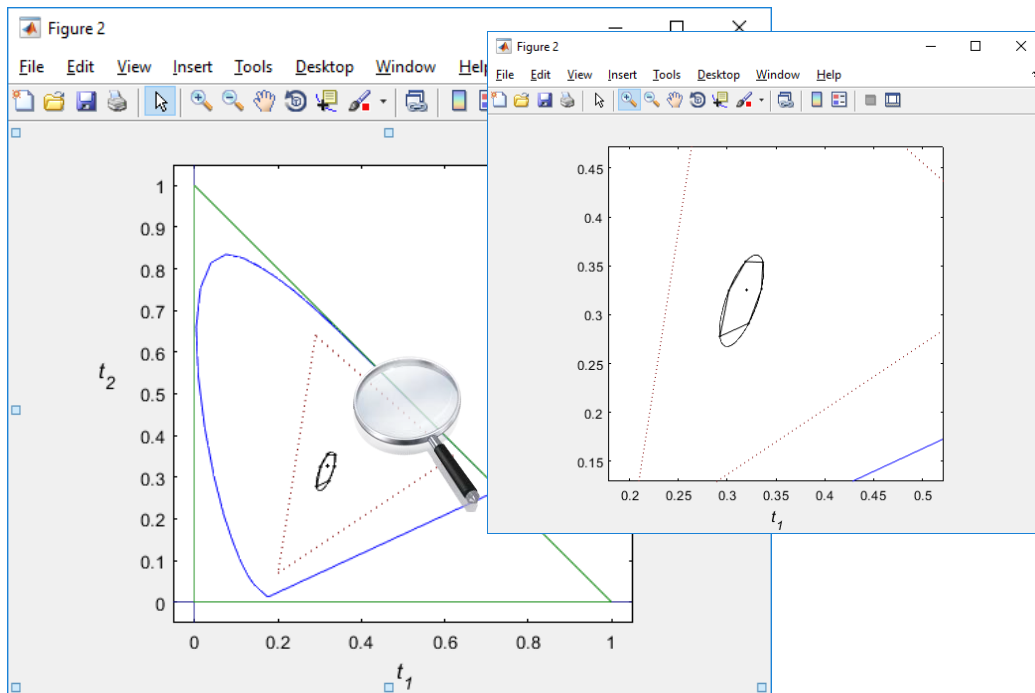


Figura 5. Resultados de un paciente

Los valores numéricos se guardan con la opción **Guardar Resultados** de la barra de herramientas. Se crearán un fichero de \*.mat y un fichero Excel. Los ficheros \*.mat se pueden volver a cargar y representar con la opción **“Cargar y Representar Resultados”** de la barra de herramientas del menú principal (Figura 6).

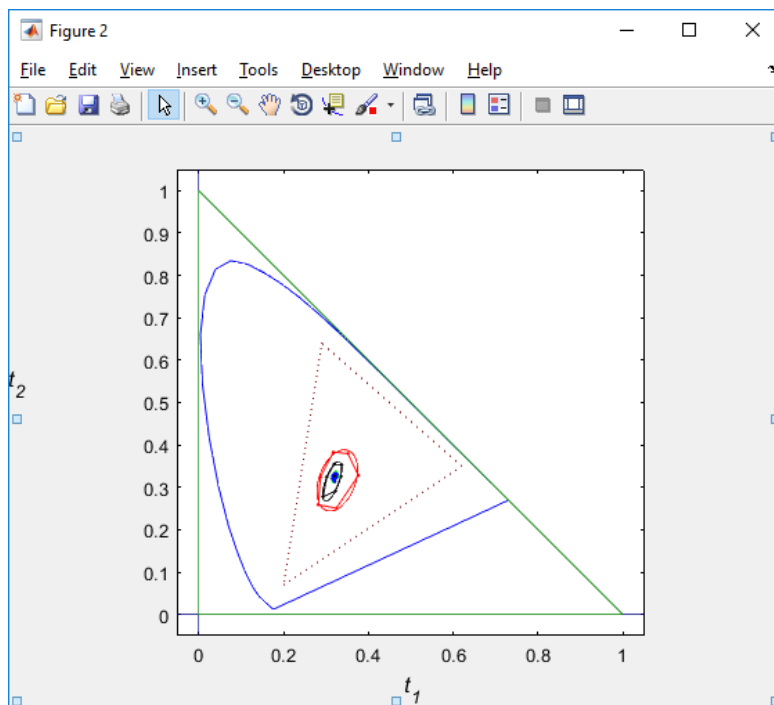


Figura 6. Resultados de varios pacientes, representados con la opción **“Cargar y Representar”**.

El archivo \*.mat guarda la información sobre los parámetros espaciales del estímulo (véase Figura 7, donde **ang** es tamaño subtendido por la escena, **Np**, el número de píxels de la imagen, **r1**, **r2** y **dthgrad**, los radios interno y externo y la apertura de la letra, **T0** los valores triestímulo XYZ del estímulo de fondo y **Ndir** el nº de direcciones exploradas en el espacio de color), los valores triestímulo de los colores umbral, **Rumbral**, los datos de la elipse de mejor ajuste, **elipse**, así como información sobre la secuencia de estímulos presentadas en la medida (**medida**). Las variables **elipse** y **medida** son estructuras. Los campos de **elipse** son el semieje mayor **semimajor\_axis**, el menor, **semiminor\_axis**, el ángulo, **phi**, y las coordenadas cromáticas del centro, **x0** e **y0**.

Name	Value	Size	Bytes
ang	10	1x1	8
dthgrad	10	1x1	8
elipse	1x1 struct	1x1	920
medida	1x1 struct	1x1	13216
Ndir	12	1x1	8
Np	124	1x1	8
r1	0.7500	1x1	8
r2	1	1x1	8
Rumbral	12x3 double	12x3	288
T0	[39.5455 30 66.8182]	1x3	24
Y	30	1x1	8

Figura 7. Variables guardadas en un archivo de resultados \*.mat

Los campos de la variable **medida** pueden verse en la Figura 8. **Memoria** contiene los intervalos de trabajo utilizados en el método de bisección, **Nrev** el número de inversiones en el proceso de medida, **valor\_prueba** el estímulo presentado al paciente (definido como la distancia en el espacio de DeValois y DeValois entre el fondo y el test, en la dirección elegida) y la respuesta del paciente, **respuesta**. En el ejemplo, se muestra la secuencia de respuestas del paciente mientras se determinaba su umbral en la dirección nº 1.

```

>> medida

medida =

  struct with fields:

    Memoria: {1x12 cell}
    Nrev: {[5] [2] [4] [5] [2] [4] [4] [3] [4] [4] [3] [4]}
    respuesta: {1x12 cell}
    valor_prueba: {1x12 cell}

>> [medida.valor_prueba{1}' medida.respuesta{1}']

ans =

    0.5000    1.0000
    0.2500         0
    0.3750    1.0000
    0.3125    1.0000
    0.2500    1.0000
           0         0
    0.1250    1.0000
    0.0625         0
    0.0938         0

```

Figura 8. Campos de la variable *medida*

Si no se desea procesar los datos en Matlab, se puede recurrir a los datos guardados en el archivo Excel (Figura 9). En este fichero tendremos una hoja con los valores de **Rumbral** (los valores triestímulo de los N umbrales medidos), otra con **T0** (los valores triestímulo del centro de la elipse) y otra, **Elipse**, con los datos de los ejes mayor y menor de la elipse, y la inclinación del eje mayor (a, b y  $\theta^\circ$ ), respectivamente).

	A	B	C
1	X	Y	Z
2	29.4854897	30	32.6159504
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			

	A	B	C
1	X	Y	Z
2	30.3417434	29.8865839	34.3932084
3	30.4130899	29.8160487	36.0691502
4	30.1850687	29.7200424	38.7526018
5	29.2368352	29.9079791	35.2252519
6	28.7622452	30.0020535	33.459509
7	28.2018538	30.1030484	31.6268395
8	28.3124143	30.1553812	30.1810904
9	27.984789	30.2976022	27.0292551
10	28.9724235	30.2053189	28.1153735
11	29.8102237	30.120176	29.2082962
12	30.4150756	29.9973606	31.5317249
13	30.4943253	29.9190121	33.3933127
14			

	A	B	C
1	a	b	$\theta^\circ$
2	0.03163787	0.00722714	65.2710564
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			

Figura 9. Datos de umbrales guardados en formato Excel.

## Referencias

1. Anderson AJ, Johnson CA (2006), Comparison of the ASA, MOBS, and ZEST threshold methods, *Vision Research* 46, 2403–2411
2. De Valois RL, De Valois KK (1993), A multi-stage color model , *Vision Research*, 33-8, pp 1053-1065.
3. Arden GB, Gunduz K, Perry S (1988). Colour vision testing with a computer graphics system. *Clin Vis Sci* 2, 303–20.
4. J. Malo y M.J. Luque, COLORLAB: The Matlab Toolbox for Colorimetry and Color Vision, <http://isp.uv.es/code/visioncolor/colorlab.html>, (Visitado 27-04-2019).