



## Tumor Segmentation Training Tool

# MANUAL DE USUARIO

Blanca Iñigo Romillo

Enero 2022

CON LA COLABORACIÓN DE:



# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>2</b>
1.1. Instalación . . . . .	3
1.2. Pantalla inicial . . . . .	5
1.3. Registro e inicio de sesión . . . . .	5
1.4. Menú principal . . . . .	7
1.5. Creación de casos. . . . .	7
1.6. Segmentación de casos . . . . .	9
1.7. Visualización de resultados . . . . .	15
1.8. Perfil de usuario . . . . .	17
1.9. Desinstalación . . . . .	18

# MANUAL DE USUARIO DE LA HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE EN CONTOREO PARA RESIDENTES DE ONCOLOGÍA RADIOTERÁPICA

## 1. Introducción

Se ruega leer detenidamente los apartados mostrados en el siguiente manual antes de la primera ejecución del programa y recurrir a él siempre que sea necesario.

La herramienta TUSTOOL es una herramienta de apoyo para la formación de médicos residentes en el contorneo de estructuras y lesiones anatómicas como parte de la planificación del tratamiento radioterápico. Así mismo, constituye un método de seguimiento y supervisión continua de la evolución de los residentes en el ámbito de segmentación tumoral por parte de los médicos especialistas que los forman.

Es un software libre de licencias, de fácil instalación y uso. Esta aplicación requiere un complemento llamado MATLAB Runtime cuyo paquete de instalación dependerá del sistema operativo del dispositivo empleado y que se puede encontrar y descargar desde el siguiente enlace:

<https://es.mathworks.com/products/compiler/matlab-runtime.html>

Del mismo modo, el repositorio de casos a los que tiene acceso la aplicación se podrá ubicar en una carpeta local o en una carpeta de red compartida, siempre y cuando el usuario tenga derecho de lectura y de escritura sobre ese directorio. Dicha carpeta deberá tener una estructura concreta, tal y como se muestra en la siguiente figura:

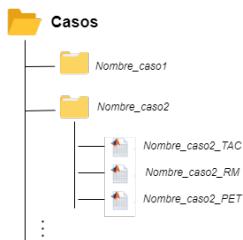


Figura 2: Estructura de la carpeta de casos.

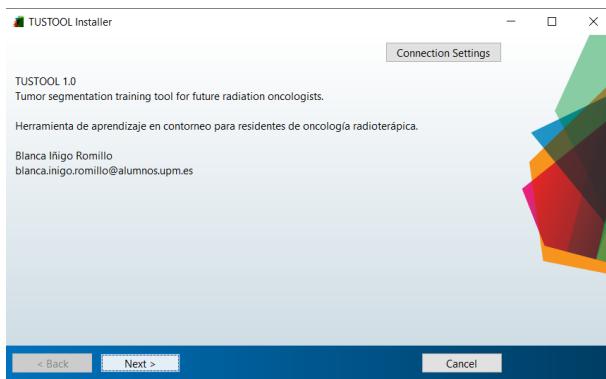
Cabe destacar que la herramienta TUSTOOL está disponible para dos tipos de usuario: residentes y médicos especialistas. En función del rol de usuario, este contará con distintas funcionalidades:

- Los **residentes**, por su parte, podrán filtrar casos según su módulo, nivel de dificultad y modalidad de imagen y segmentar sus estructuras. Además podrán ver los resultados obtenidos por módulo, caso y estructura contorneada.
- Por otro lado, los **médicos expertos** podrán crear nuevos casos, aportando información sobre el estudio y las estructuras a segmentar. Del mismo modo, los especialistas también podrán ver los resultados de cualquier residente para mantenerse actualizados sobre sus avances.

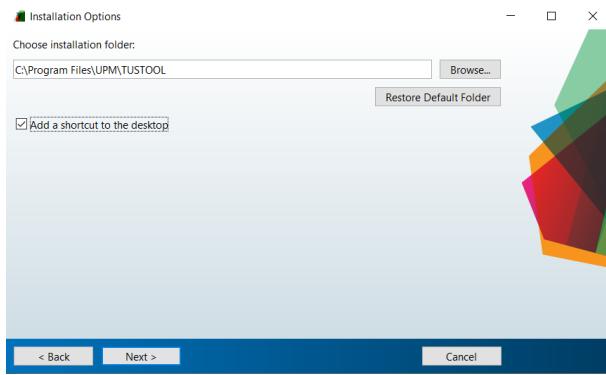
## 1.1. Instalación

Para instalar la herramienta, el usuario solo tendrá que iniciar el ejecutable *TUSTOOL.exe*.

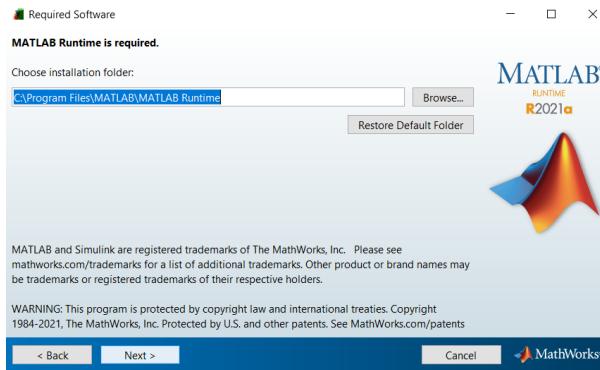
### 1. Comienzo proceso de instalación.



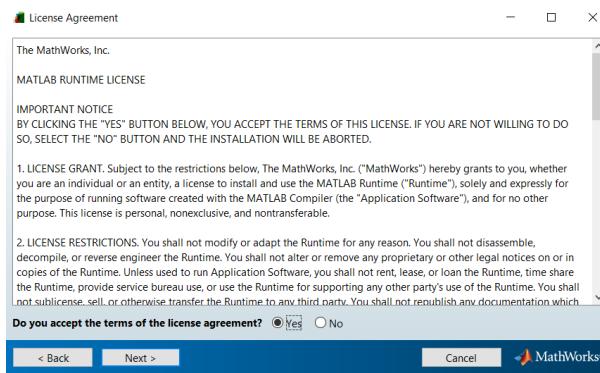
### 2. Se instala el programa en el directorio establecido por defecto (Archivos de programa o en inglés *Program Files*). Marcar la casilla para añadir un acceso directo a la aplicación en el escritorio (Recomendado).



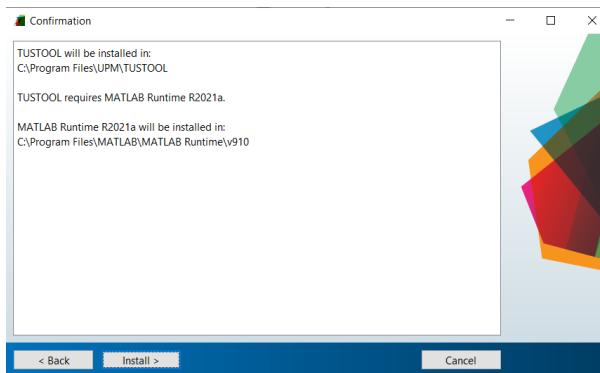
### 3. Instalación del complemento MATLAB Runtime.



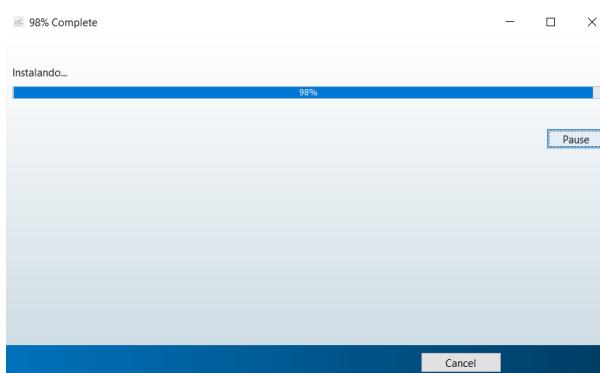
#### 4. Aceptar los términos y condiciones de MATLAB Runtime.



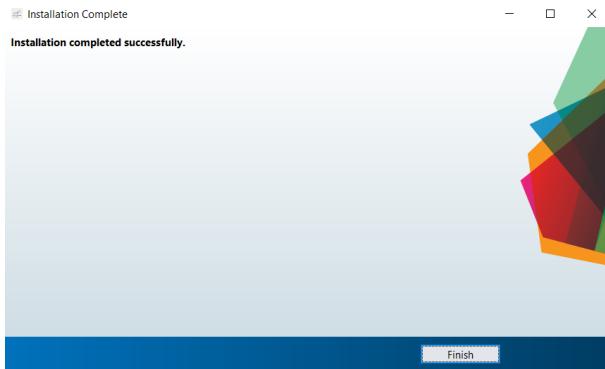
#### 5. Confirmar la instalación de la aplicación con el complemento necesario.



#### 6. Instalando la aplicación TUSTOOL y MATLAB Runtime.



7. Una vez instalado, cierre la ventana y ya puede iniciar la aplicación desde archivos de programa o desde el acceso directo del escritorio.



## 1.2. Pantalla inicial

La página principal ofrece una breve introducción sobre la herramienta y ofrece al usuario la posibilidad de iniciar sesión o de registrarse como un nuevo usuario (Figura 3).

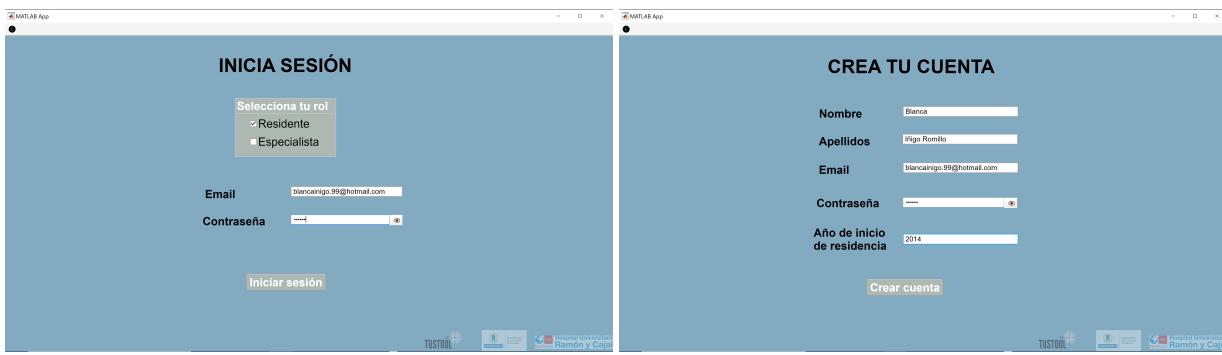


Figura 3: *Pantalla inicial*.

## 1.3. Registro e inicio de sesión

Si el usuario decide iniciar sesión, debe introducir sus credenciales para acceder al menú principal (Figura 4a).

En el caso de que sea la primera vez que un alumno utiliza la aplicación, este deberá introducir sus datos personales para registrarse (Figura 4b).

(a) *Inicio de sesión.*(b) *Registro.*Figura 4: *Registro e inicio de sesión*

El sistema muestra un mensaje de alerta que informa al usuario del problema ocurrido en las siguientes situaciones:

- En caso de que el usuario no rellene alguno de los campos obligatorios.
- Si trata de iniciar sesión con credenciales incorrectas.
- Si alguno de los campos introducidos no sigue el formato adecuado.
- Si no existe el usuario que intenta iniciar sesión.
- Si ya existe el usuario que se está registrando.

En el caso de **inicio de sesión**, el sistema accede a REDCap y comprueba que existe el usuario.

En el caso de **registro**, el sistema comprueba que no existe un usuario con el mismo correo electrónico y, en caso de que no exista, crea un nuevo registro en la tabla **ALUMNOS**.

Finalmente, el usuario accede al menú principal de la herramienta.

Si un médico especialista quiere registrarse en el sistema, deberá hacerlo a través de REDCap. Deberá acceder al proyecto **RADIOTERAPIASEGMENTATION**, seleccionar la opción del panel de la izquierda *Agregar / Editar registros, Agregar un nuevo registro* y elegir el formulario de entrada llamado “**ESPECIALISTAS**”. A continuación aparecerá un formulario en el que el especialista deberá introducir sus datos tal y como se muestra en la siguiente figura.

editando actualmente Record ID 4

Record ID 4

**Nombre**  
\* debe aportar un valor

**Apellidos**  
\* debe aportar un valor

**Email**  
\* debe aportar un valor

**Contraseña**  
\* debe aportar un valor

**Especialidad**

**Form Status**

**Complete?** Incomplete

Guardar y Salir Save & Go To Next Record

--Cancelar--

Figura 5: Registro de especialistas.

## 1.4. Menú principal

El menú principal de la aplicación varía en función de si el usuario es un residente o un especialista.

Si el usuario es un **residente** encontrará dos opciones principales: Segmentar casos o visualizar los resultados (Figura 6a). Así mismo, el alumno tiene la opción de modificar sus datos personales desde el ícono del perfil de la esquina superior izquierda.

Si, por el contrario, el usuario es un **médico especialista**, la interfaz mostrará una opción de crear nuevos casos y otra de visualizar los resultados(Figura 6b). En este caso, el usuario tendrá que seleccionar el alumno del que quiere conocer los resultados.

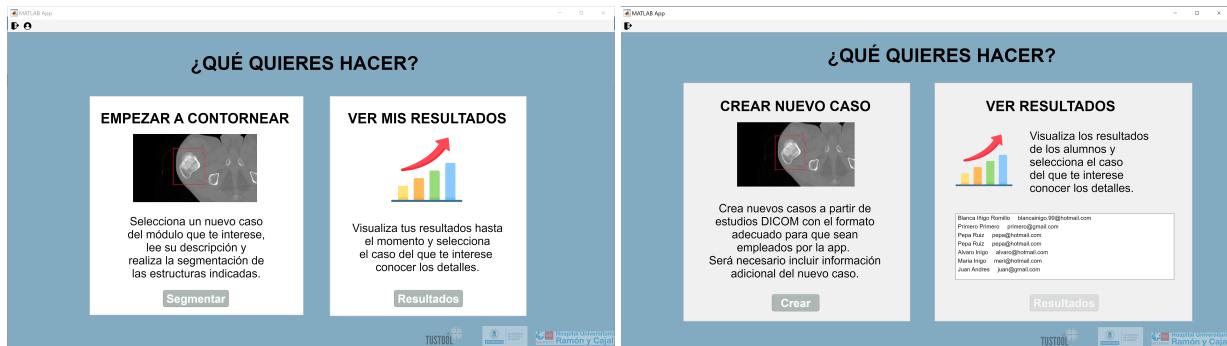


Figura 6: Menú principal

## 1.5. Creación de casos.

Una de las funcionalidades disponibles para los especialistas es la creación de nuevos casos médicos. Desde la interfaz responsable de esta función, el especialista debe seleccionar

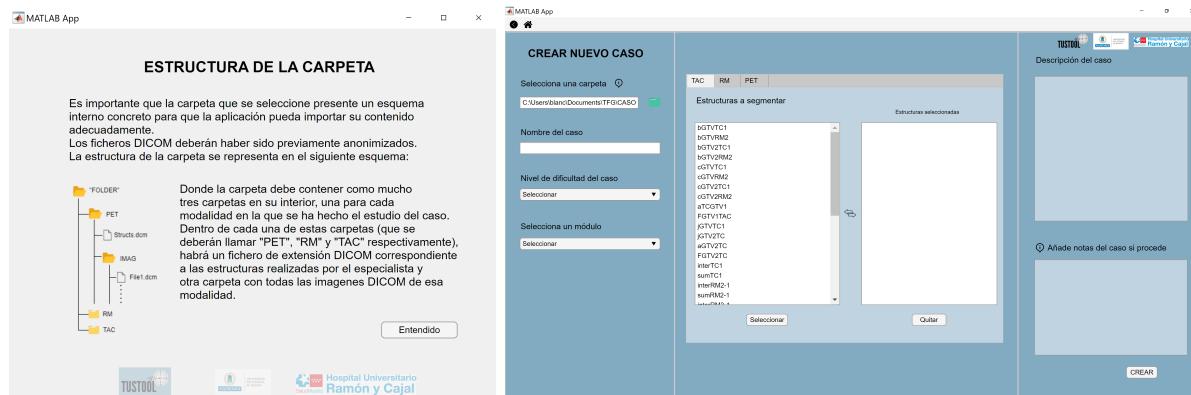
la carpeta con el caso en cuestión. Es importante que la carpeta tenga una estructura de ficheros concreta que el usuario puede conocer haciendo click en el ícono de información (Figura 7a).

A continuación, el sistema ejecuta una serie de funciones que convierten el documento en ficheros *.mat* (tantos como modalidades tenga el caso). Este proceso puede llevar varios minutos en función del número de modalidades que se estén convirtiendo. El usuario será informado del progreso de la operación mediante barras de estado. Además, el programa obtiene de cada modalidad las estructuras de referencia asociadas para mostrárselas al especialista por pantalla en el panel central.

Una vez se han convertido los archivos, se habilitan el resto de botones y cuadros de texto de la interfaz. En este momento, el especialista tendrá que completar los datos asociados al nuevo caso (Nombre del caso, nivel de dificultad, módulo al que pertenece, estructuras a segmentar, descripción del caso y realimentación) (Figura 7b). Nuevamente, los iconos de información ayudarán al alumno en caso de duda (Figura 8).

Por último, el usuario debe seleccionar el botón “**Crear**” con lo que se comprueba que todos los campos obligatorios estén completos y que no exista ya un caso con ese nombre en la base de datos. Si se cumplen ambas condiciones, se le pide al usuario un directorio en el que guardar el archivo generado eliminando antes la información de las estructuras que no se han seleccionado. Finalmente, se almacena toda la información del nuevo caso en la tabla correspondiente del proyecto de REDCap.

Cabe destacar que, dado que los ficheros *.mat* de los estudios se almacenan localmente, cada vez que un especialista cree un nuevo caso, deberá compartir el fichero generado con sus alumnos para que estos puedan segmentar sus estructuras.



(a) *Estructura de la carpeta.*

(b) *Información del caso*

Figura 7: *Crear nuevos casos.*

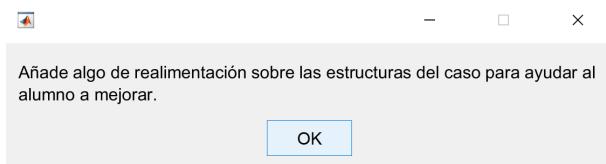


Figura 8: *Mensajes de ayuda.*

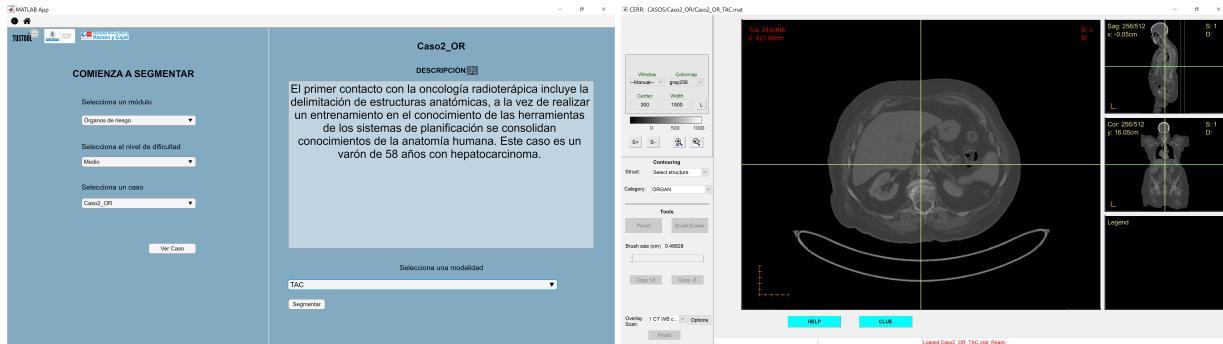
## 1.6. Segmentación de casos

La funcionalidad principal de la aplicación y con la implementación más compleja es la interfaz de segmentación. Esta herramienta consta de dos interfaces: una interfaz de selección del caso a segmentar y la interfaz de segmentación en sí.

Cuando el usuario accede a la opción de “**Empezar a contornear**” del menú principal, se abre una nueva pestaña desde la que el alumno irá aplicando filtros hasta seleccionar el caso que desea contornear:

1. **Selección del módulo:** Tal y como se ha definido en el apartado ??, el listado de módulos que se mostrará al alumno dependerá de su año de residencia que, a su vez dependerá del año de inicio y del mes y año actual (los cursos comienzan en Mayo). Una vez seleccionado el módulo, se habilita el selector del nivel de dificultad.
2. **Selección del nivel de dificultad:** Cada módulo incluye casos que han sido clasificados en función de su grado de dificultad por el especialista que lo haya importado en *TUSTOOL*. Por consiguiente, el alumno deberá filtrar los casos del módulo seleccionado en función de si quiere aquellos de nivel **básico**, **medio** o **elevado**.
3. **Selector del caso:** A continuación, se habilita un desplegable con todos los casos que cumplen con los criterios de pertenencia al módulo y al nivel de dificultad establecidos.
4. **Información del caso:** El usuario podrá modificar cualquiera de sus elecciones, con lo que se actualizarán las opciones disponibles en los desplegables inferiores. Cuando se hayan elegido las tres opciones, el usuario debe hacer click en el botón de “**ver caso**”, con lo que se mostrará la descripción del caso y se cargan las modalidades disponibles para el caso en cuestión en el panel de la derecha de la figura 9a.
5. **Comenzar a segmentar:** Por último, se selecciona el botón de “**Segmentar**”. En este momento, se comprueba si el alumno ha trabajado con este caso en las últimas 24 horas. Si lo ha hecho, aparece un mensaje por pantalla informándole de que debe seleccionar otro caso u otra modalidad del mismo caso que no haya segmentado ese

día o esperar 24 horas a que se habilite. Este requisito pretende evitar que el alumno memorice la solución de un caso y lo repita. Tras esta comprobación, se le pide al usuario que seleccione la carpeta en la que tiene almacenados los casos (Ver figura ??). A continuación, se recupera el archivo correspondiente al caso seleccionado y, si existe dentro de la carpeta seleccionada, se abre la interfaz de segmentación, cargando dicho archivo (Figura 9b).



(a) Selección de caso a segmentar.

(b) Comenzar a segmentar

Figura 9: Interfaces de segmentación.

Desde la interfaz de segmentación el alumno podrá visualizar los cortes coronales, sagitales y transversales del caso seleccionado y moverse entre los cortes de tres formas distintas:

- Utilizando tanto las flechas hacia arriba y hacia abajo del teclado.
- Haciendo *scroll* con el ratón.
- Mediante los botones **S+** y **S-** del panel de la izquierda (Figura 10).



Figura 10: Cambio de slice.

En la esquina superior izquierda del visor central, el usuario podrá ver en qué corte se encuentra.

Además, para mejorar la visualización de las estructuras, se podrá modificar el contraste de dos formas:

- Seleccionando el botón “L” del panel izquierdo y después haciendo click sobre el visor principal y arrastrando arriba o abajo.

- Cambiando los valores de nivel y ventana manualmente en el mismo panel (Figura 11).

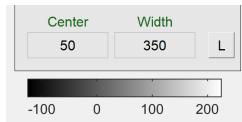


Figura 11: *Cambio de contraste.*

Del mismo modo, para asegurar una correcta delimitación de las estructuras, el usuario puede hacer o deshacer zoom sobre la imagen empleando los correspondientes botones del panel superior izquierdo (Figura 12).



Figura 12: *Zoom.*

A continuación, el usuario debe seleccionar la estructura a segmentar desde el desplegable del panel de la izquierda así como la categoría a la que pertenece (Figura 13).

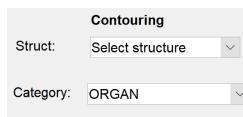
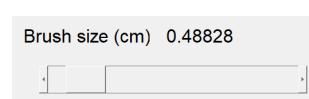


Figura 13: *Selección de estructura.*

Una vez seleccionada la estructura, se habilitan las herramientas de contorneo y el botón *Finish*, con lo que el usuario puede comenzar a contornear sobre las imágenes con líneas simples utilizando el *Pencil* o con esferas, mediante la herramienta *Brush* (Figura 14a) y la barra de selección de radio (Figura 14b).



(a) *Pencil y brush.*



(b) *Selección de radio*

Figura 14: *Herramientas de contorneo.*

Con el objetivo de agilizar el contorneo de las estructuras, el usuario puede copiar y pegar los contornos de un corte a otro adyacente mediante los botones *Copy +Z* y *Copy -Z* del panel de la izquierda (Figura ).



Figura 15: *Copiar y pegar estructuras.*

En todo momento, el usuario contará con dos botones de ayuda en la parte inferior de la interfaz:



- **HELP**: Mostrará el manual de usuario correspondiente a la interfaz de segmentación.
- **CLUE**: Proporcionará pistas, si las hay, que el especialista ha indicado en la creación del caso sobre las estructuras más conflictivas.

Una vez el alumno ha terminado de segmentar todas las estructuras, deberá pulsar esta opción. Al hacerlo, y para evitar posibles errores, el sistema muestra el siguiente mensaje por pantalla:

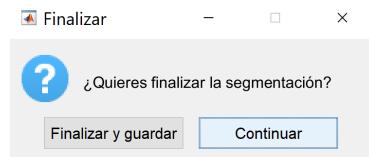


Figura 16: *Finalizar segmentación.*

Al seleccionar "Finalizar y guardar", se comparan las estructuras con sus *gold standards* y se calculan los coeficientes estadísticos y las calificaciones para cada una de ellas. Este proceso conlleva un tiempo de ejecución que dependerá del número de estructuras segmentadas. El usuario podrá ir viendo la evolución de los cálculos realizados mediante barras de estado tal y como se muestra en la siguiente figura.



Figura 17: *Barra de estado.*

Al finalizar el proceso, se modifica la interfaz para mostrar las estructuras y los resultados.

En la nueva interfaz, desaparecen las herramientas de contorneo y en su lugar se muestra un desplegable desde el que el usuario debe seleccionar una de las estructuras que ha segmentado previamente. Al seleccionar la estructura, se muestran los resultados de las métricas y la calificación obtenida en el panel de la izquierda (Figura 18) así como los contornos realizados y sus correspondientes *gold standards* en los tres visores del caso.

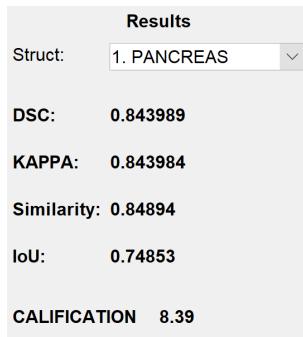


Figura 18: *Resultados*.

Las estructuras realizadas por el alumno siempre aparecerán en color naranja mientras que las de referencia serán verdes. Además, el panel inferior derecho con el nombre **Legend** mostrará el nombre de la estructura que se está visualizando y el de la estructura de referencia (que siempre tendrá la forma **nombre\_estructura + " \_ref"**) (Figura 19).

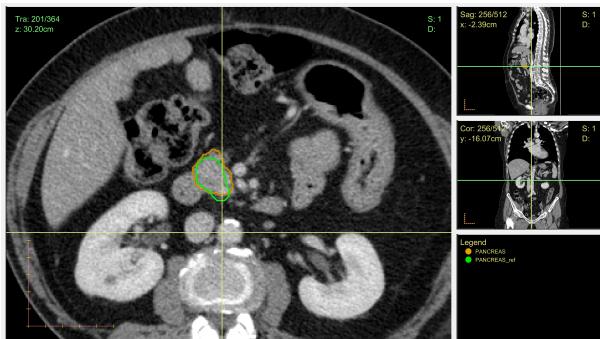


Figura 19: *Visualizar estructuras*.

Además, el usuario podrá seleccionar la vista que quiere ver en el visor principal haciendo doble click sobre ella (Figura 20).



Figura 20: *Cambiar de vista.*

En la interfaz de resultados, el botón "Metrics" (Figura 22) proporciona información detallada sobre el cálculo de cada una de las métricas de comparación (Figura ) así como la fórmula empleada para hallar la calificación final de cada estructura segmentada (Figura 21).

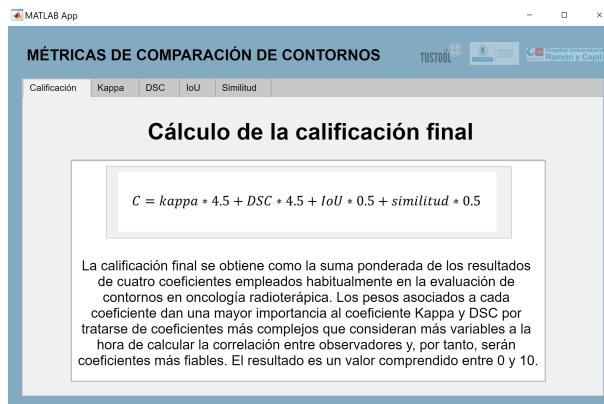


Figura 21: Cálculo de la calificación

(a) Coeficiente Kappa.

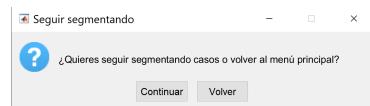
(b) Coeficiente DSC.

(c) Intersection over Union.

(d) Similitud.

Figura 22: Métricas de comparación.

Para terminar, el alumno deberá cerrar la interfaz de segmentación, con lo que el sistema le preguntará si desea seguir segmentando casos o volver al menú principal (Figura 23).


 Figura 23: *Seguir segmentando.*

## 1.7. Visualización de resultados

Tanto los especialistas como los alumnos tienen la opción de visualizar los resultados de las segmentaciones realizadas. La única diferencia es que, en el caso del especialista, este debe seleccionar previamente el alumno del que quiere conocer los resultados (desde el panel de selección que se muestra en la figura 6b). Además, en la interfaz de visualización de resultados se mostrará en la parte superior del panel de la izquierda el nombre del

alumno del que está viendo los resultados (Figura 24).

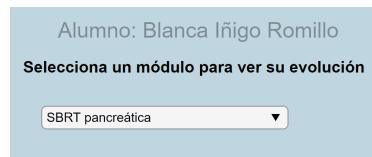


Figura 24: *Alumno seleccionado por el especialista.*

Con excepción de estas pequeñas diferencias, el resto de componentes de la interfaz son comunes para ambos roles:

1. **Resultados por módulo:** En primer lugar, se selecciona un módulo de los disponibles para el alumno (Figura 25a). Si el alumno no ha segmentado ningún caso de ese módulo, aparece un mensaje por pantalla informando al usuario y no se habilita el resto de opciones. En caso contrario, se muestra la calificación media de los casos segmentados para el módulo seleccionado, así como el número de casos segmentados del total de casos del módulo y un mensaje de motivación en función de la calificación obtenida.
2. **Resultados por caso:** En segundo lugar, el usuario deberá seleccionar el caso del listado del panel central y seleccionar la opción “**Ver detalles**”. Al hacerlo, aparece en el panel central la descripción del caso y su calificación media (Figura 25b).
3. **Resultados por modalidad, estructura y fecha:** Finalmente el usuario deberá seleccionar una modalidad, una estructura y una fecha para poder ver los resultados de las métricas asociadas a la segmentación de dicha estructura (Figura 25c). Nuevamente, el usuario puede recordar el significado de las métricas utilizadas pulsando el ícono de información (“**Explicación de las métricas**”) tal y como se muestra en la figura 22.

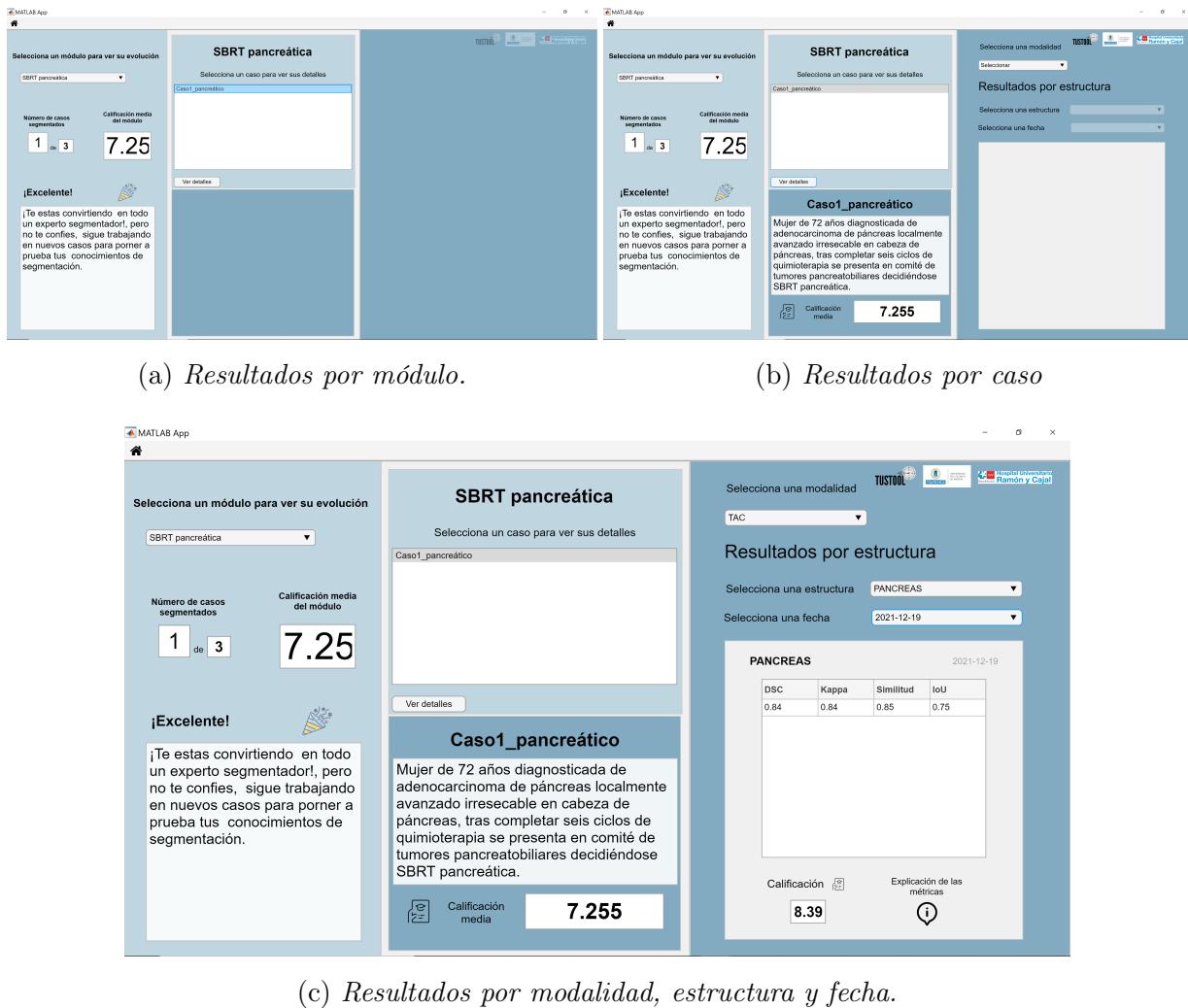


Figura 25: Visualización de resultados para alumnos.

## 1.8. Perfil de usuario

Los alumnos pueden configurar sus datos personales desde la opción “**profile**” ubicada en la esquina superior izquierda. Desde esta nueva pantalla, el alumno puede modificar su nombre, apellidos, email, año de inicio de la residencia y contraseña tal y como se muestra en la figura 26. Si cierra la interfaz, aparece un mensaje de alerta informando de que se perderán los datos no guardados (Figura 27). Si, por el contrario, pulsa el botón “**Establecer cambios**”, se actualizan sus datos en la base de datos.

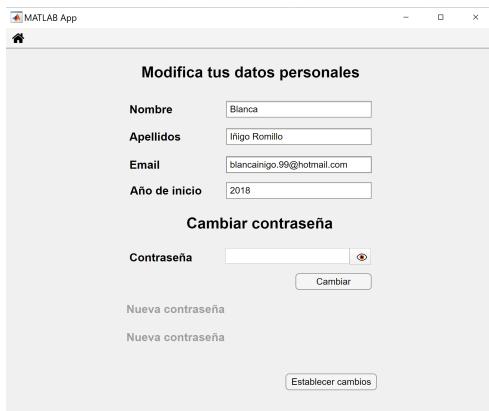


Figura 26: *Perfil del alumno.*

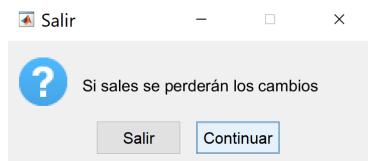


Figura 27: *Mensaje de alerta.*

Por otro lado, y para que el sistema sea seguro, si un especialista quiere modificar sus datos deberá hacerlo a través de REDCap, modificando el registro correspondiente desde “*Agregar / Editar registros*”.

## 1.9. Desinstalación

Para desinstalar la aplicación y MATLAB Runtime, se deben seguir unos sencillos pasos:

1. Desde el panel de control, busque “TUSTOOL”.
2. Pulse “desinstalar”.
3. Siga las instrucciones del panel que aparece por pantalla.
4. Tras finalizar la instalación, vaya al directorio donde se encontraba la aplicación TUSTOOL y borre los datos que no se hayan eliminado.

Para desinstalar también MATLAB Runtime, el proceso es idéntico.

## CONTACTO

Esta aplicación es parte del Trabajo de Fin de Grado de la alumna Blanca Íñigo Romillo del Grado de Ingeniería Biomédica en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicaciones de la Universidad Politécnica de Madrid. Dicho TFG es fruto de una colaboración entre la ETSIT y el Hospital Universitario Ramón y Cajal.

Cualquier referencia que se haga a este trabajo deberá ser debidamente citada.

En caso de incidencia, contactar con:

[blanca.inigo.romillo@alumnos.upm.es](mailto:blanca.inigo.romillo@alumnos.upm.es)