

# Introducción a Imágenes Fenotípicas

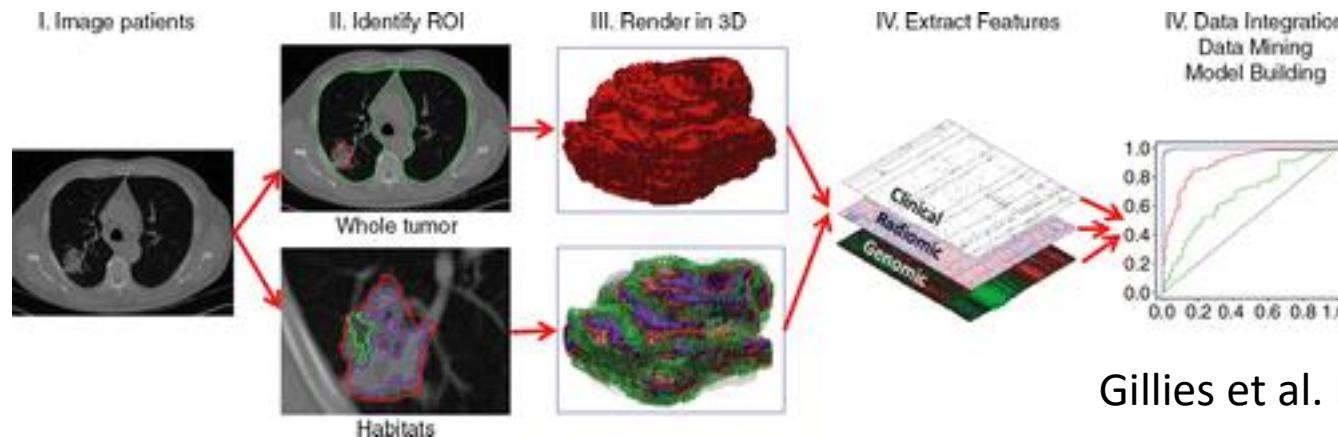
Dra. Sonia Pujol .

Directora de Formación y Educación de 3D  
Slicer

Profesora adjunta de radiología  
Hospital de mujeres de Brigham  
Facultad de Medicina de Harvard

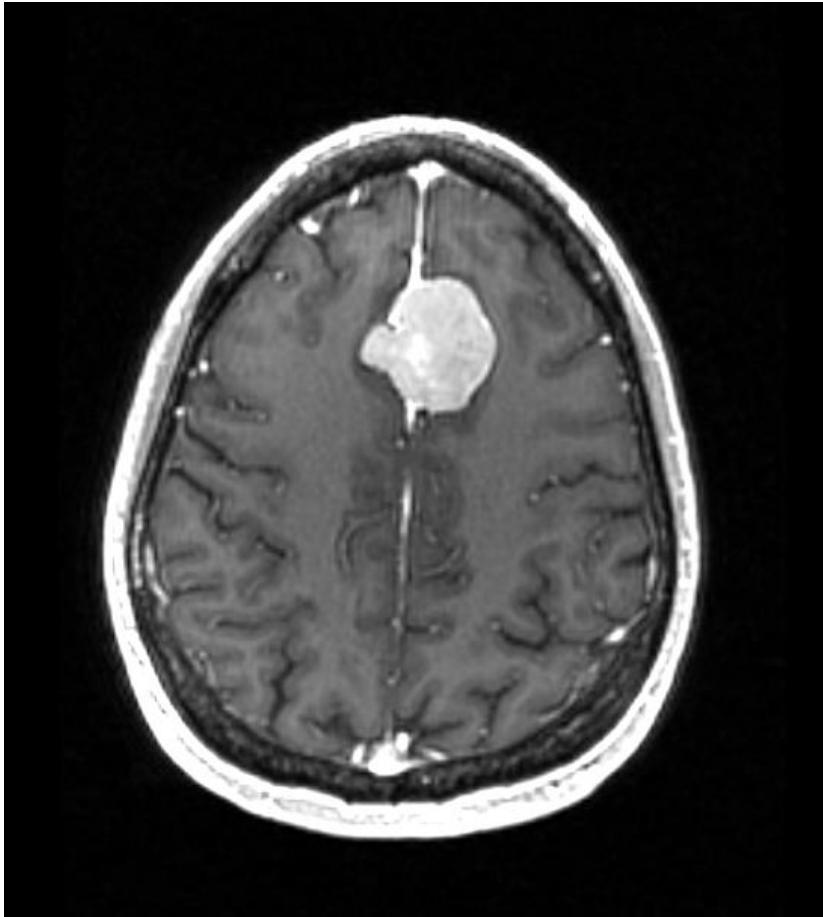
# Fenotipos de imagen

- Los fenotipos de imagen describen las características de una enfermedad que pueden detectarse mediante imágenes médicas combinadas con la detección de características, el aprendizaje automático y el análisis estadístico, y correlacionarse con otros indicadores de enfermedad.



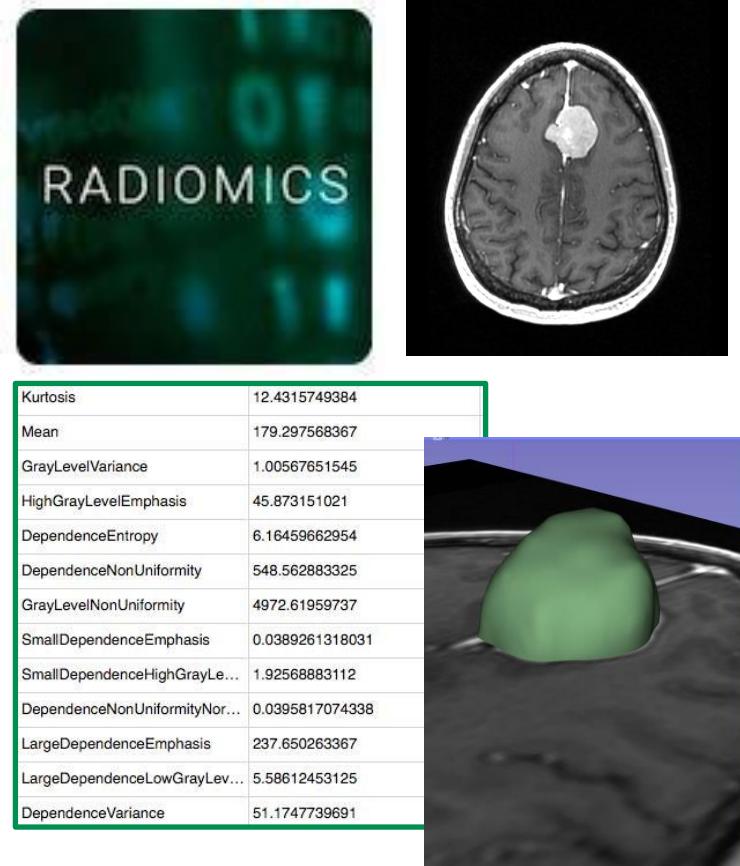
Gillies et al. Radiology 2015

# Caso clínico: Meningioma



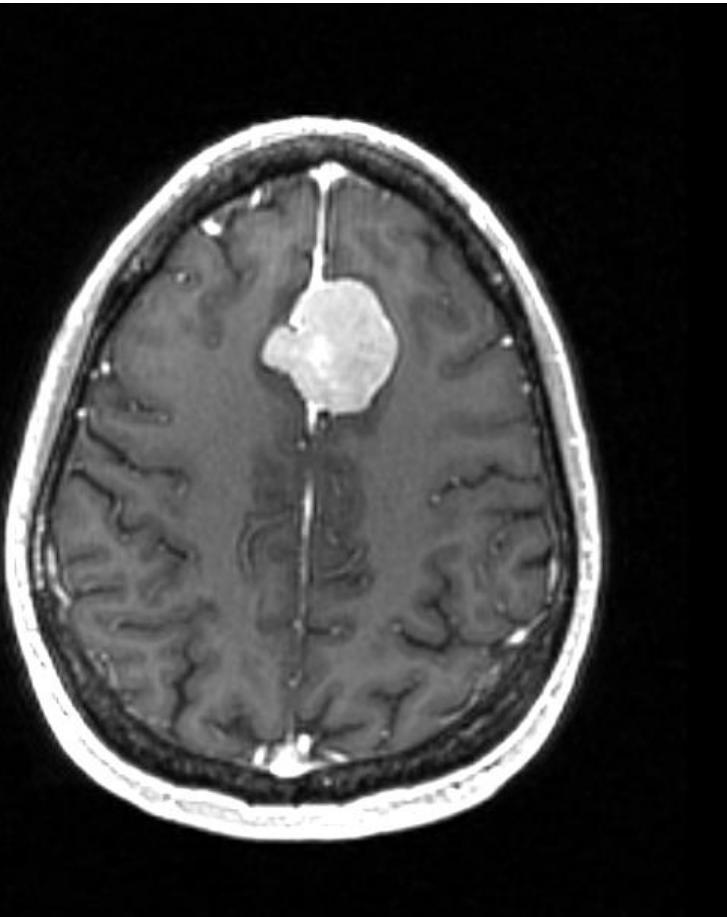
- Los meningiomas son tumores cerebrales extra axiales de crecimiento lento que surgen de las células aracnoideas
- Las opciones de tratamiento incluyen la observación, la cirugía y la radioterapia
- Los predictores del grado tumoral basados en imágenes pueden mejorar la toma de decisiones clínicas

# Objetivo general



Este tutorial es una introducción a los principios de imágenes fenotípicas para la caracterización de tumores utilizando la plataforma 3D Slicer.

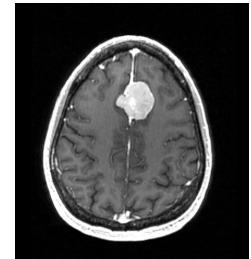
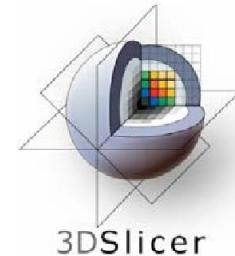
# Características de la imagen



Las características cuantitativas derivadas de los datos de imagen que tienen el potencial de dar información clínica relevante para predecir el grado del tumor y evaluar la respuesta al tratamiento.

# Materiales para tutoriales

- Versión 5.6.2 de 3D Slicer
- Extensión Radiómica (Radiomics) de Slicer
- Conjunto de datos de meningioma



# Instalación de 3D Slicer

- Para instalar el software 3D Slicer en su computadora, sigua las instrucciones del tutorial Guía de inicio rápido en <https://www.slicer.org/>

The screenshot shows the official 3D Slicer download page. At the top, there's a navigation bar with links for Application, Support, Solutions, Developers, and About. Below the navigation is a large dark header with the text "Download 3D Slicer". Underneath this, there's a callout box containing text about the software's history and its availability on various platforms. It also mentions system requirements. Below the callout are icons for Windows, macOS, and Linux, each with a "prerequisites" link. There are two rows of download links: a "Stable Release" row and a "Preview Release" row. The stable release row contains three boxes for Windows, macOS, and Linux, all labeled "5.6.2" with the same build information: revision 32448, built 2024-04-05. The preview release row contains three boxes for Windows, macOS, and Linux, all labeled "5.7.0" with the same build information: revision 33152, built 2024-12-11.

3D Slicer

Application ▾ Support ▾ Solutions ▾ Developers ▾ About ▾

## Download 3D Slicer

You are one click away from downloading 3D Slicer, a free and open-source platform for analyzing and understanding medical image data. Created through multiple grants from the US National Institutes of Health (NIH) over almost two decades, Slicer brings powerful medical image processing, visualization, and data analysis tools within reach of everyone.

Slicer is built and tested on many hardware and software platforms. 3D Slicer runs on modern Windows, macOS, and a variety of Linux distributions.  
Read about [system requirements](#).

**prerequisites**

**Windows**

**macOS**

**Linux**

**Stable Release**  
[access older releases](#)

<b>5.6.2</b> revision 32448 built 2024-04-05	<b>5.6.2</b> revision 32448 built 2024-04-05	<b>5.6.2</b> revision 32448 built 2024-04-05
--	--	--

**Preview Release**

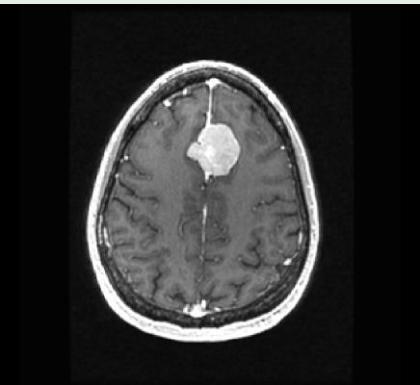
<b>5.7.0</b> revision 33152 built 2024-12-11	<b>5.7.0</b> revision 33152 built 2024-12-11	<b>5.7.0</b> revision 33152 built 2024-12-11
--	--	--

Sonia Pujol, PhD - All Rights Reserved 2011-2023

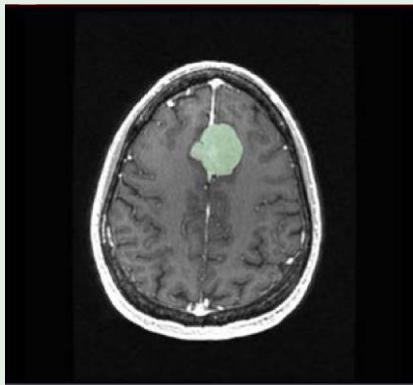
# Aviso

- 3D Slicer es un software libre de código abierto para la investigación en computación de imágenes médicas distribuido bajo una licencia de estilo BDS.
- El software no cuenta con la aprobación de la FDA ni el marcado CE, y está destinado exclusivamente a la investigación.

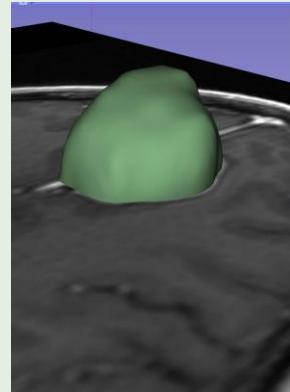
# Flujo de trabajo



Paso 1:  
Carga de  
datos



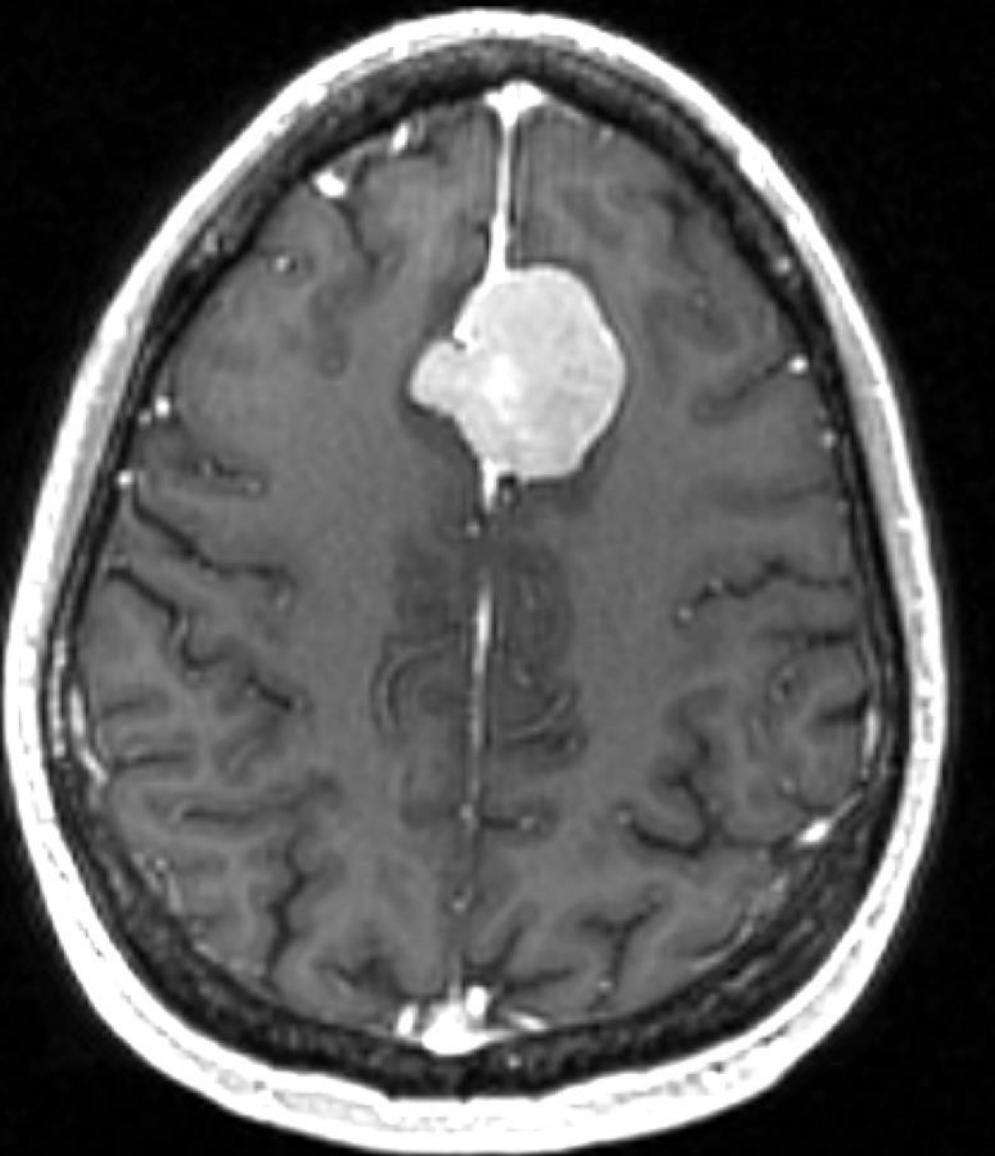
Paso 2:  
Segmentación  
del tumor



Paso 3:  
Cálculo del  
volumen  
tumoral

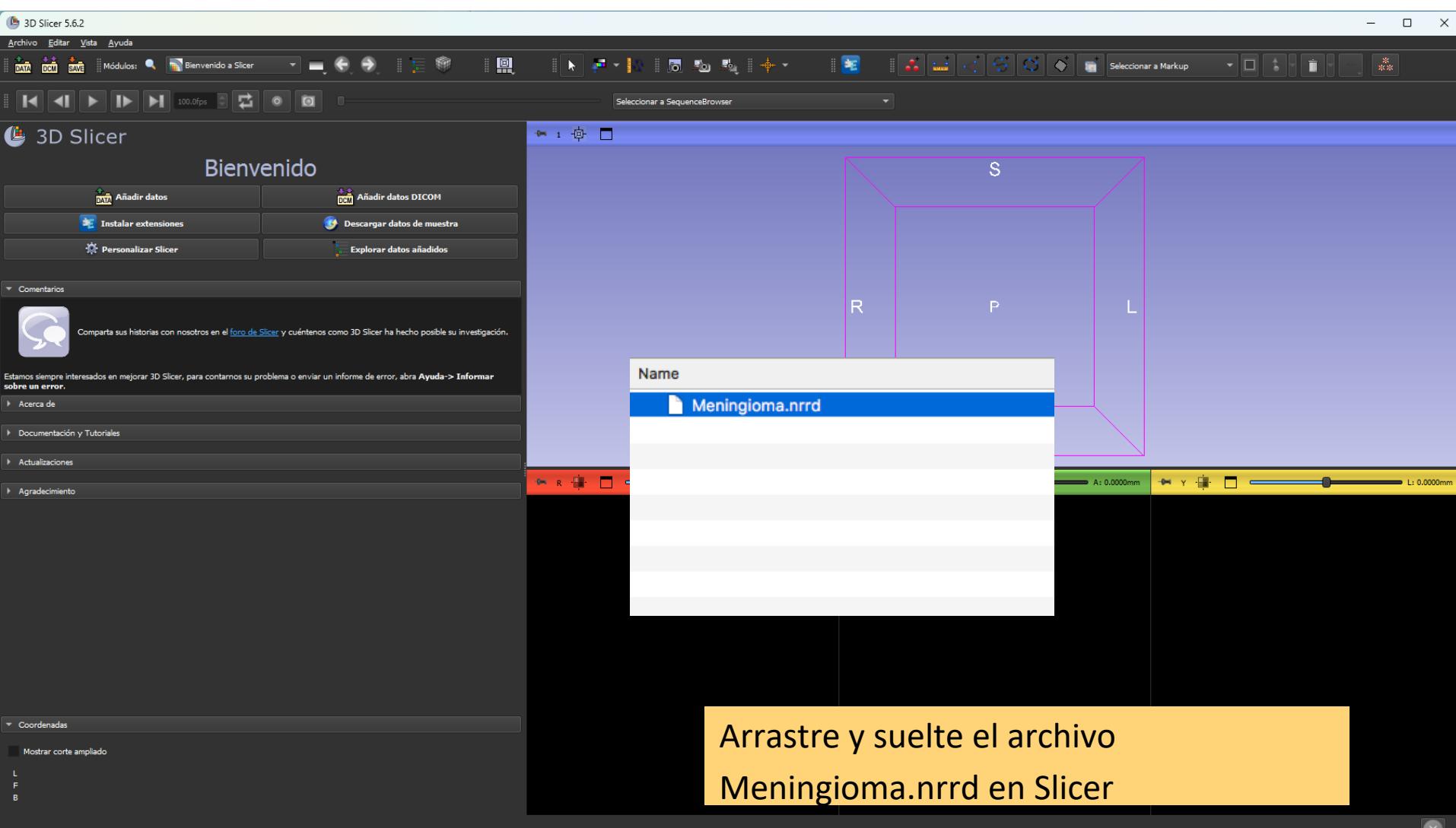
Kurtosis	12.4315749384
Mean	179.297568367
GrayLevelVariance	1.0056765·5·45
HighGrayLevelEmphasis	45.873151021
DependenceEntropy	6.16459662954
DependenceNonUniformity	548.562883325
GrayLevelNonUniformity	4972.61959737
SmallDependenceEmphasis	0.0389261318031
SmallDependenceHighGrayLe...	1.92568883112
DependenceNonUniformityNor...	0.03958·707·358
LargeDependenceEmphasis	237.650263367
LargeDependenceLowGrayLe...	5.58612453125
DependenceVariance	51.1747739691

Paso 4:  
Extracción de  
características  
de la imagen

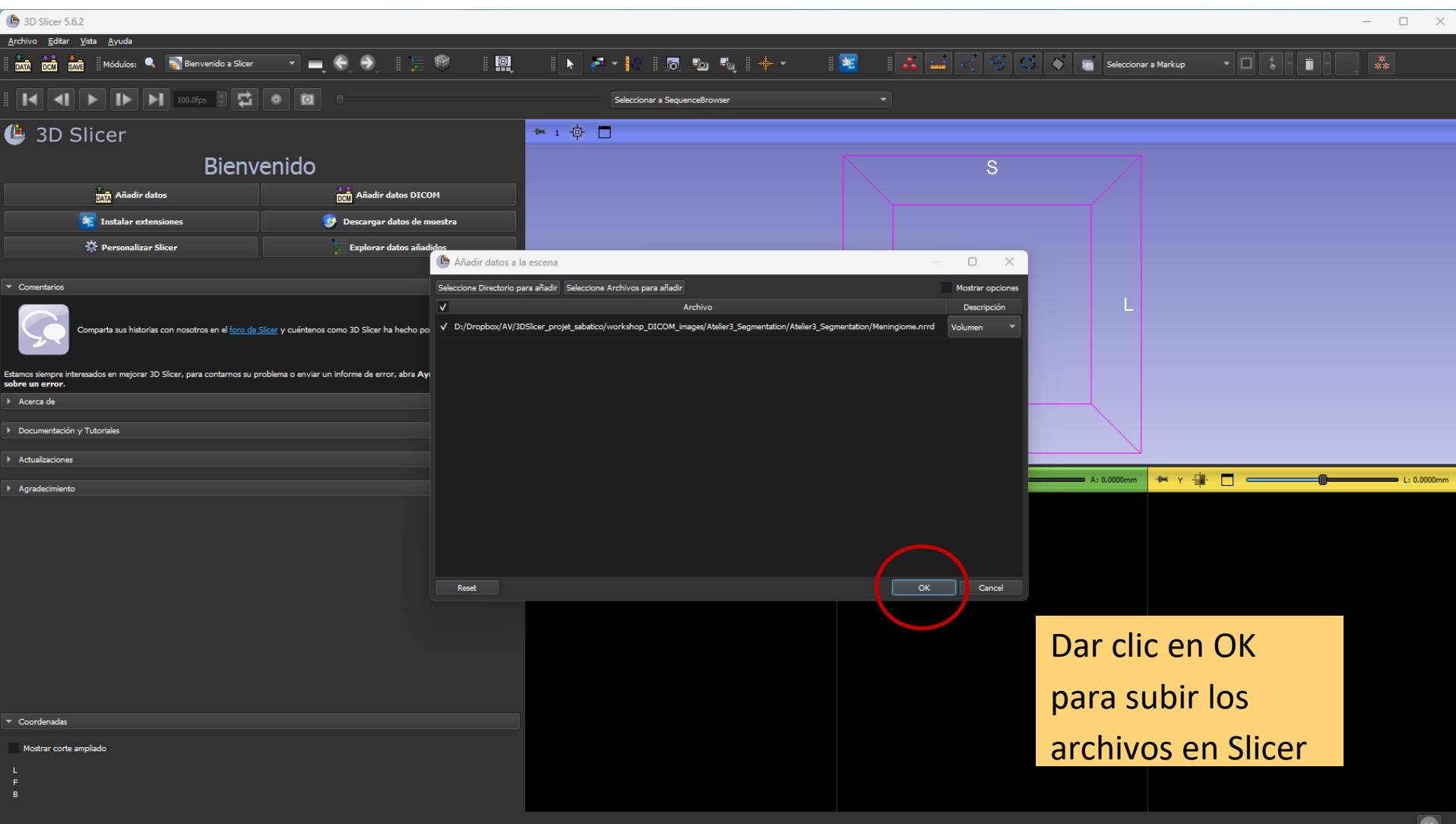


Parte 1: Carga de datos y las medidas del diámetro del tumor

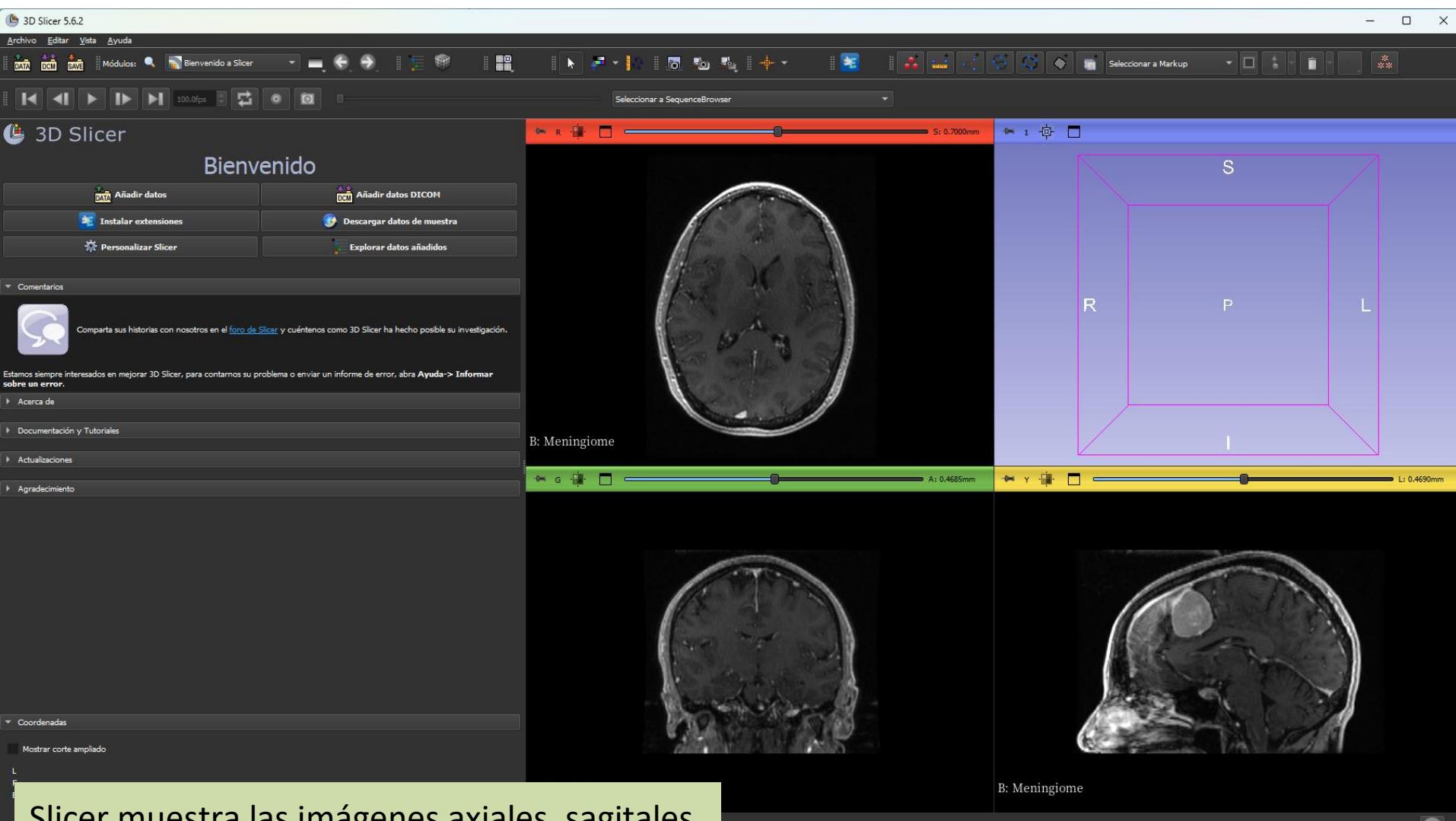
# Carga de datos



# Carga de datos

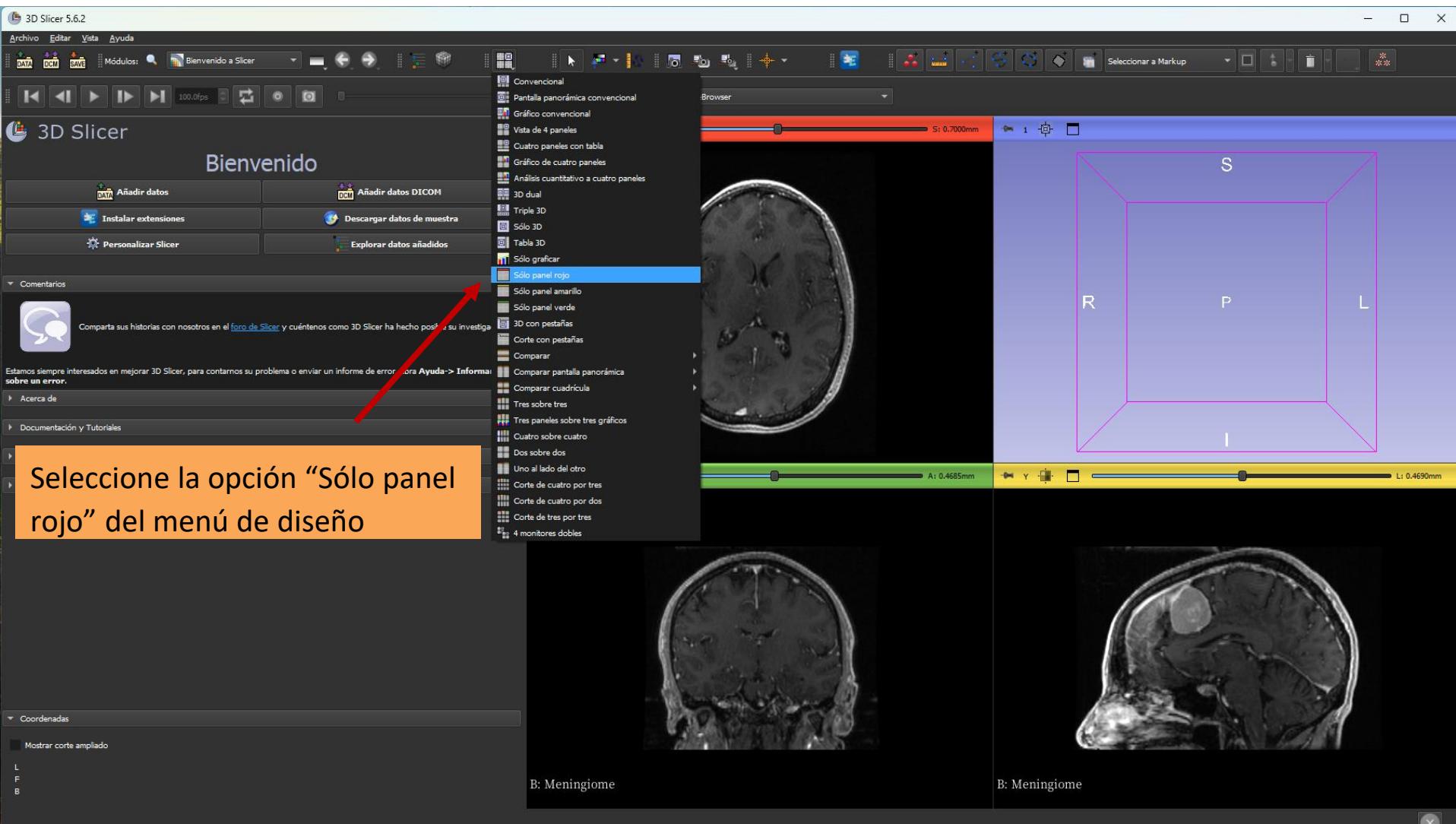


# Carga de datos

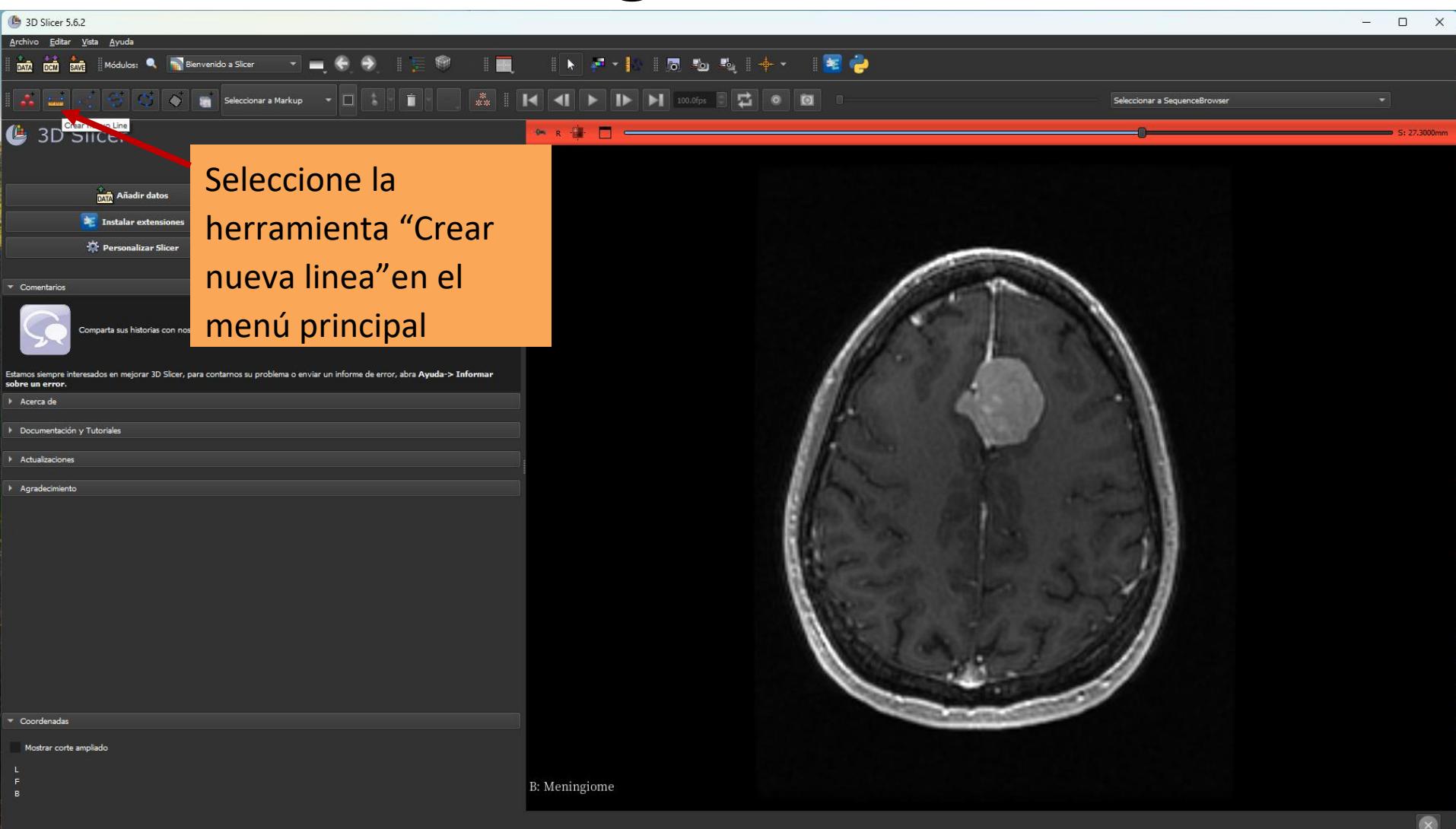


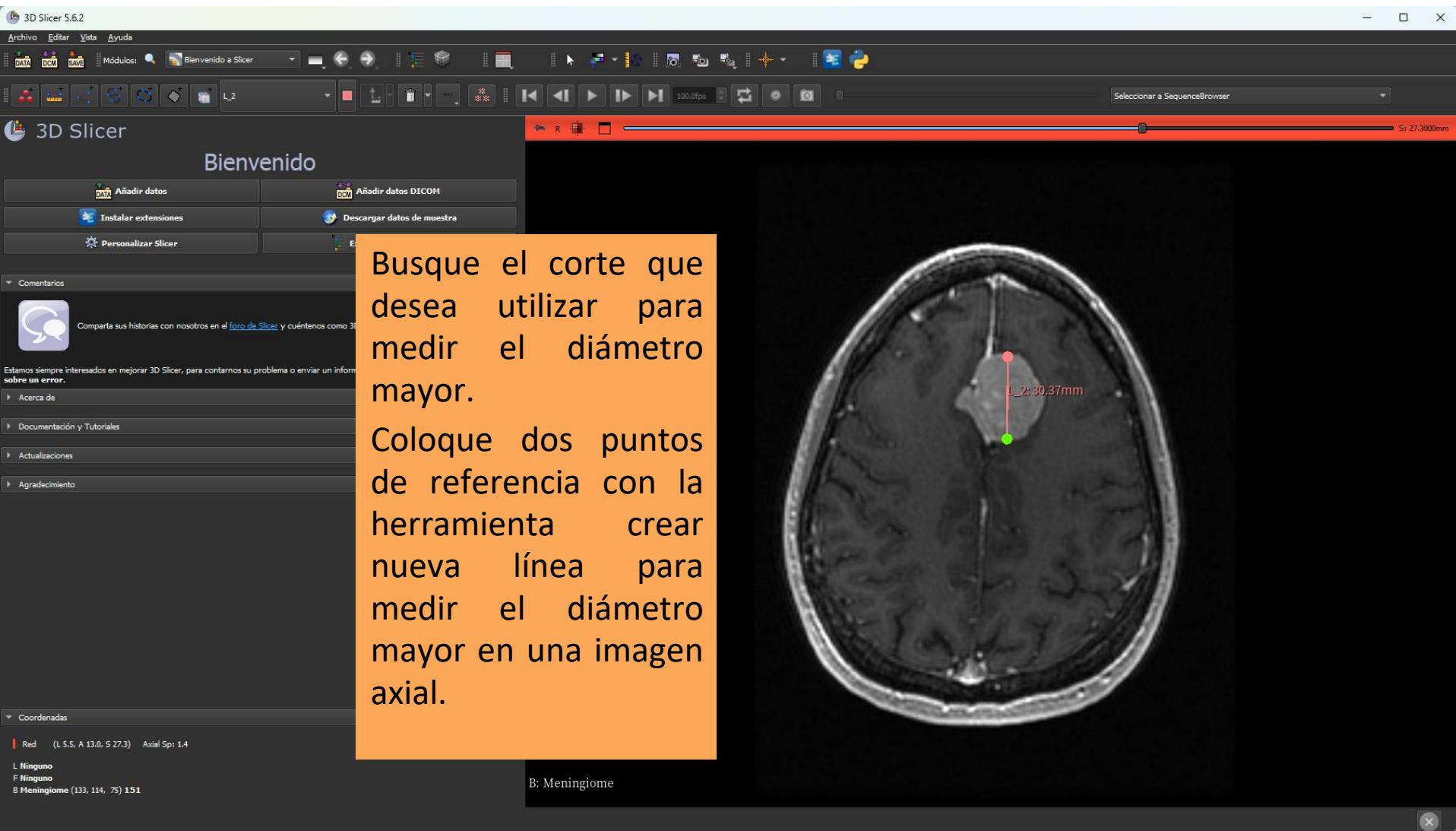
Slicer muestra las imágenes axiales,  
sagitales y coronales del conjunto de datos del  
meningioma.

# Carga de datos

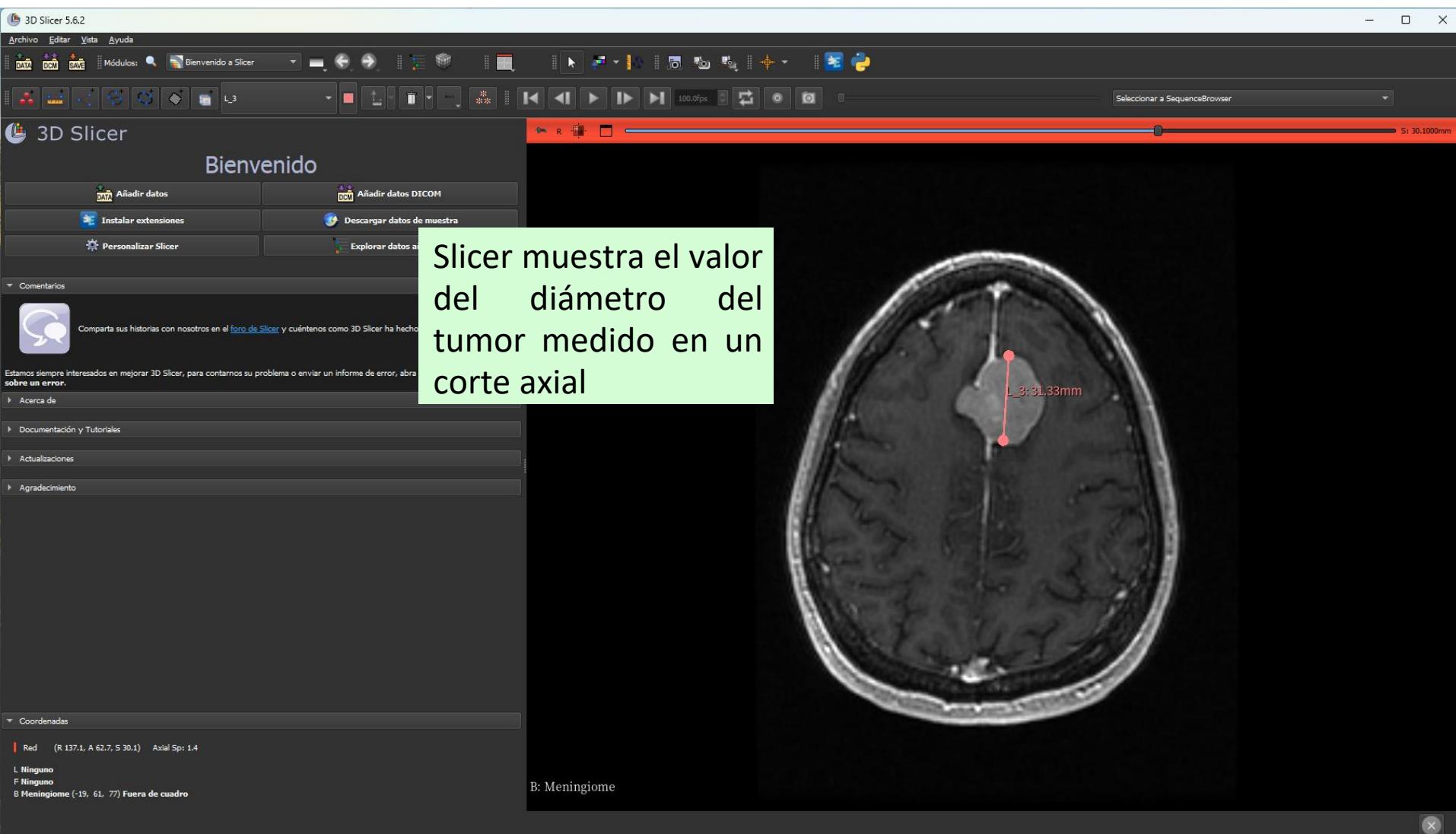


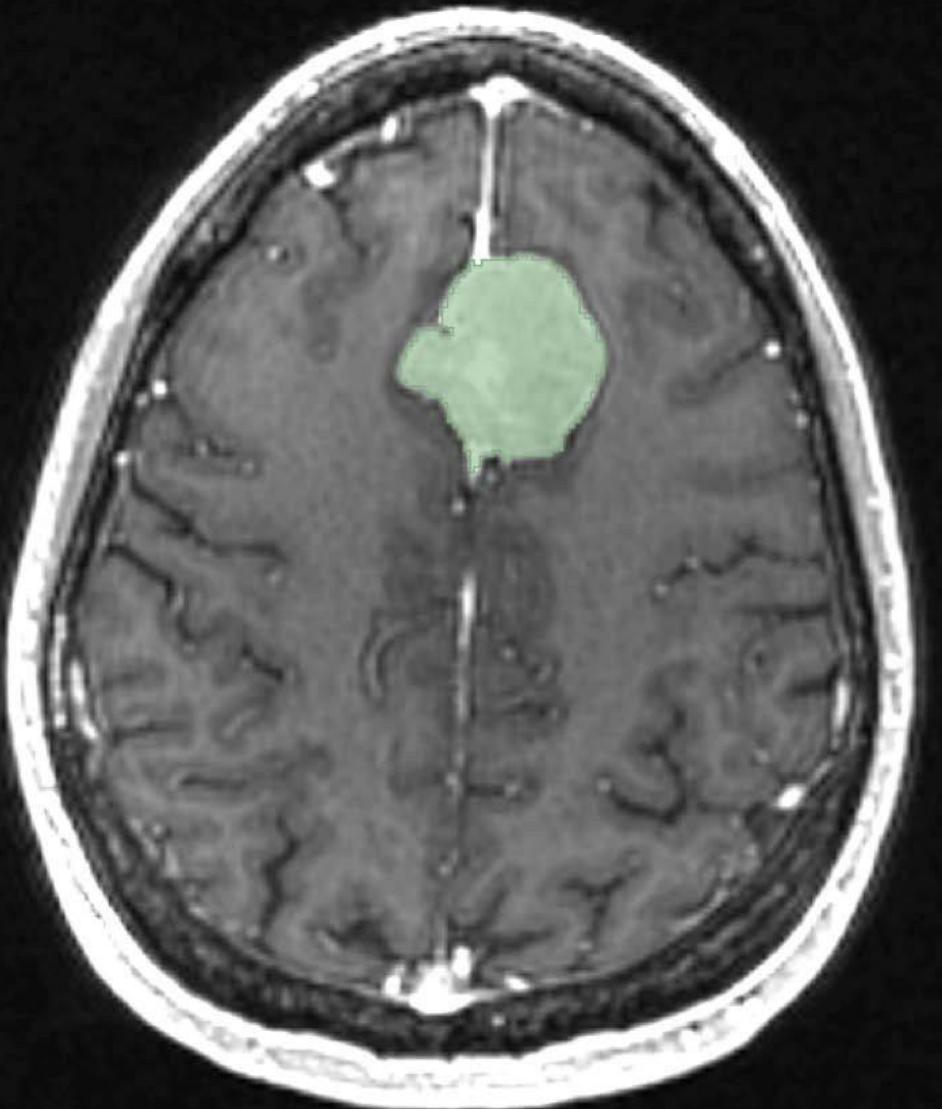
# Carga de datos





# Carga de datos





Pai  
Seg

## Parte 2: Segmentación de tumores

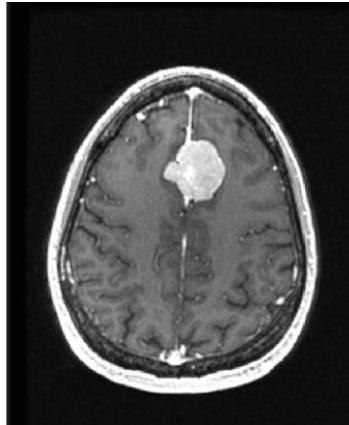
# Segmentación de la imagen

- La segmentación de imágenes es el proceso de identificar los contornos de las estructuras de interés en los datos de las imágenes.
- La segmentación de la imagen puede ejecutarse por contorno manual o usando el algoritmo automático de segmentación.

# Segmentación de imágenes

- El módulo Editor de segmentos de 3D Slicer proporciona potentes herramientas para la segmentación manual y semiautomática.
- El módulo toma una imagen de referencia (Volumen maestro) como entrada y produce una imagen segmentada (Segmentación) en salida

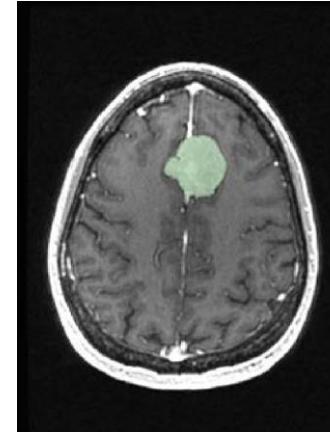
# Terminología



Volumen maestro



Segmentación

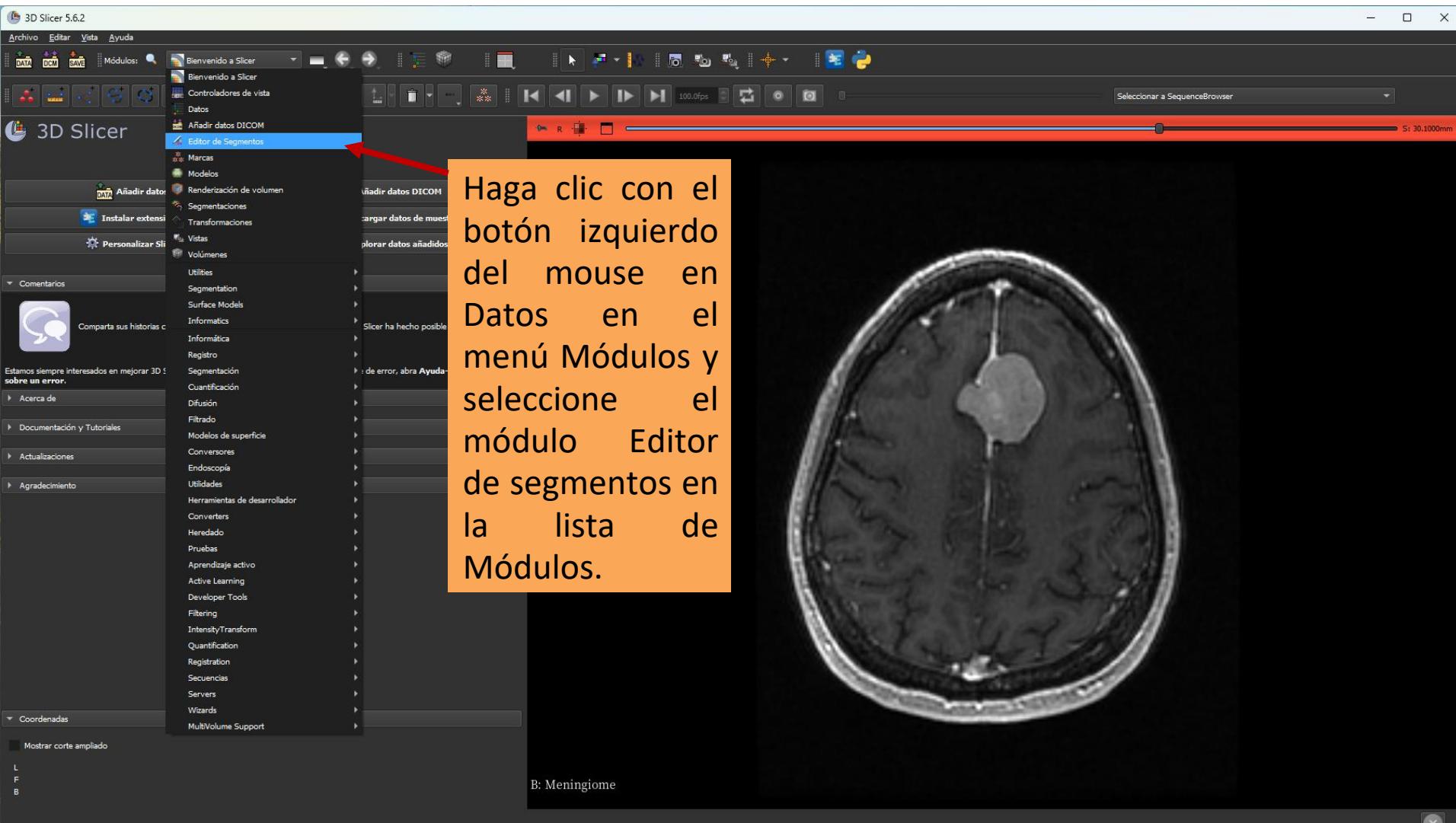


Volumen general y segmentación

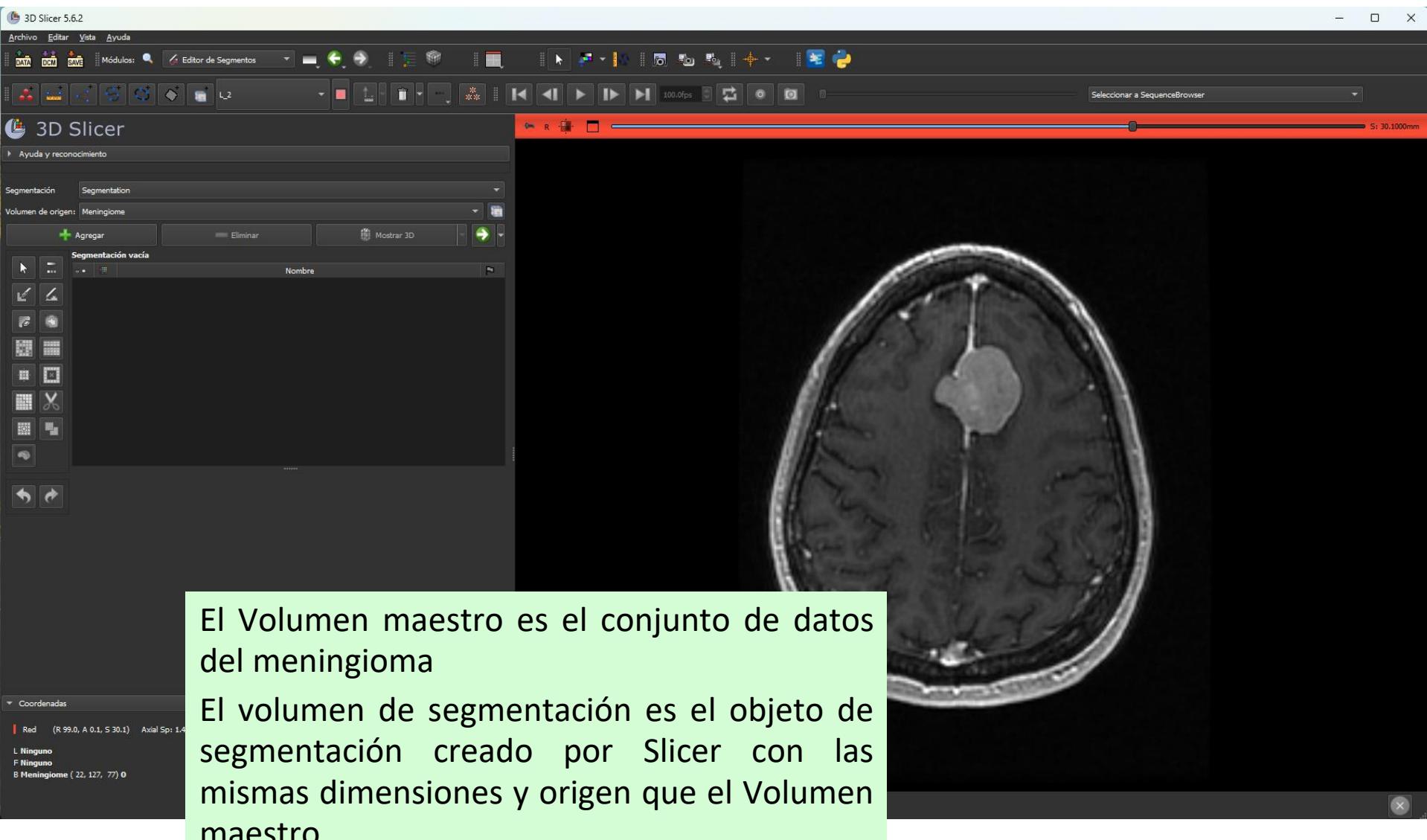
En este tutorial

- El Volumen maestro Meningioma son los datos iniciales del IRM cerebral
- El Volumen de Segmentación Segmentación es cuando se segmenta un objeto con las mismas dimensiones y origen que el Volumen maestro

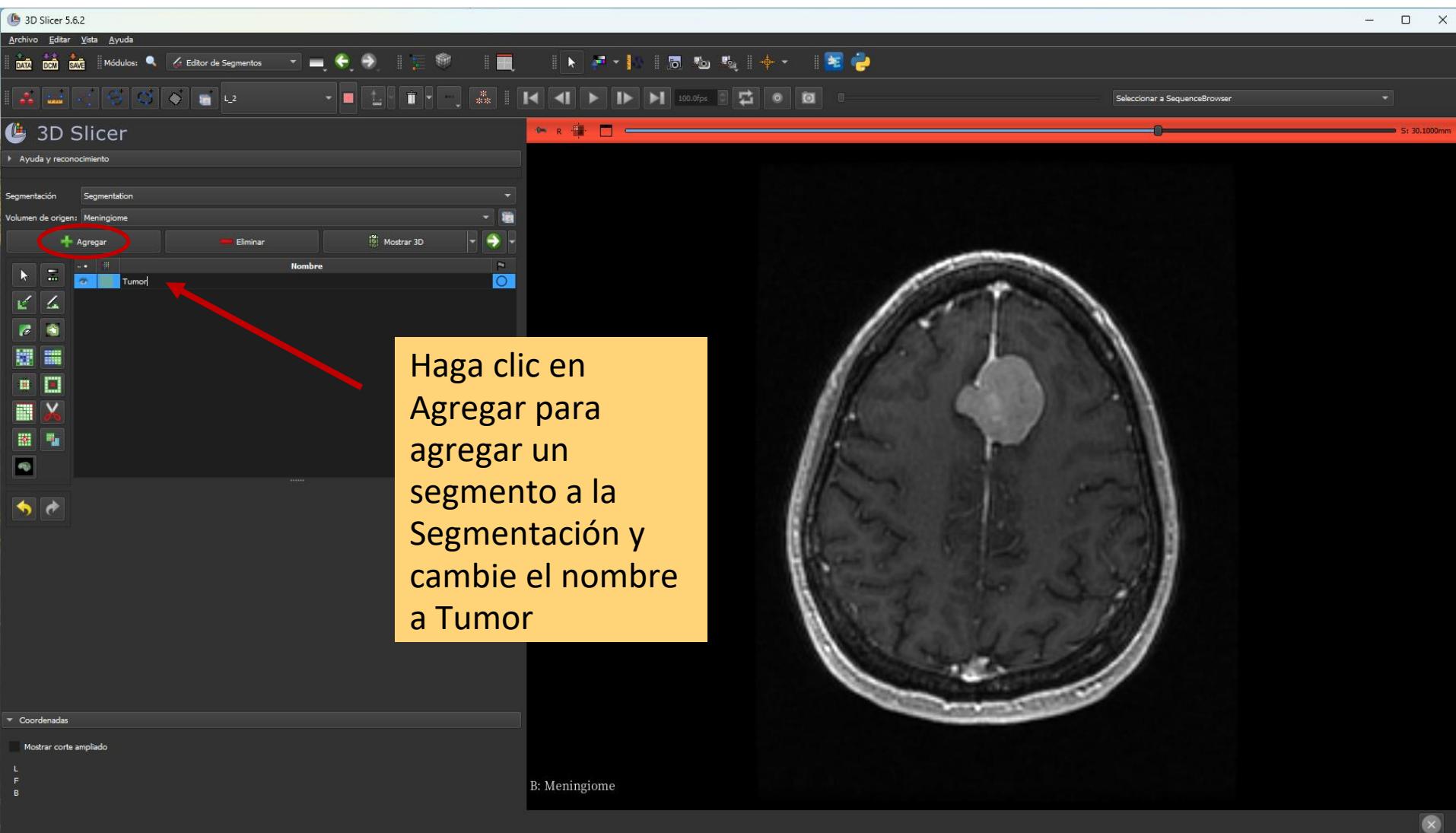
# Módulo: Editor de segmentos



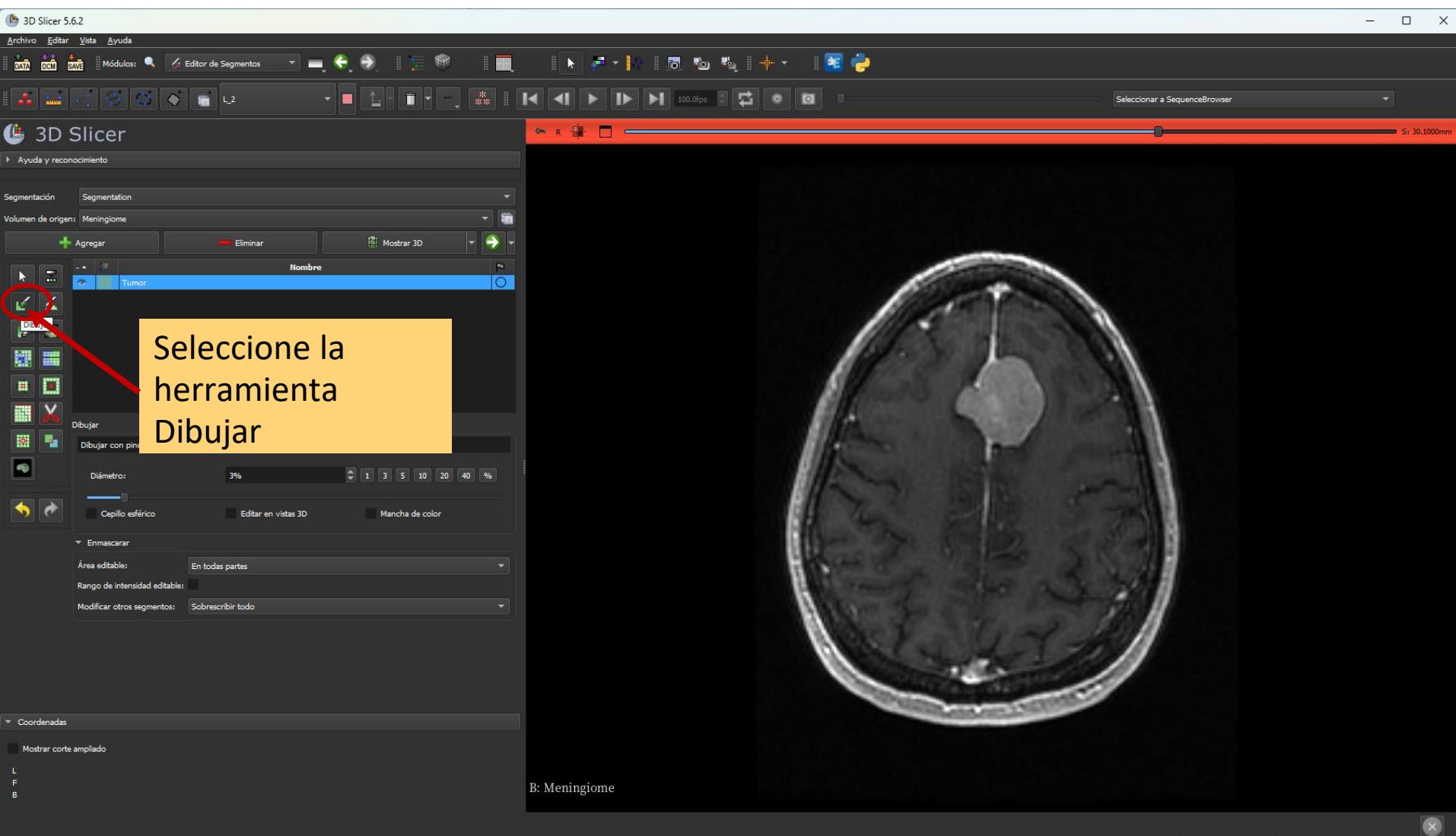
# Módulo: Editor de segmentos



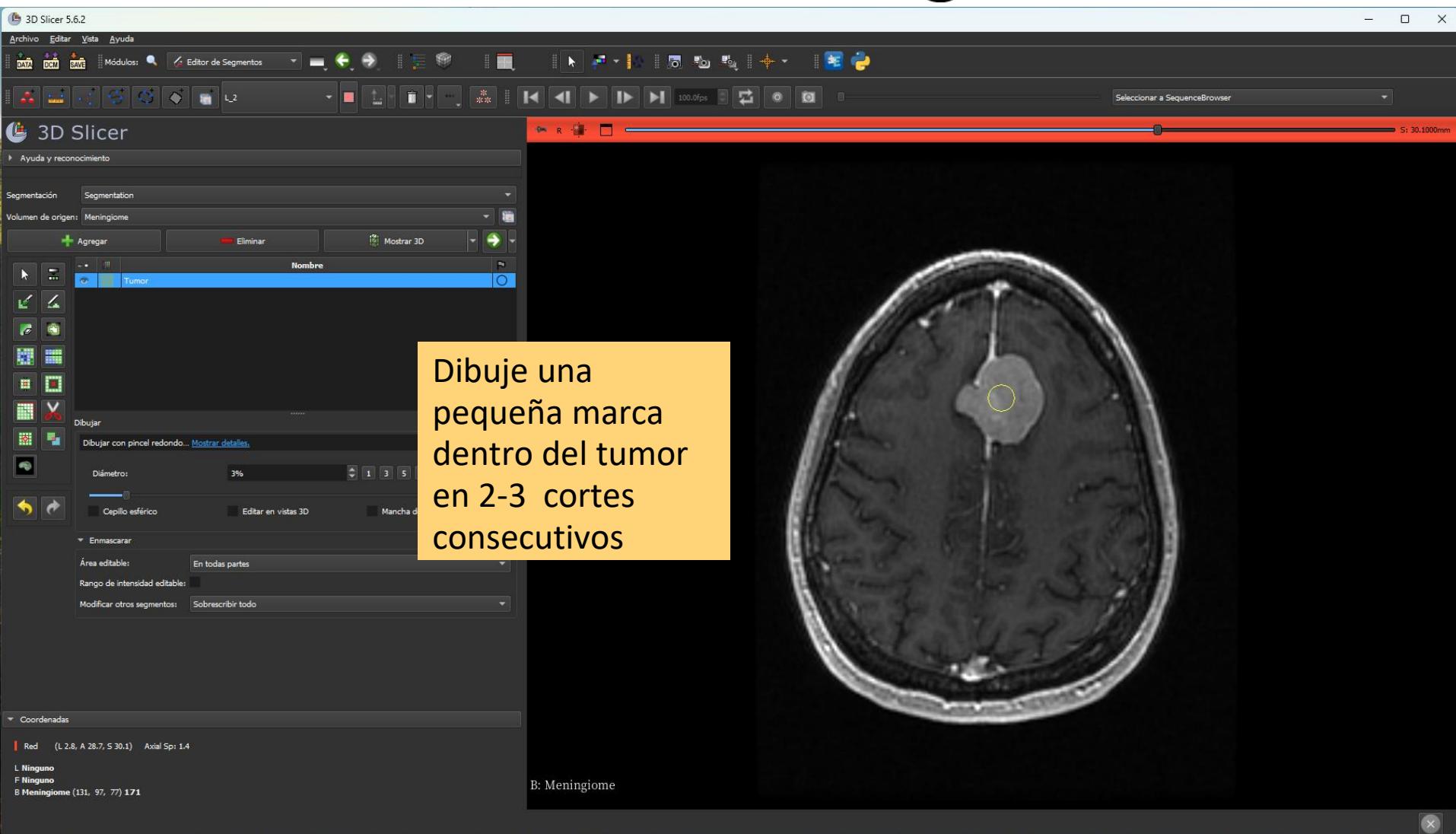
# Módulo: Editor de segmentos



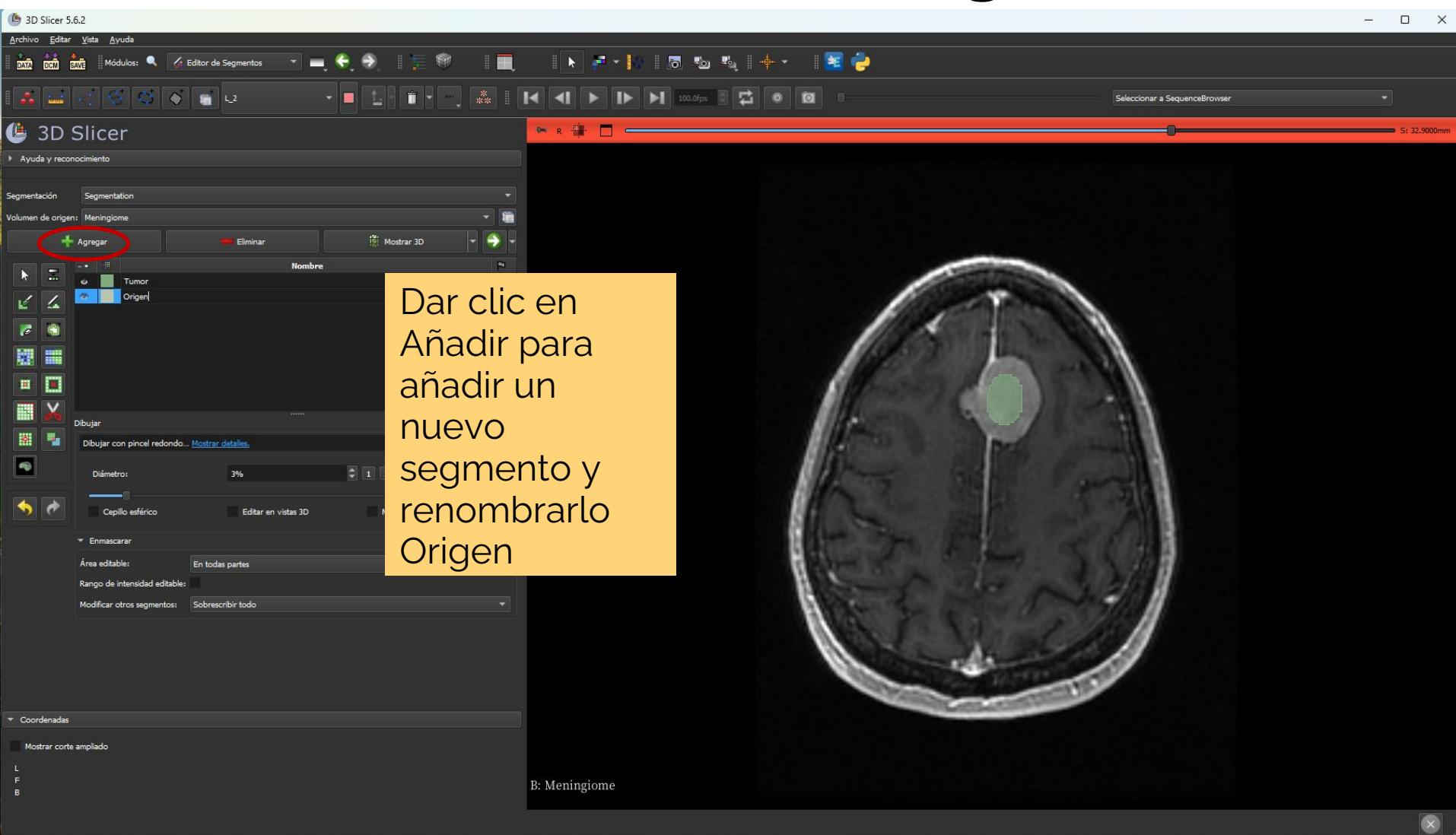
# Módulo: Editor de segmentos



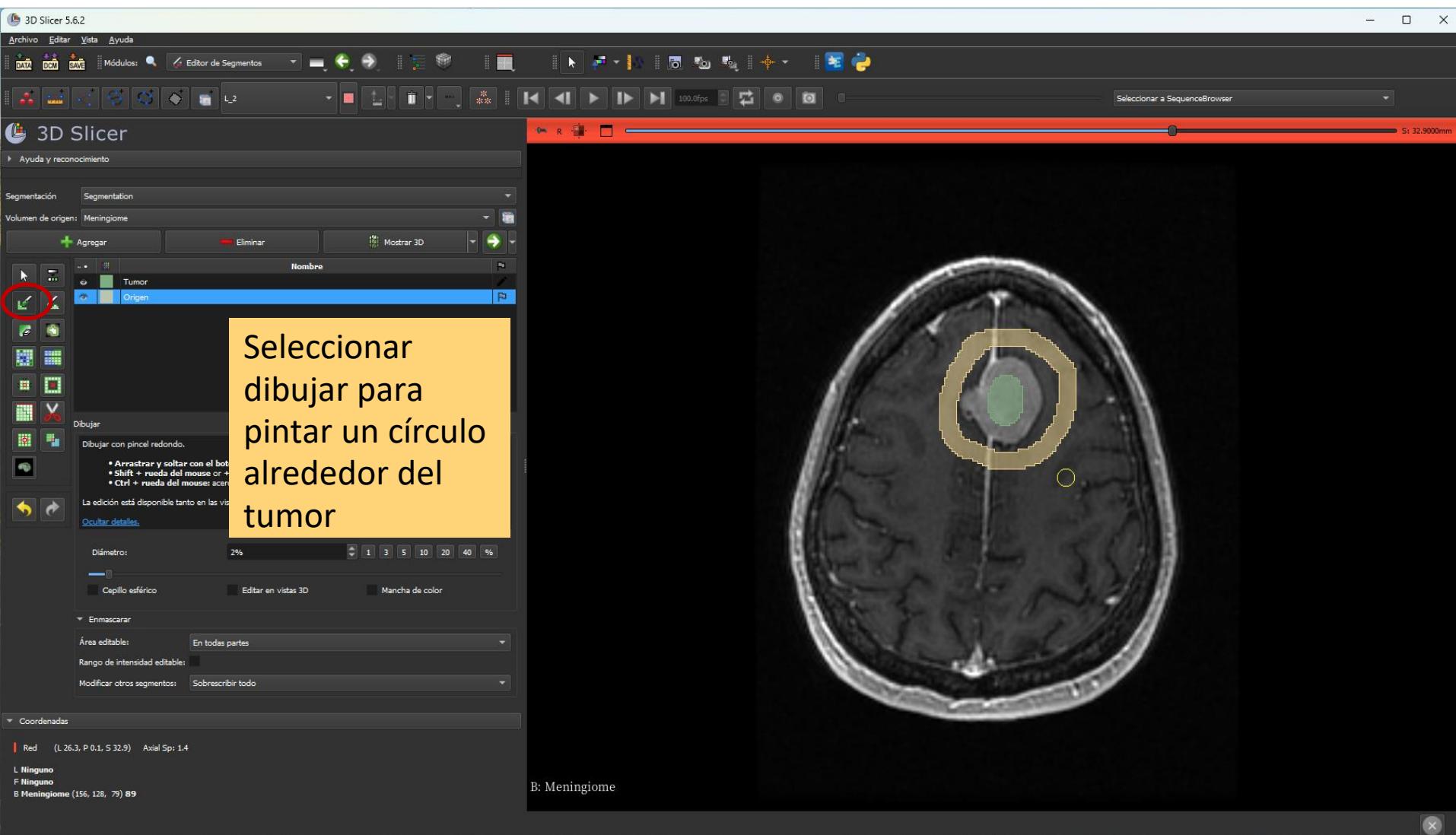
# Módulo: Editor de segmentos



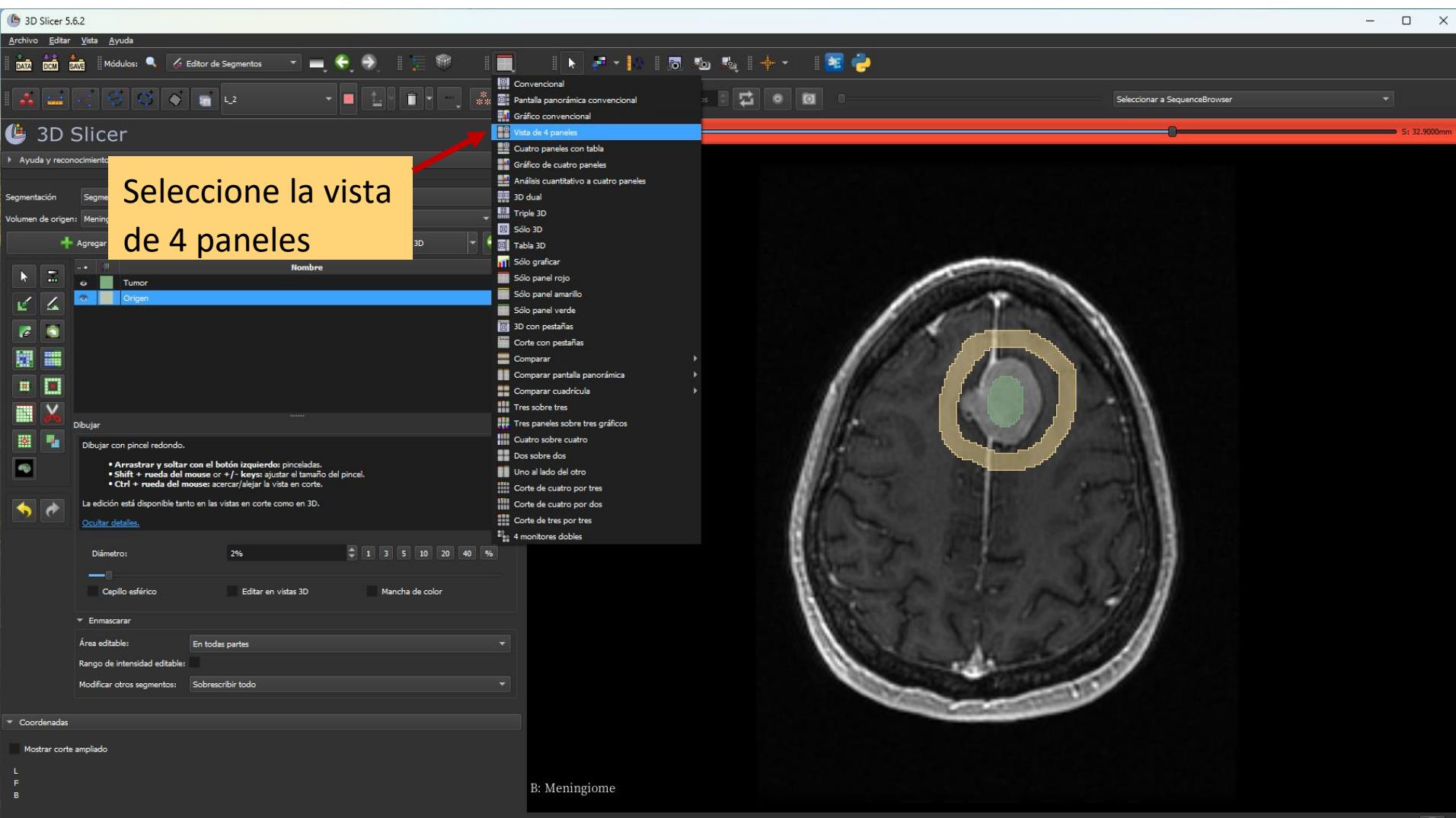
# Módulo: Editor de segmentos



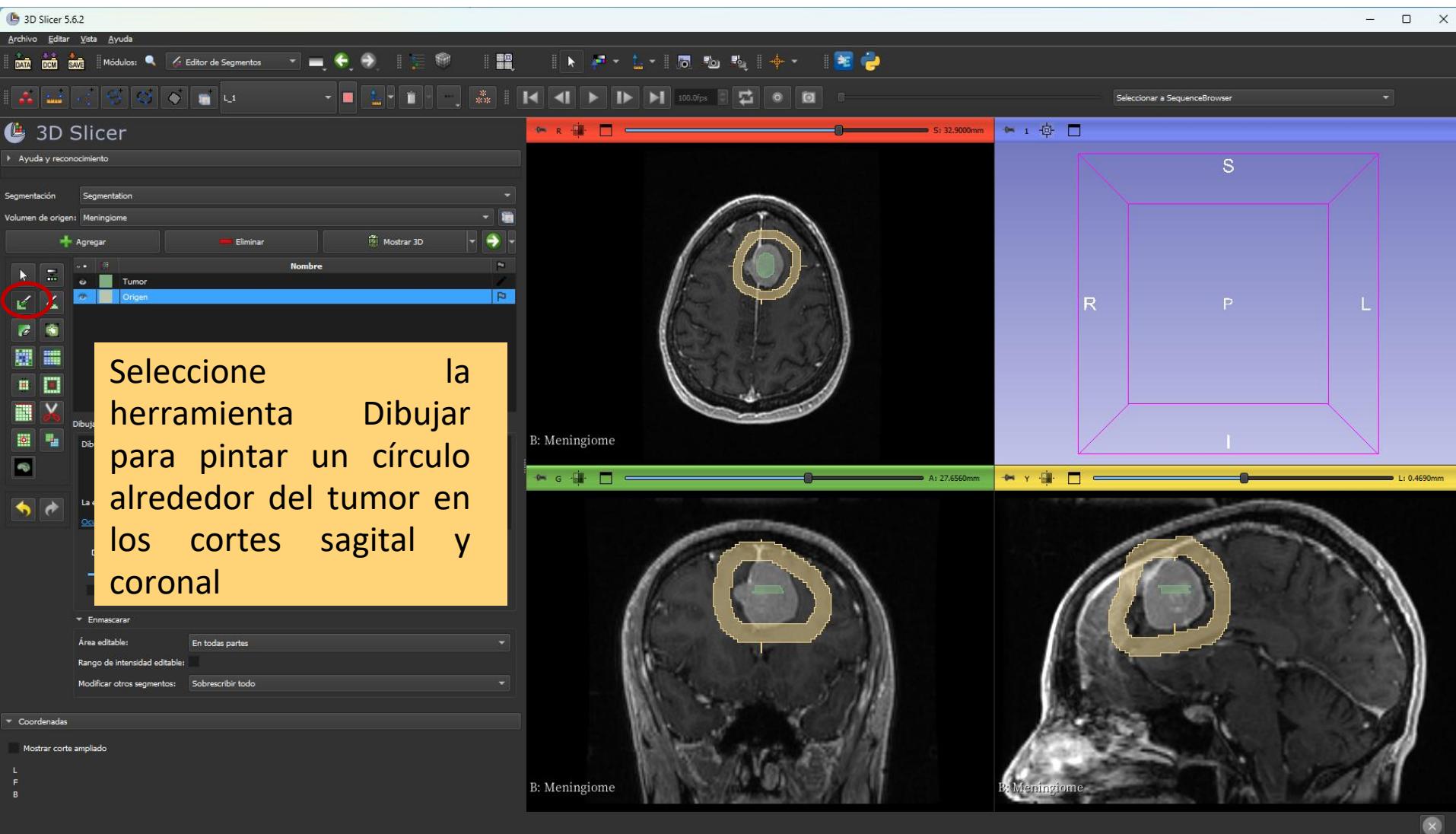
# Módulo: Editor de segmentos



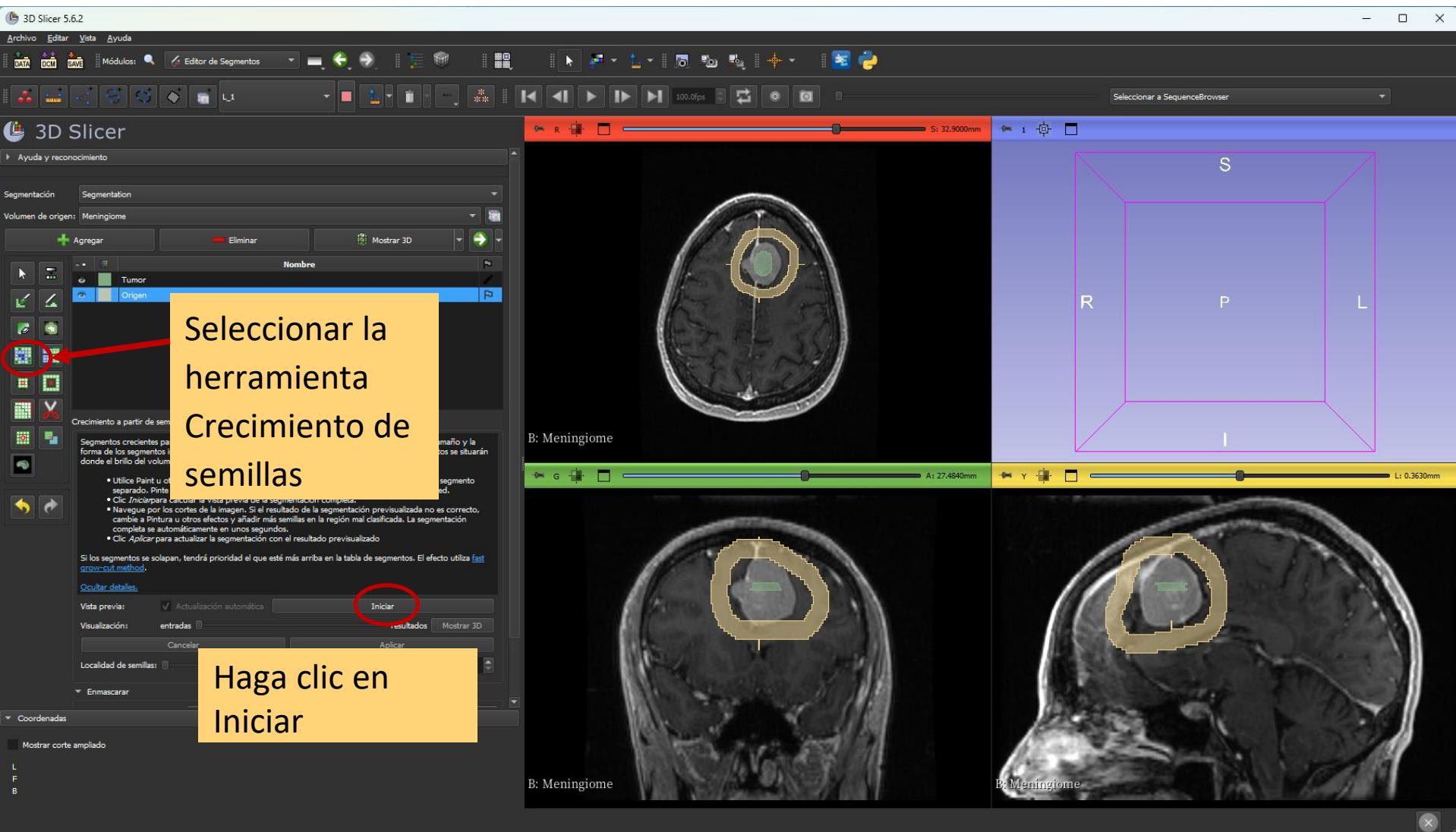
# Módulo: Editor de segmentos



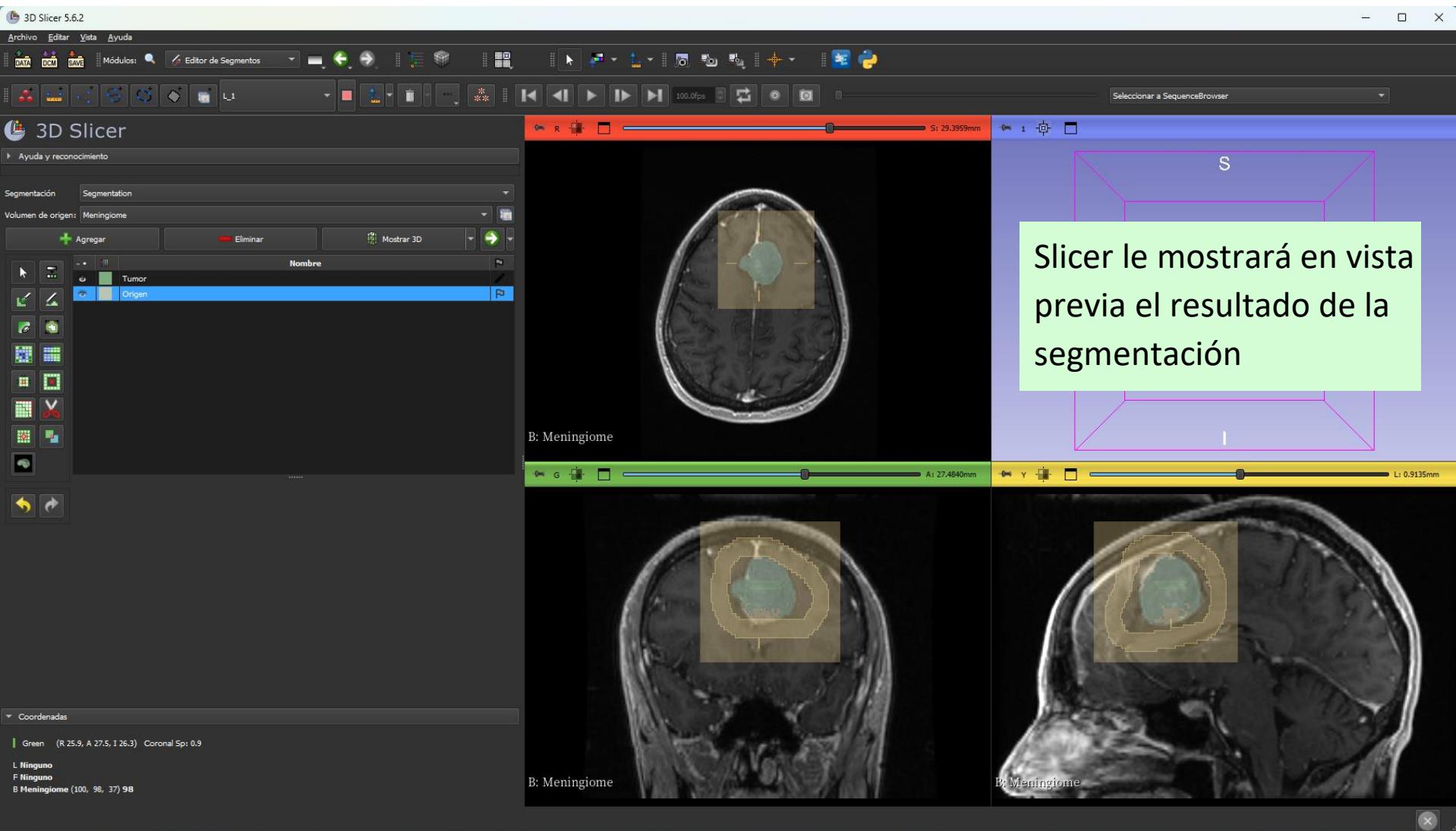
# Módulo: Editor de segmentos



# Módulo: Editor de segmentos



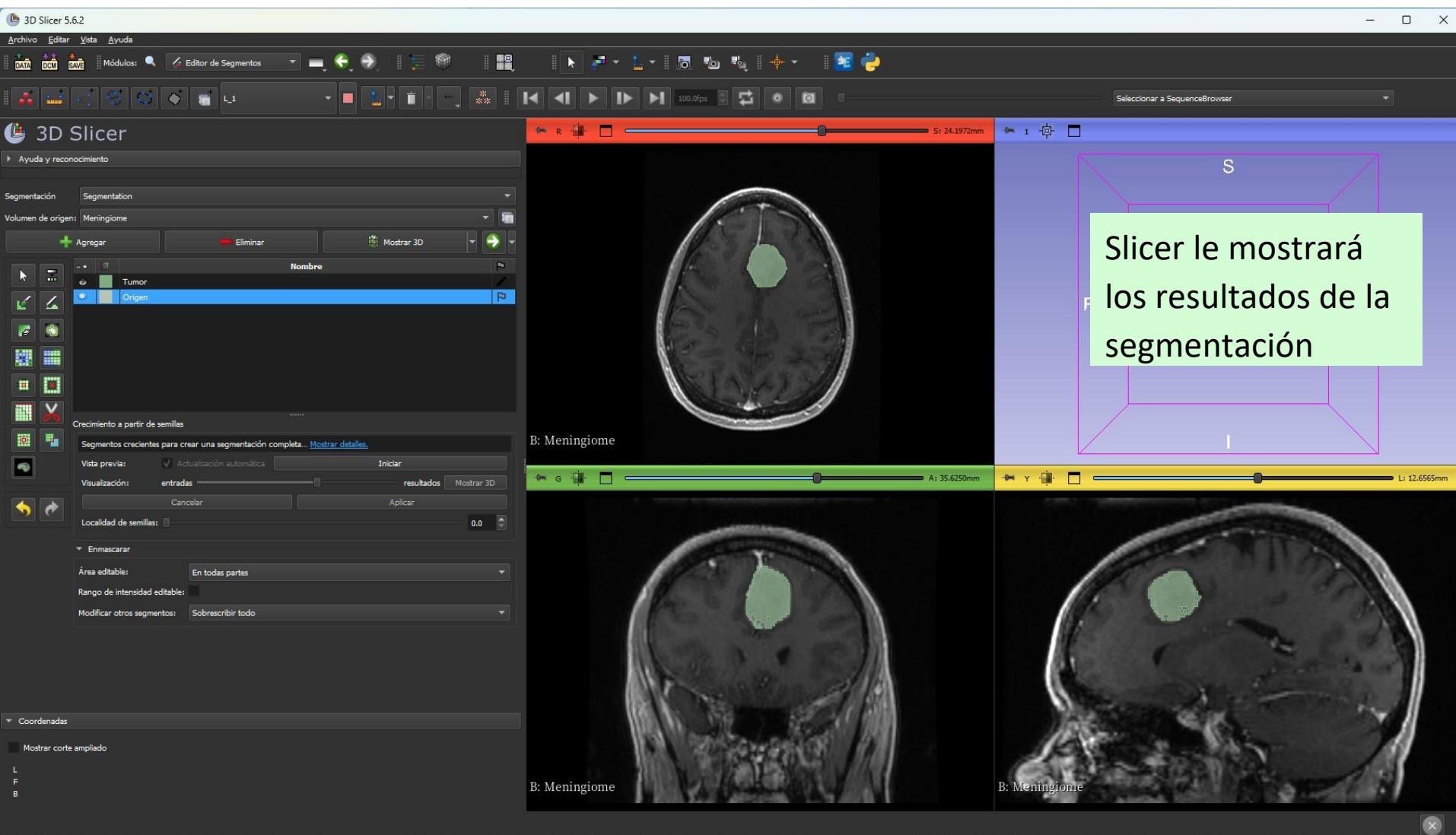
# Módulo: Editor de segmentos



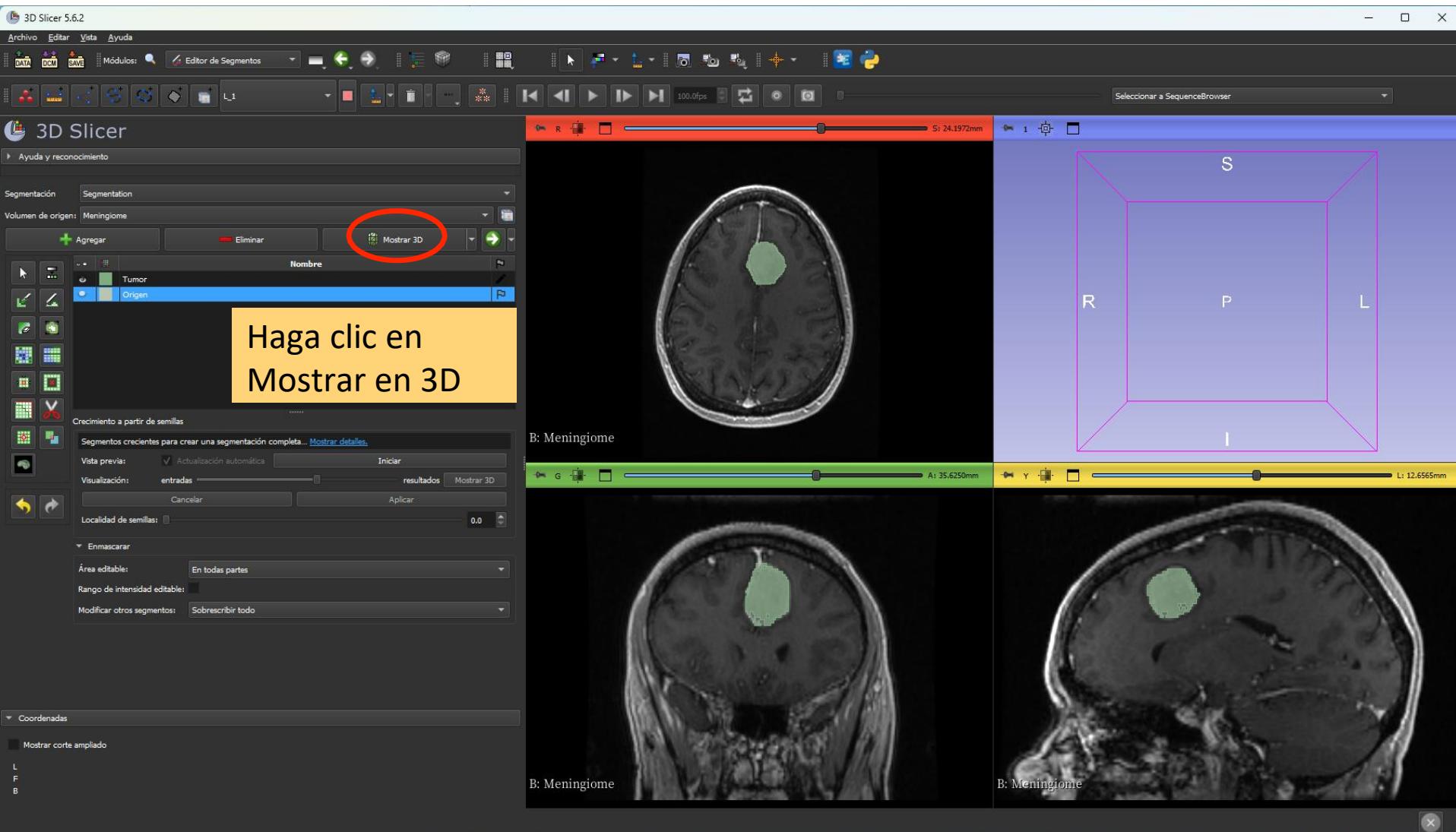
# Módulo: Editor de segmentos



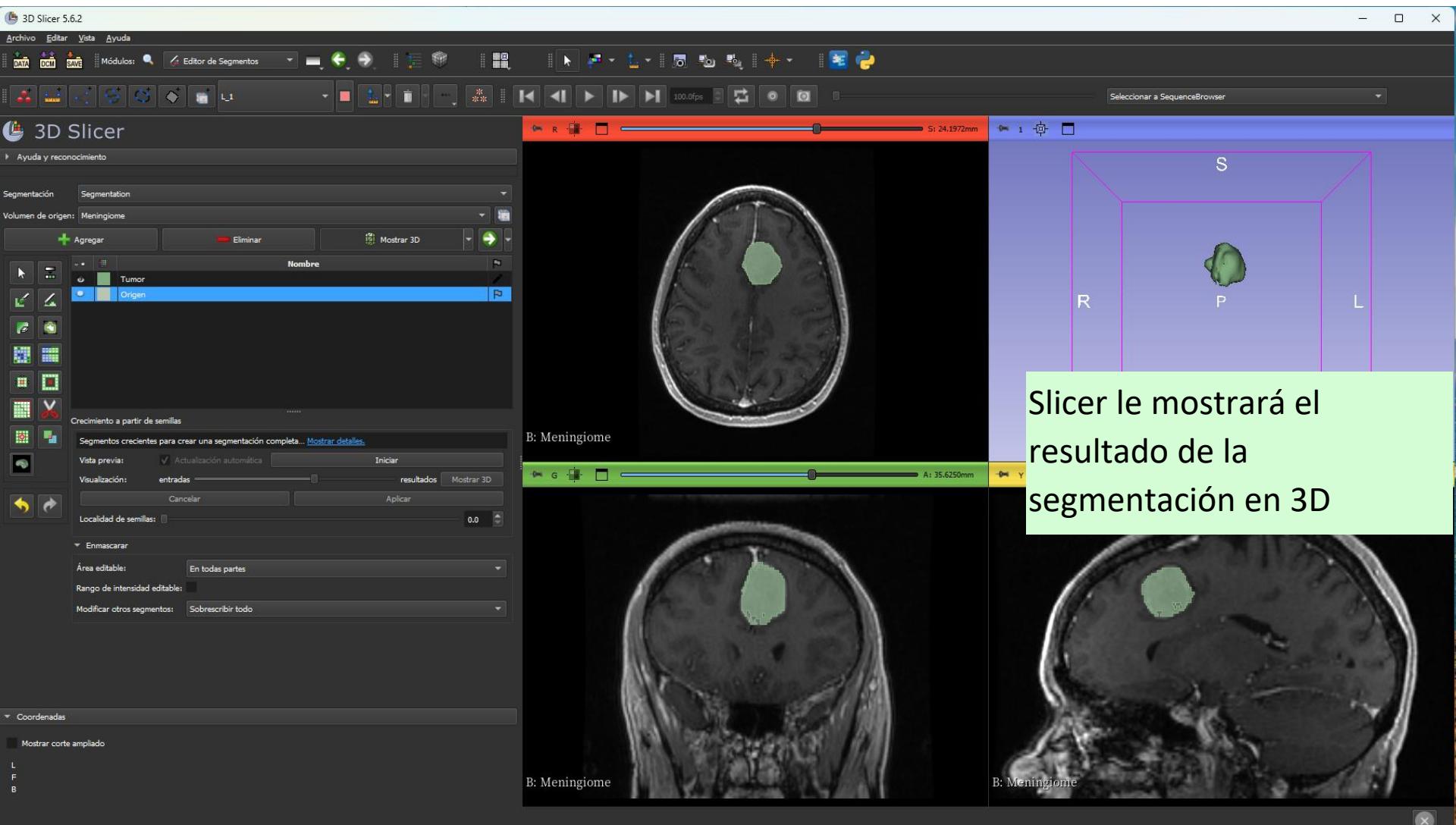
# Módulo: Editor de segmentos



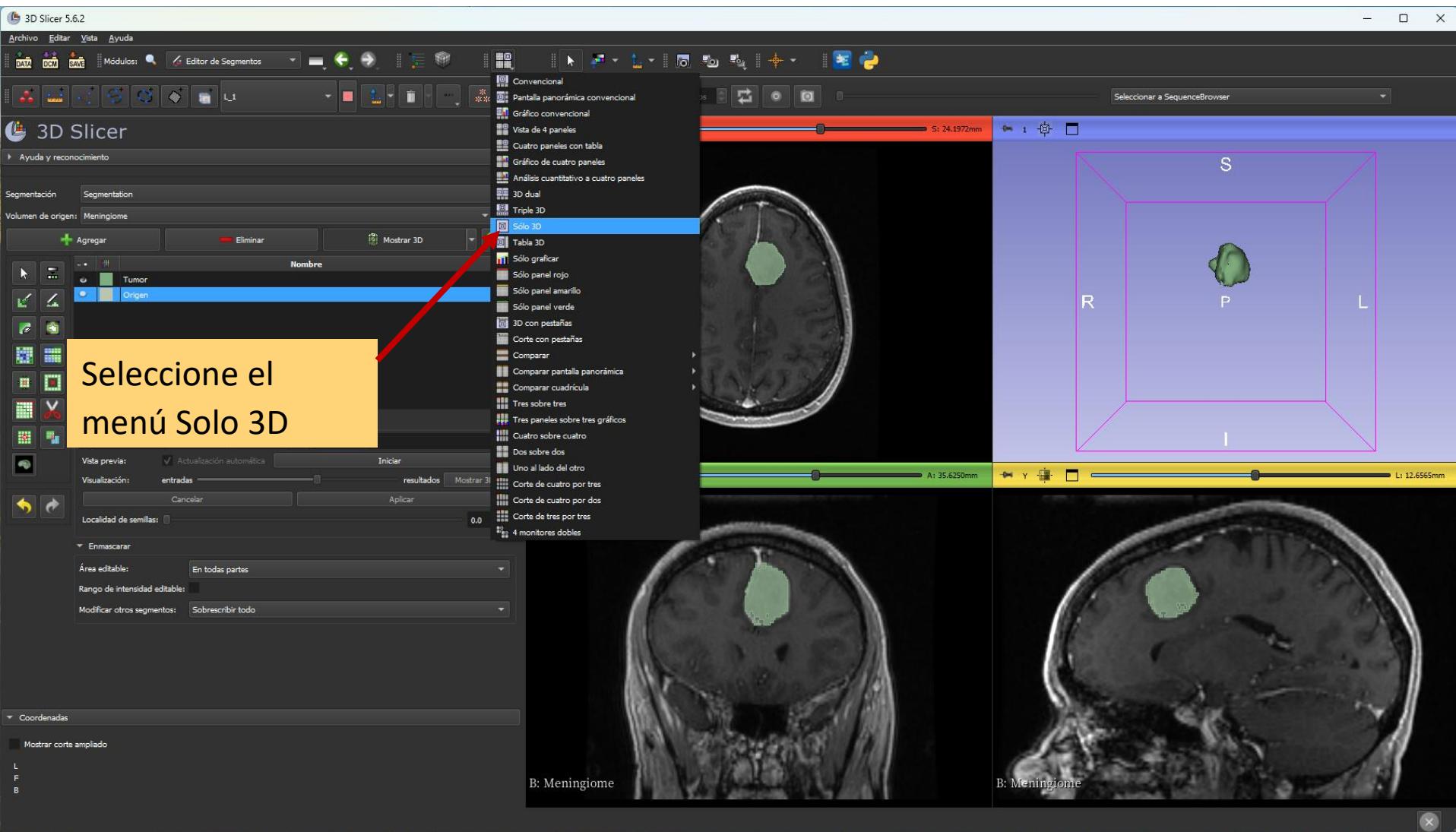
# Módulo: Editor de segmentos



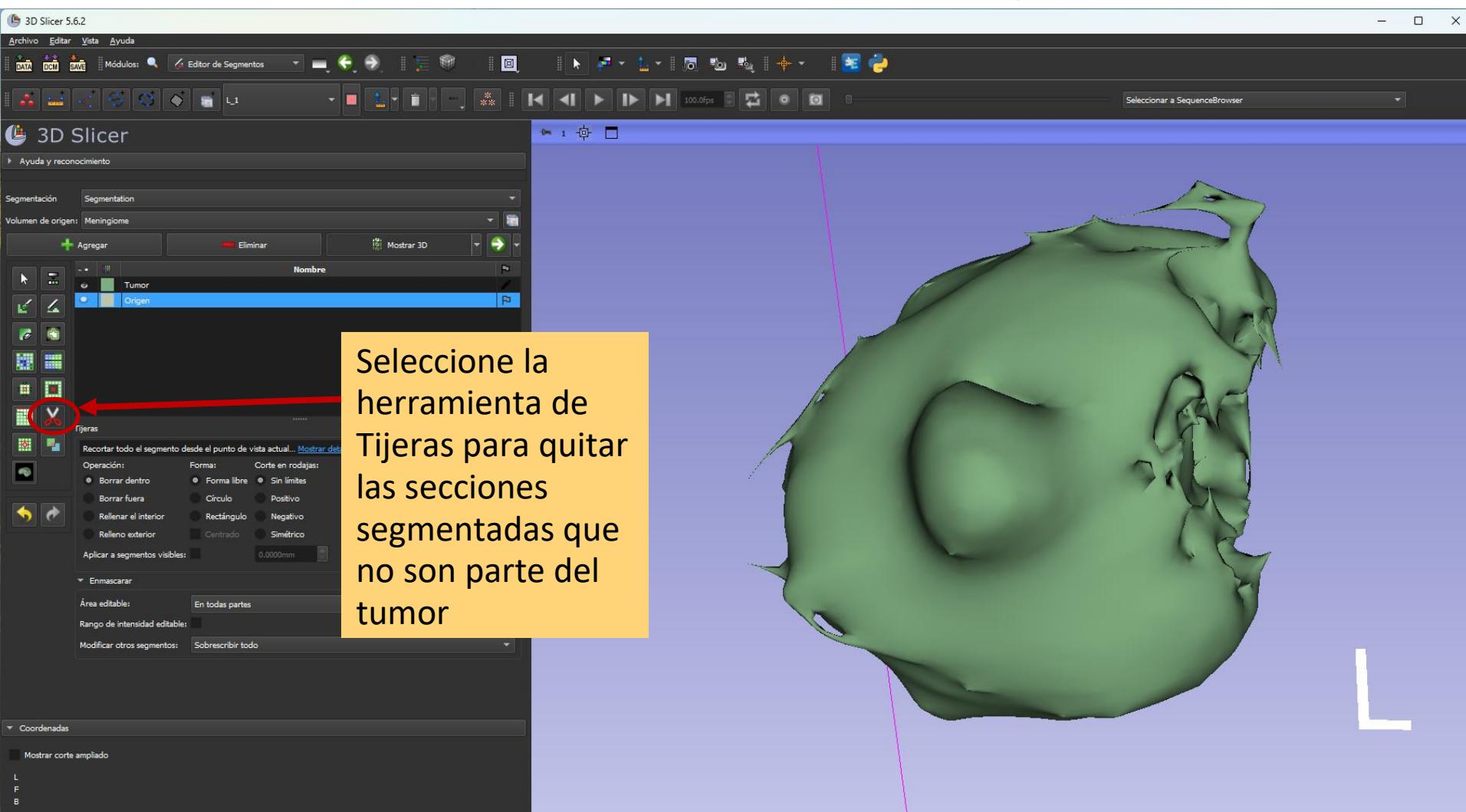
# Módulo: Editor de segmentos



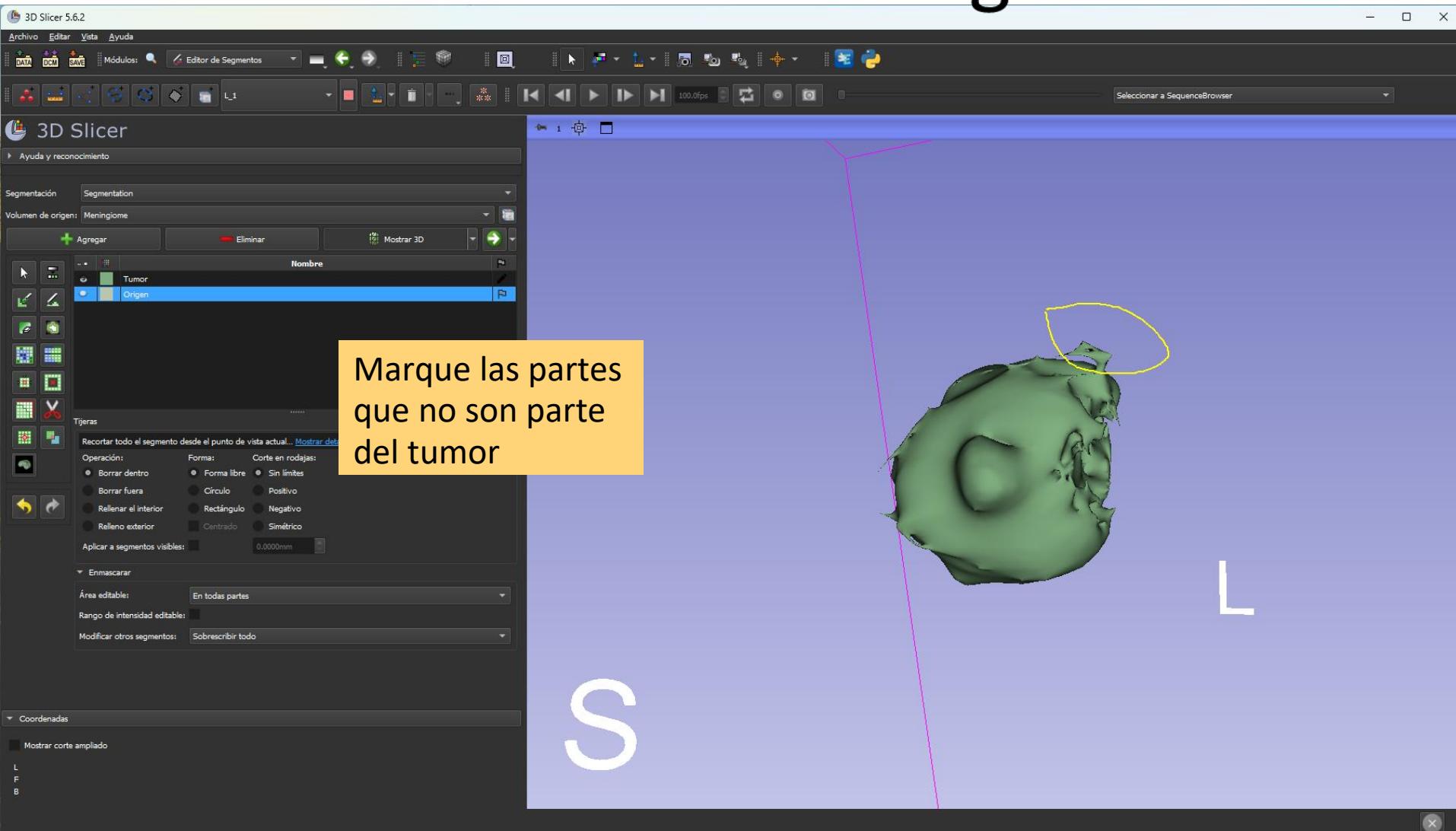
# Módulo: Editor de segmentos



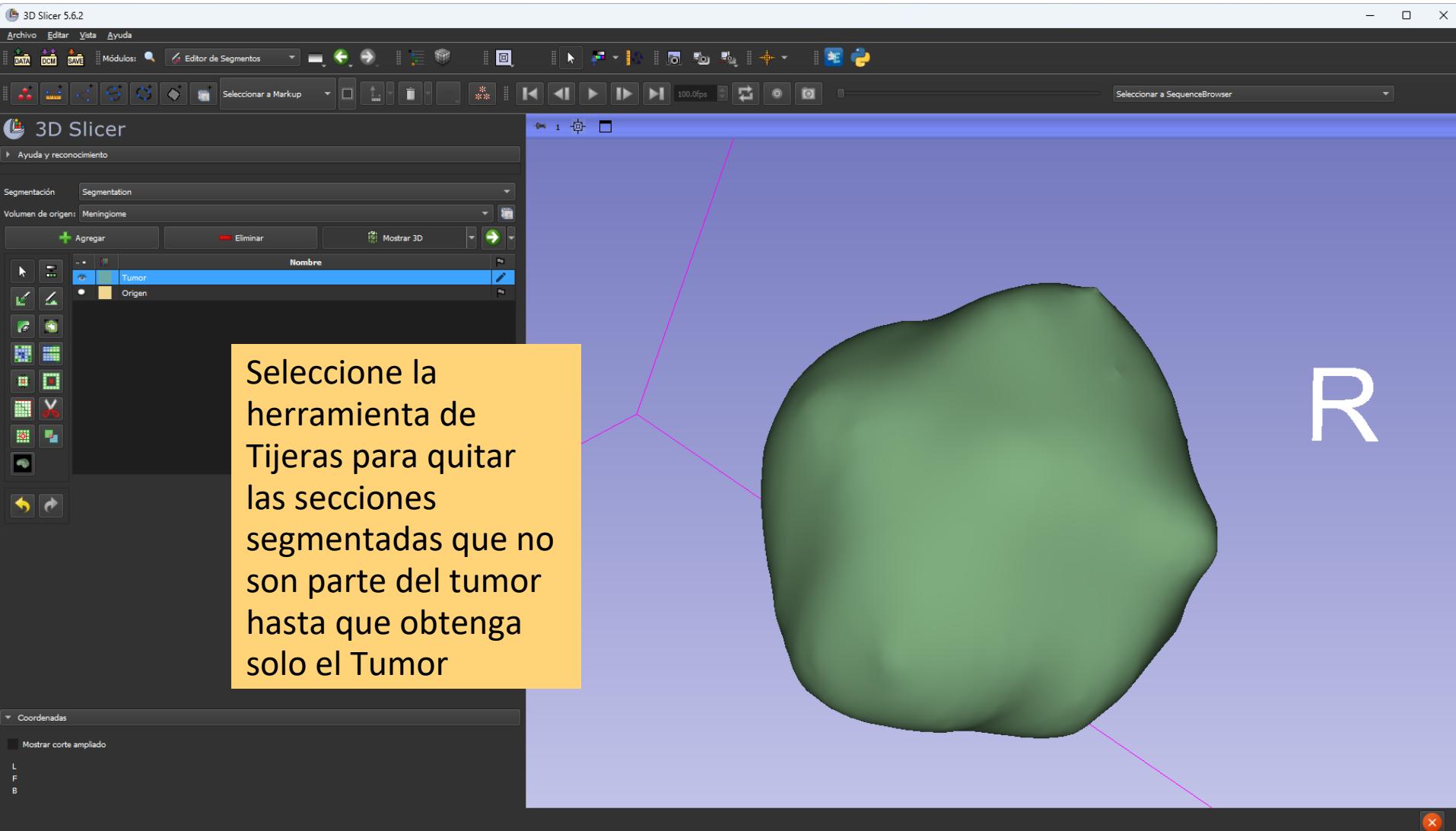
# Módulo: Editor de segmentos

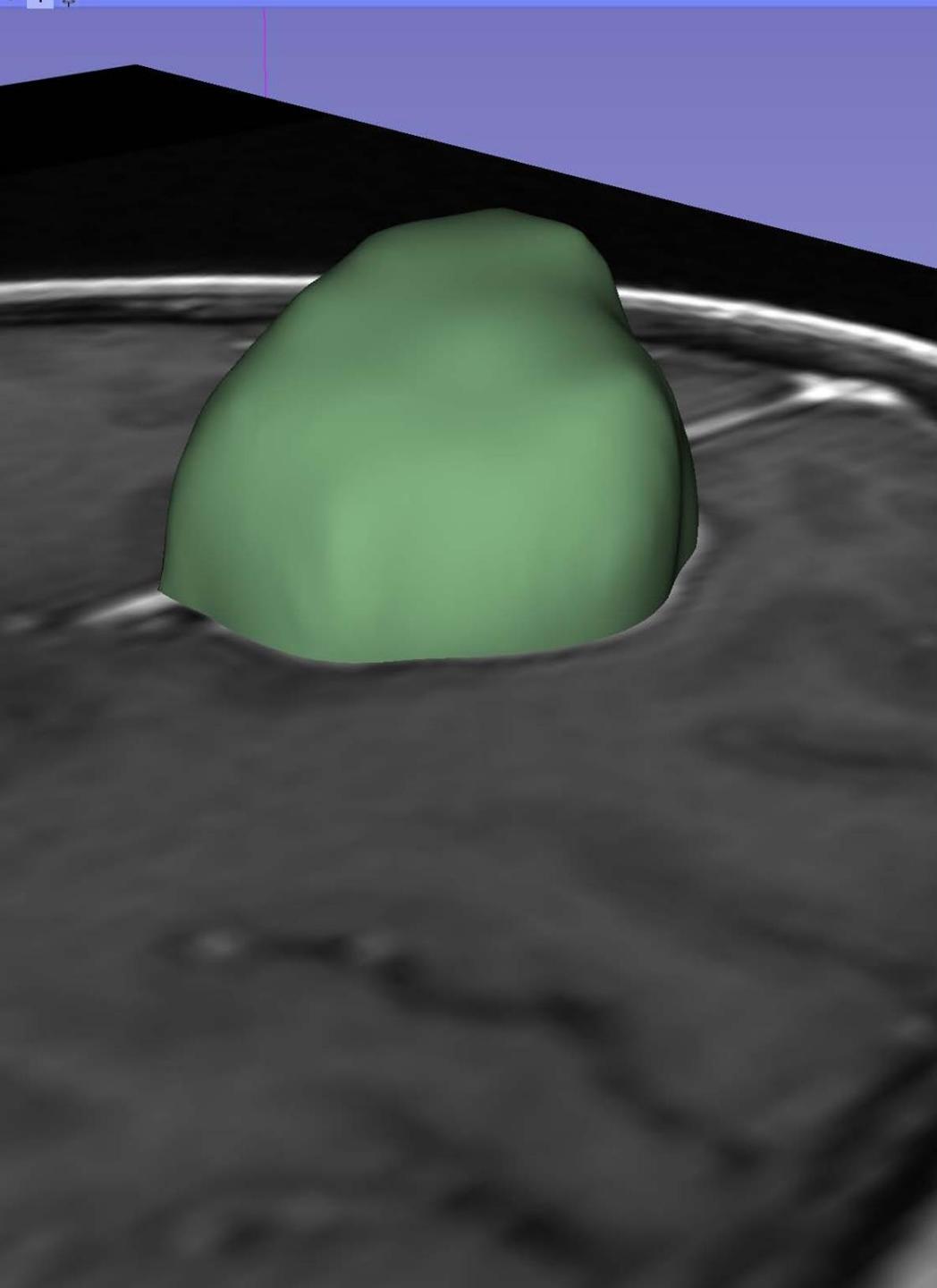


# Módulo: Editor de segmentos



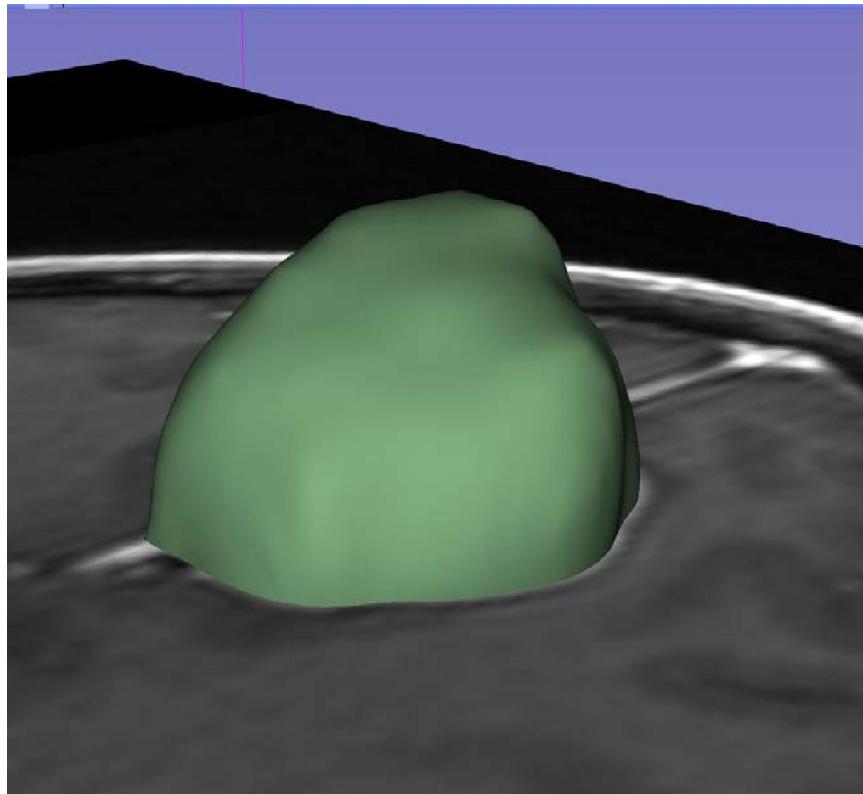
# Módulo: Editor de segmentos





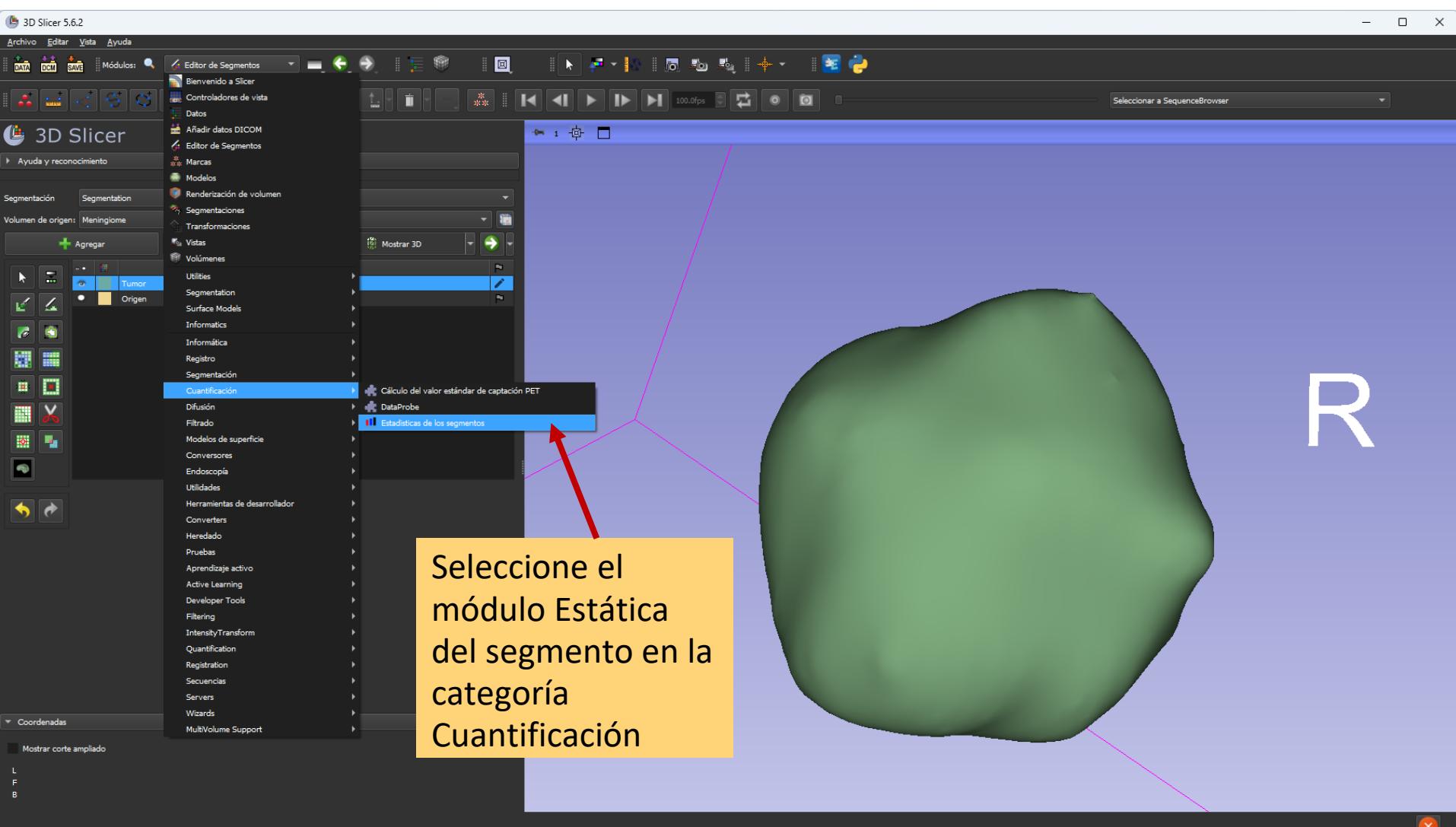
## Parte 3: Cálculo del volumen tumoral

# Medidas 3D

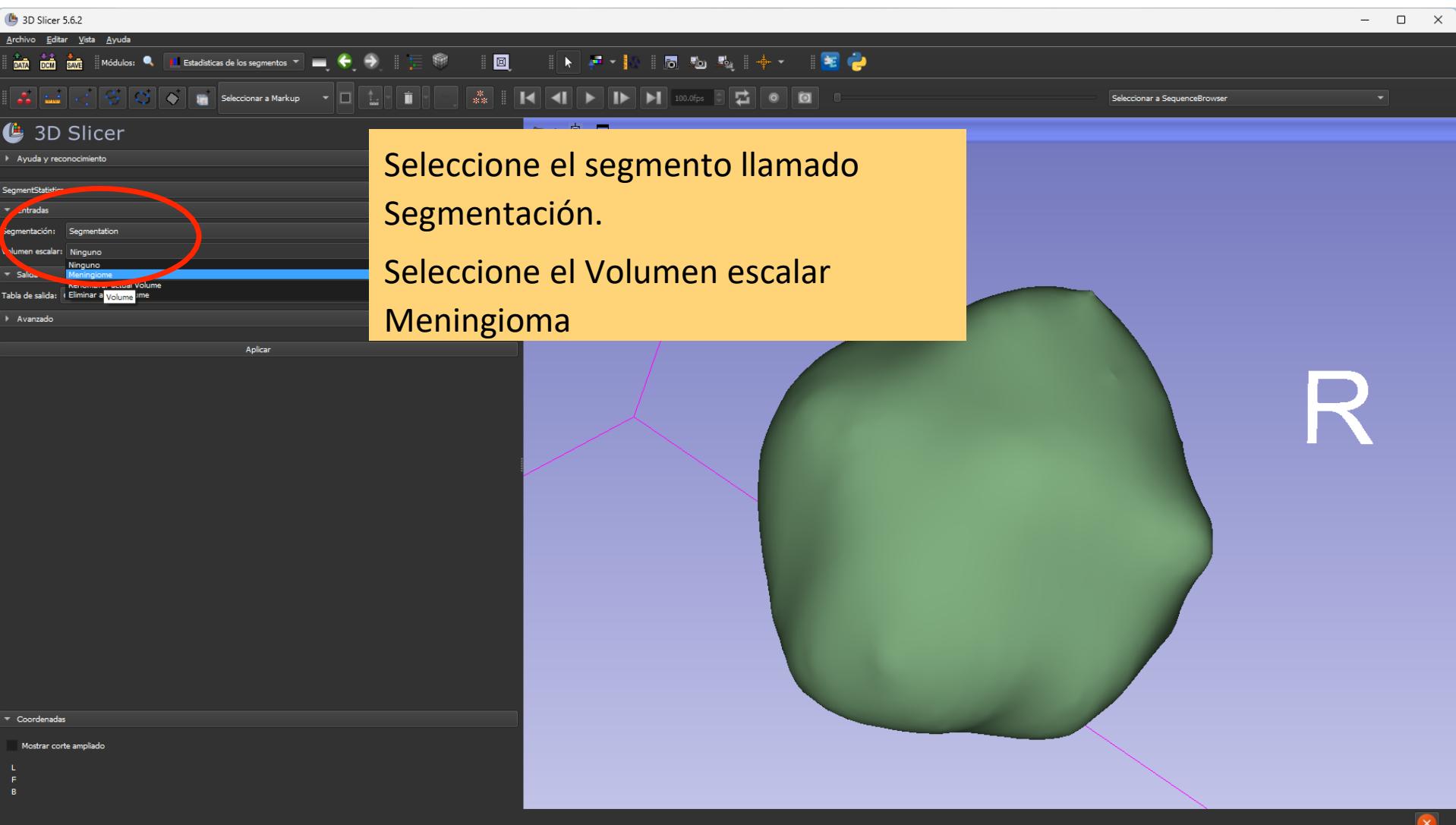


En esta sección se muestra cómo calcular el volumen del tumor segmentado utilizando el módulo Estadísticas del segmento

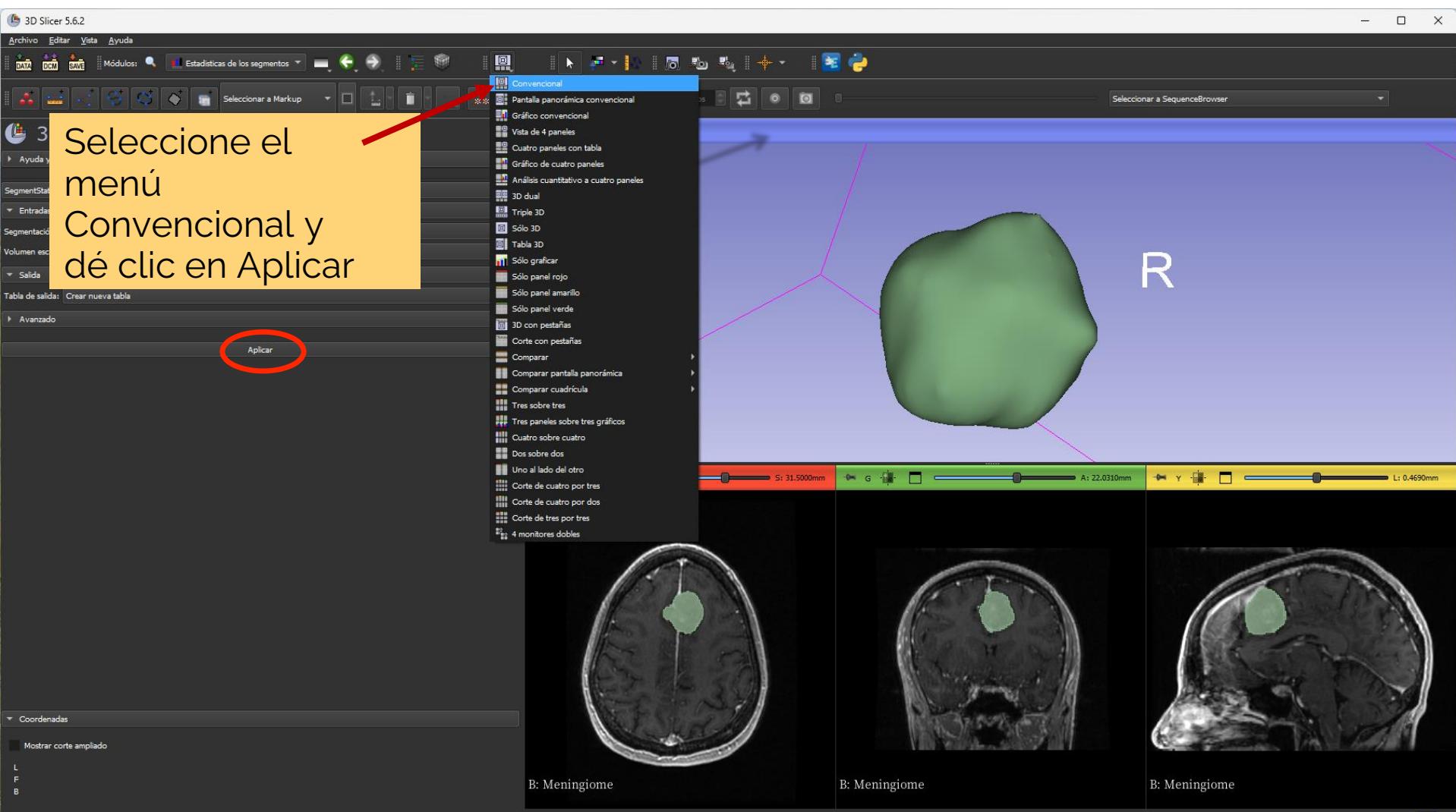
# Medidas del tumor



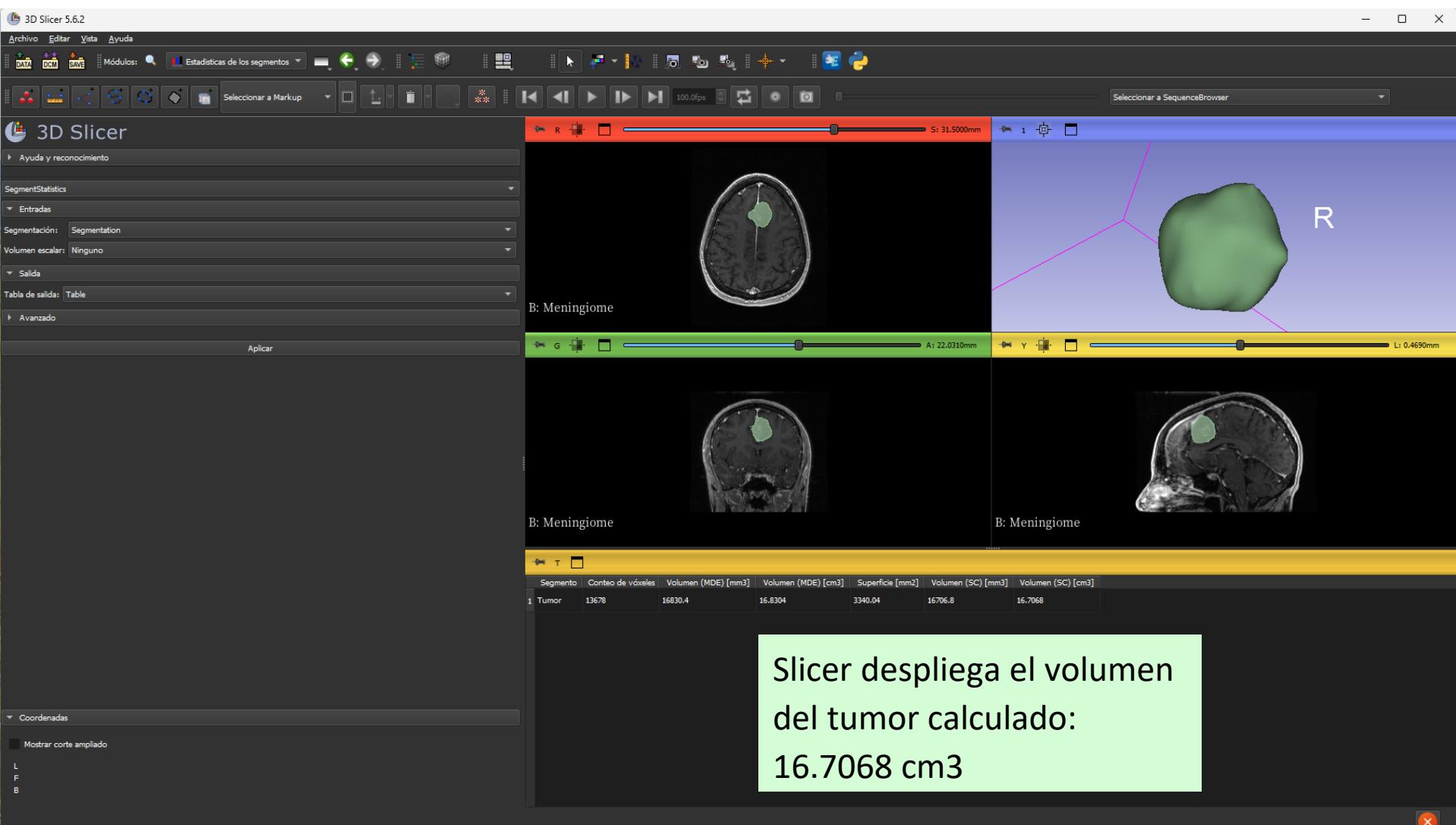
# Medidas del tumor

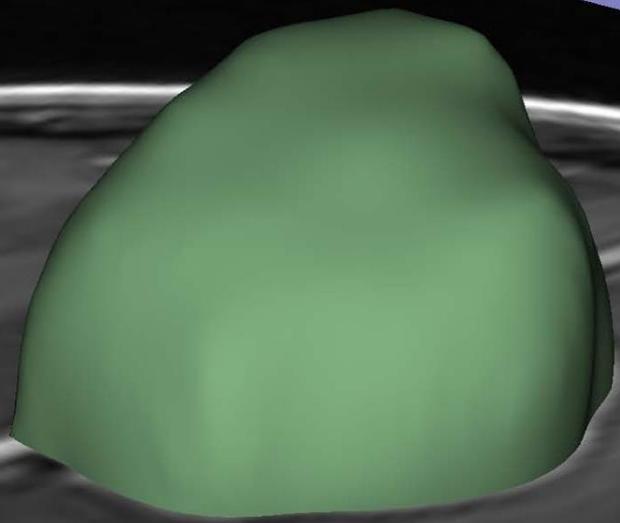


# Medidas del tumor



# Medidas del tumor





# Parte 4:

## Características cuantitativas de la imagen computarizada

# Paquete PyRadiomics

- *Pyradiomics* es un paquete python de código abierto que permite la extracción automatizada de más de 1.500 características cuánticas a partir de datos de imágenes médicas.
  - El paquete incluye herramientas de preprocesamiento y filtrado de imágenes basadas en *SimpleITK*.
  - Las herramientas de línea de comandos de Pyradiomics permiten el procesamiento por lotes.
- 
- <https://pyradiomics.readthedocs.io>

<http://www.radiomics.io/>

# Instalar Paquete Radiomics

Administrador de extensiones

Administrador de extensiones (5) | Instalar Extensiones | Buscar actualizaciones | Instalar favorito | Instalar desde archivo... | rad

## SlicerRadiomics

### Informatics

Andrey Fedorov (SPL), Joost van Griethuysen (NKI), Nicole Aucoin (SPL), Jean-Christophe Fillion-Robin (Kitware), Steve Pieper (Isomics), Hugo Aerts (DFCI)

Last update: Thu Apr 25 2024 (Revision: [8426cd1](#))

Radiomics extension provides a 3D Slicer interface to the pyradiomics library. pyradiomics is an open-source python package for the extraction of Radiomics features from medical imaging.

[VIEW HOMEPAGE](#) | [VIEW SOURCE CODE](#)

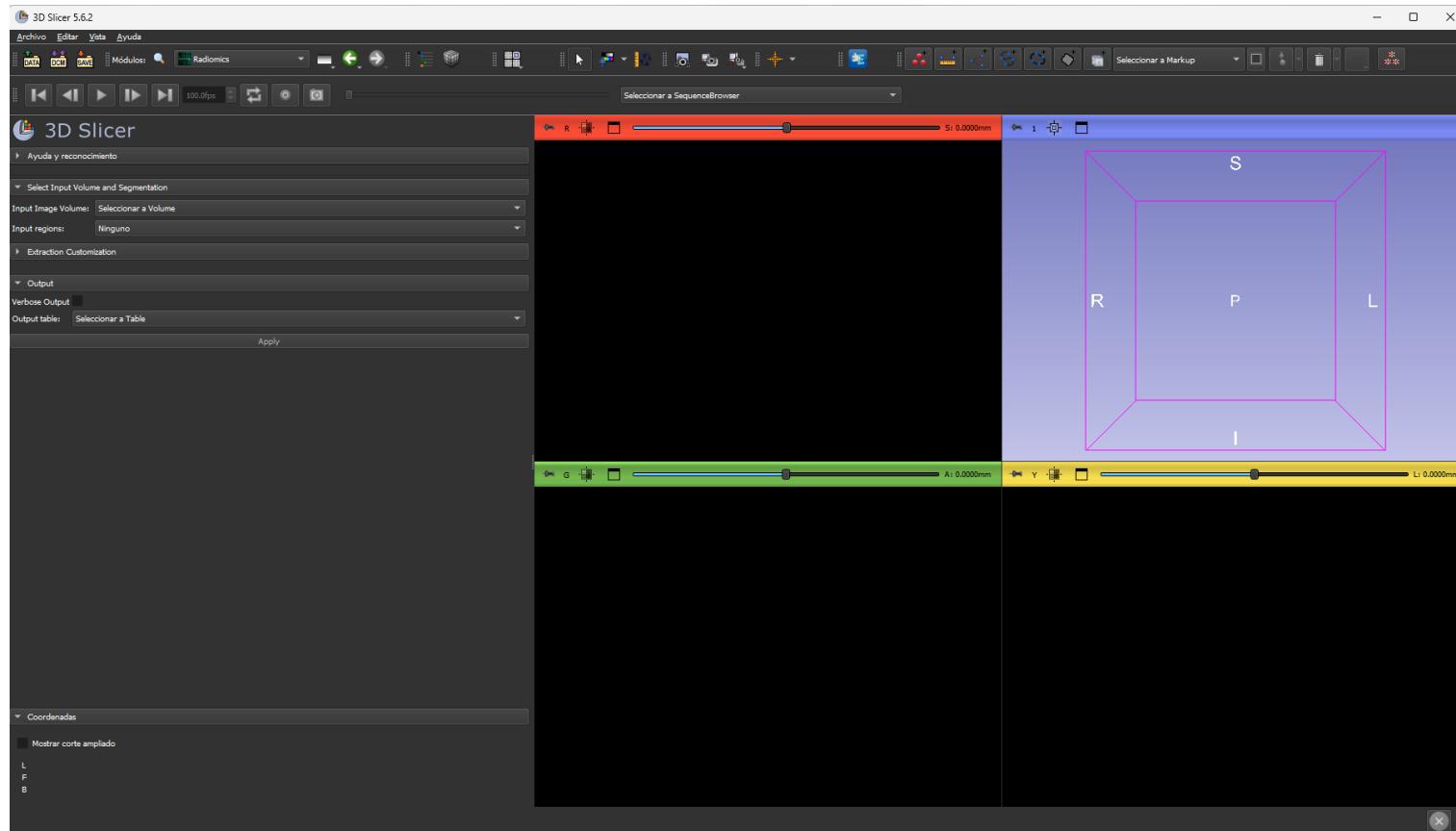
### Screenshots

The screenshot shows the 3D Slicer interface with the Radiomics extension loaded. On the left, there is a control panel for segmentation, including dropdown menus for volume, label, and binary files, and checkboxes for various feature types. The main window displays two 3D volume renderings of lungs. Red and green highlights indicate specific regions of interest or segmented structures. At the bottom, a table lists extracted radiomics features:

T	A	B	C	D
13	lung1_surface_segment_right_lung_original	firstorder	Uniformity	0.1263386655
14	lung1_surface_segment_right_lung_original	firstorder	MeanAbsoluteDeviation	53.603386655
15	lung1_surface_segment_right_lung_original	firstorder	Energy	6504540690.0
16	lung1_surface_segment_right_lung_original	firstorder	RobustMeanAbsoluteDeviation	32.0891912655
17	lung1_surface_segment_right_lung_original	firstorder	Median	-874.0
18	lung1_surface_segment_right_lung_original	firstorder	TotalEnergy	10576215740.1
19	lung1_surface_segment_right_lung_original	firstorder	Maximum	-213.0



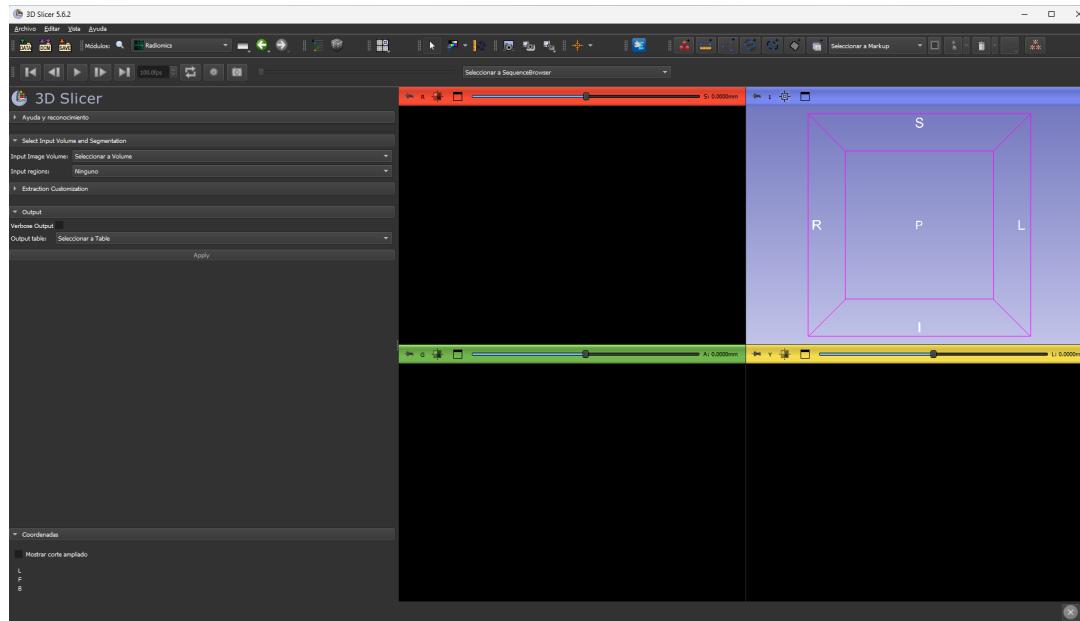
# Radiómica Slicer



La extensión Slicer Radiómica proporciona una interfaz gráfica de usuario para la biblioteca pyradiomics

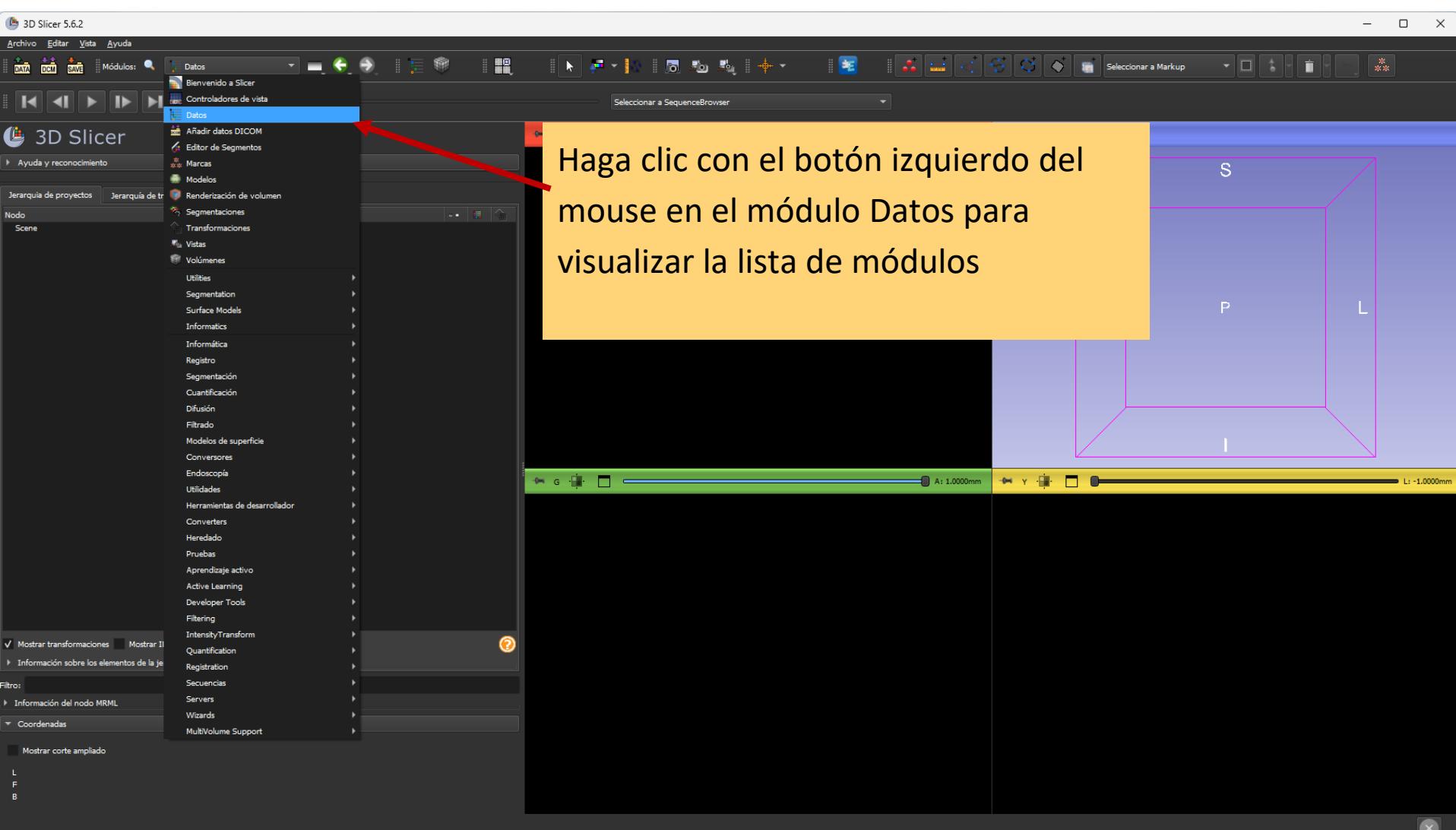


# Radiómica Slicer

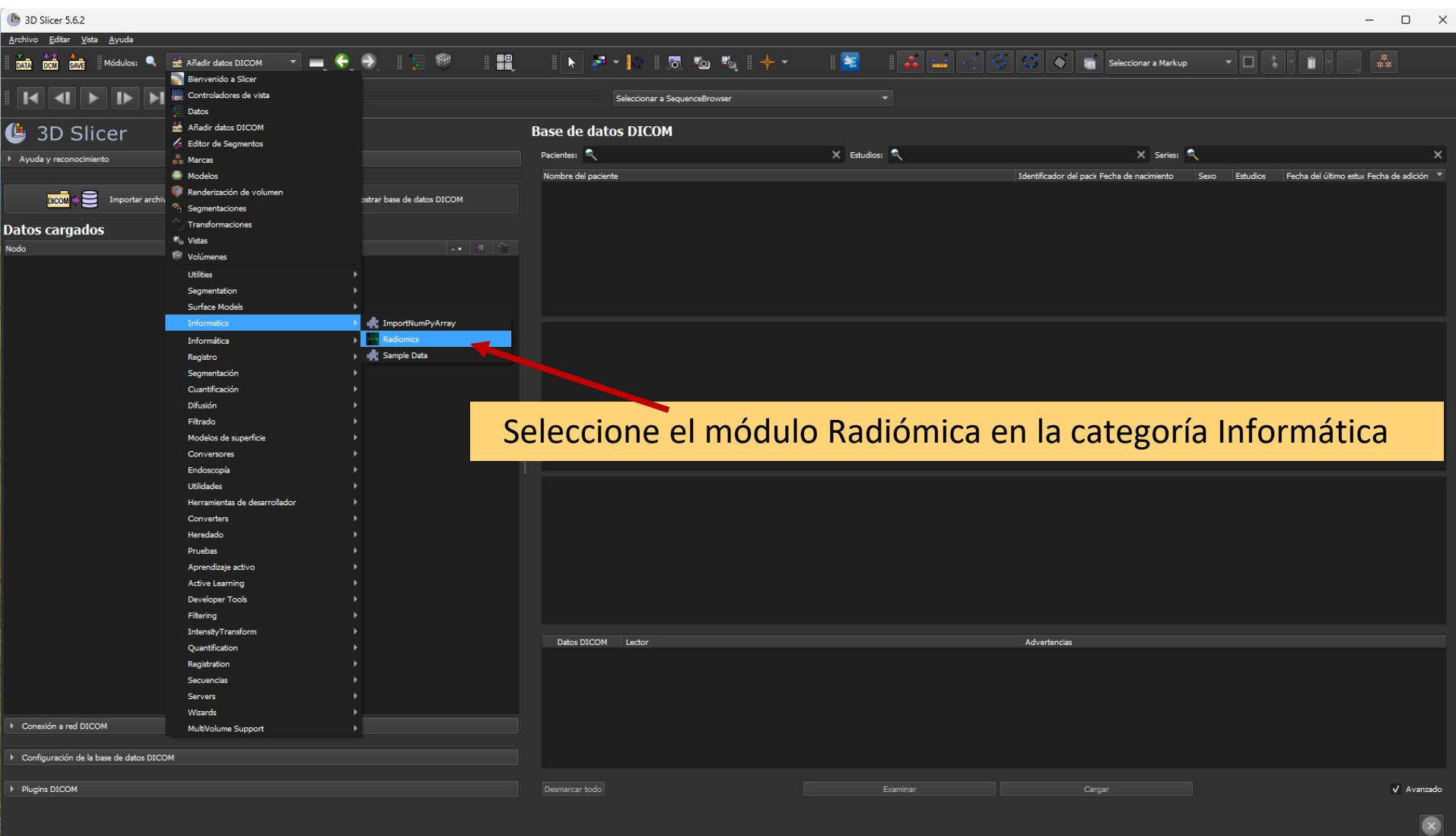


El Slicer Extensión radiómica permite la exploración interactiva de las características de las imágenes y la configuración de los parámetros de extracción

# Módulo Radiómica



# Instalación del Módulo Radiómica



# Módulo Radiómica

3D Slicer 5.6.2

Archivo Editar Vista Ayuda

Módulos: Radiomics

Seleccionar a SequenceBrowser

3D Slicer

Ayuda y reconocimiento

Select Input Volume and Segmentation

Input Image Volume: Meningioma

Input regions: Segmentation

Extraction Customization

Manual Customization

Parameter File Customization

Manual Customization

Feature Classes

Features: firstorder ✓ glcm gldm gldm glszm ngldm shapeZD

Toggle Features: Features No Features

Resampling and Filtering

Resampled voxel size

LoG kernel sizes

Wavelet-based features

Settings

Bin Width

Enforce Symmetrical GLCM ✓

Output

Verbose Output

Output table: Table\_1

Aplicar

Seleccione el volumen de imagen  
Meningioma

Seleccione las Regiones de entrada  
segmentación

Seleccione la clase de  
características Primer orden y  
glcm

Seleccione Tabla de salida Crear  
nuevo y haga clic en Aplicar

B: Meningioma

C: Meningioma

Lc: 0.4690mm

# Cálculo de características



# Cálculo de características

Slicer muestra los valores de las 18 características de la clase PrimerOrden

34	original	firstorder	InterquartileRange	20.0
35	original	firstorder	Skewness	1.99316623652
36	original	firstorder	Uniformity	0.358800750225
37	original	firstorder	Median	177.0
38	original	firstorder	Energy	453513881.0
39	original	firstorder	RobustMeanAbsoluteDeviation	9.02739158026
40	original	firstorder	MeanAbsoluteDeviation	15.6561086211
41	original	firstorder	TotalEnergy	558034658.262
42	original	firstorder	Maximum	370.0
43	original	firstorder	RootMeanSquared	180.8961587
44	original	firstorder	90Percentile	202.0
45	original	firstorder	Minimum	36.0
46	original	firstorder	Entropy	1.83048891173
47	original	firstorder	Range	334.0
48	original	firstorder	Variance	575.802209976
49	original	firstorder	10Percentile	156.0
50	original	firstorder	Kurtosis	12.4315749384
51	original	firstorder	Mean	179.297568367

# Conclusión

- Este tutorial proporciona una introducción básica a las imágenes fenotípicas utilizando la extensión Slicer Radiomics.
- La extensión permite el cálculo de clases de características implementadas en pyradiomics.
- La descripción de cada clase está disponible en

<https://pyradiomics.readthedocs.io/>

# Agradecimientos:

## **Centro de Análisis de Neuroimágenes**



La misión del Centro de Análisis de Neuroimagen (NAC, por sus siglas en inglés Neuroimage Analysis Center) (NIH P41 EB015902) es avanzar en el papel de la neuroimagen en la atención de salud



## **Chan Zuckerberg Initiative**

Essential Open Source for Science Grant #2022-252572  
(5022)