

## Modelos 3D interactivos de la base de cráneo. ¿Son útiles para el aprendizaje de la anatomía?

Roberto Domingo Tabernerero Rico\*, Juan Antonio Juanes Méndez\*\*, Alberto Prats Galino\*\*\*.

\**Licenciado Especialista. Radiodiagnóstico. Hospital Virgen de la Concha. Zamora. (España).*

\*\**Doctor en Medicina y cirugía. Profesor titular USAL. Departamento de Anatomía e Histología Humanas. Salamanca. (España).*

\*\*\**Doctor en Medicina y cirugía. Profesor representante del grupo de Anatomía Virtual y Simulación de la UBA. Barcelona. (España).*

**Correspondencia:** Roberto Domingo Tabernerero Rico: rtaberneror@gmail.com

### RESUMEN

**Introducción y objetivos:** La comprensión tridimensional de la anatomía es esencial para la formación. Hasta el momento las herramientas didácticas empleadas son bidimensionales (atlas). Con las nuevas técnicas de imágenes en 3D, se mejora la percepción espacial y la comprensión anatómica.

**Material y métodos:** Se realiza una búsqueda bibliográfica en la base de datos MedLine. Se generan modelos tridimensionales de la base del cráneo a partir de imágenes radiológicas de tomografía computarizada (TC) y resonancia magnética (RM). Este proceso es llevado a cabo en diferentes etapas

**Resultados:** Se generan modelos 3D incluidos en un documento PDF en los que se permite la interacción, para su mejor visualización.

**Conclusiones:** Las imágenes 3D aportan más información que las convencionales. Por ello consideramos que estas herramientas resultan útiles para la enseñanza anatómica, acelerando el proceso y facilitando las capacidades de entendimiento.

### PALABRAS CLAVE

Modelos anatómicos, base del cráneo, 3D PDF, software.

### INTRODUCCIÓN

La anatomía es un componente esencial de la educación médica, ya que es fundamental para el diagnóstico preciso de órganos y sistemas humanos [1].

Dentro de la anatomía, cobra una especial importancia la representación en imágenes las diferentes estructuras anatómicas otorgando mayor información para la adecuada comprensión de las estructuras (fig.1) [2].

Los últimos avances en el postprocesado de la imagen radiológica han hecho posible la generación de modelos tridimensionales (3D) a partir de imágenes radiológicas en 2D [3].

Con las nuevas técnicas de imágenes en 3D que presentamos, la percepción espacial y la comprensión anatómica se mejoran, puesto que se permite interactuar con los modelos.

Todo ello, hace posible el desarrollo de nuevos contenidos educativos a partir de modelos visuales complejos que se podrían introducir como material didáctico complementario [4].

Estos novedosos modelos, junto a las herramientas didácticas clásicas facilitarían la comprensión y mejorarían el aprendizaje anatómico de regiones anatómicas complejas [5, 9].

Nos proponemos crear modelos tridimensionales de la base del cráneo a partir de imágenes radiológicas simples para poder interactuar con ellos en diferentes programas de libre acceso y sin la necesidad de estaciones de trabajo profesionales. De

manera que cualquier persona puede tener a su disposición estas herramientas [1,3,7].

## ORIGINAL

### MATERIAL Y MÉTODOS

Se realiza una búsqueda bibliográfica en la base de datos PubMed (US National Library of Medicine, National Institutes of Health)

Se crean modelos 3D de la base del cráneo a partir de imágenes de MR y CT obtenidas de máquinas: RM General Electrics Medical Care de 1,5 Tesla, y de TC (Philips, 40 detectores), a partir de estudios realizados en el Hospital Virgen de la Concha (Zamora, España), durante el año 2016.

Se seleccionan la serie de imágenes de interés y se almacenan en formato DICOM para posteriormente trabajar con ellas.

La creación del modelo anatómico se compone de una serie de pasos:

#### 1 Incorporación al software:

Las imágenes obtenidas de los estudios radiológicos en formato DICOM se incorporan al software 3D slicer© versión 5.4.0-1 obtenido de manera gratuita de la red (fig.2).

#### 2 Segmentación de las imágenes.

Una vez cargadas las imágenes, son analizadas, reformateadas y transformadas (segmentadas) para obtener modelos tridimensionales representativos del área de interés, en el presente trabajo, de la base del cráneo.

#### 3 Almacenaje de los modelos.

Una vez creados los modelos tridimensionales y las imágenes clave de la región anatómica de interés, se guardan eligiendo el formato de almacenamiento que más interese (fig.3) [10].

### RESULTADOS.

Se obtienen varias imágenes tridimensionales y modelos 3D a partir de las imágenes de RM y TC en formato DICOM (figs. 4 y 5), pudiendo ser procesadas en cualquier ordenador personal.

Esto supone un avance, ya que permite a cualquier usuario procesar y formatear imágenes radiológicas de RM y TC sin la necesidad de una estación de trabajo profesional.

Estas imágenes tienen múltiples opciones de visualización, pudiéndose visualizar en superposición a las imágenes 2D anatómicas originales o como modelos tridimensionales.

Los modelos tridimensionales y las imágenes generadas se pueden importar en diferentes formatos (U3D, VTK, OBJ...) para visualizarlos y manejarlos a partir de las herramientas que disponen los diferentes programas disponibles en la web, de libre acceso.

Mediante estos modelos se permite la interacción ofreciendo una serie de herramientas útiles de visualización y manejo que facilitan el trabajo y la comprensión de la región anatómica del área de estudio (fig.6).

### DISCURSIÓN Y CONCLUSIONES

Los modelos tridimensionales pueden representar mayor cantidad de detalles anatómicos que los modelos tradicionales. Por ello consideramos, junto con otros autores que estas herramientas resultan útiles para la enseñanza anatómica, acelerando el proceso y mejorando y facilitando las capacidades de entendimiento [1,5-7,11].

Los recursos formativos a partir de imágenes tridimensionales podrían integrarse de manera efectiva junto con los métodos tradicionales de dibujos y esquemas, además de modelos descriptivos, facilitando el aprendizaje de la anatomía de una manera eficiente con el fin de mejorar el proceso de enseñanza de la anatomía [4,8,11].

Otra importante ventaja que suponen estos modelos es la facilidad para compartir y transmitir esta información con otros usuarios de manera ágil y rápida sin necesidad de paquetes de software complejos o de pago. Esto posibilita que cada usuario pueda acceder a los contenidos desde el ordenador personal de su casa.

Se ha demostrado en varios estudios la viabilidad y los beneficios del desarrollo de modelos de enseñanza innovadoras como modelos tridimensionales, similares a los que presentamos en el estudio [1,6,7,11].

## BIBLIOGRAFÍA

1. Pujol S, Baldwin M, Nassiri J, Kikinis R, Shaffer K. Using 3D Modeling Techniques to Enhance Teaching of Difficult Anatomical Concepts. *Acad Radiol*. 2016 Apr;23(4):507-16.
2. Ghosh SK. Evolution of illustrations in anatomy: A study from the classical period in Europe to modern times: Evolution of Illustrations in Anatomy. *Anat Sci Educ*. 2015 Mar;8(2):175-88.
3. Tam MD. Building virtual models by postprocessing radiology images: A guide for anatomy faculty. *Anat Sci Educ*. 2010 Sep 8;3(5):261-6.
4. Wiecha JM, Vanderschmidt H, Schilling K. HEAL: an instructional design model applied to an online clerkship in family medicine. *Acad Med J Assoc Am Med Coll*. 2002 Sep;77(9):925-6.
5. Colucci PG, Kostandy P, Shrauner WR, Arleo E, Fuortes M, Griffin AS, et al. Development and utilization of a web-based application as a robust radiology teaching tool (radstax) for medical student anatomy teaching. *Acad Radiol*. 2015 Feb;22(2):247-55.
6. Hoyek N, Collet C, Di Rienzo F, De Almeida M, Guillot A. Effectiveness of three-dimensional digital animation in teaching human anatomy in an authentic classroom context: Teaching Anatomy Using 3D Digital Animation. *Anat Sci Educ*. 2014 Nov 12;7(6):430-7.
7. Preece D, Williams SB, Lam R, Weller R. "Let's get physical": advantages of a physical model over 3D computer models and textbooks in learning imaging anatomy. *Anat Sci Educ*. 2013 Aug;6(4):216-24.
8. Caswell FR, Venkatesh A, Denison AR. Twelve tips for enhancing anatomy teaching and learning using radiology. *Med Teach*. 2015 Dec 2;37(12):1067-71.
9. Richardson-Hatcher A, Hazzard M, Ramirez-Yanez G. The cranial nerve skywalk: A 3D tutorial of cranial nerves in a virtual platform: Cranial Nerve Skywalk. *Anat Sci Educ*. 2014 Nov 12;7(6):469-78.
10. Neue A. Towards an easier creation of three-dimensional data for embedding into scholarly 3D PDF (Portable Document Format) files. *PeerJ*. 2015 Mar 3;3:e794.
11. Ruisoto P, Juanes JA, Contador I, Mayoral P, Prats-Galino A. Experimental evidence for improved neuroimaging interpretation using three-dimensional graphic models. *Anat Sci Educ*. 2012 May;5(3):132-7.

## TABLAS Y FIGURAS



Fig 1. Corte axial y sagital de TC de base de cráneo

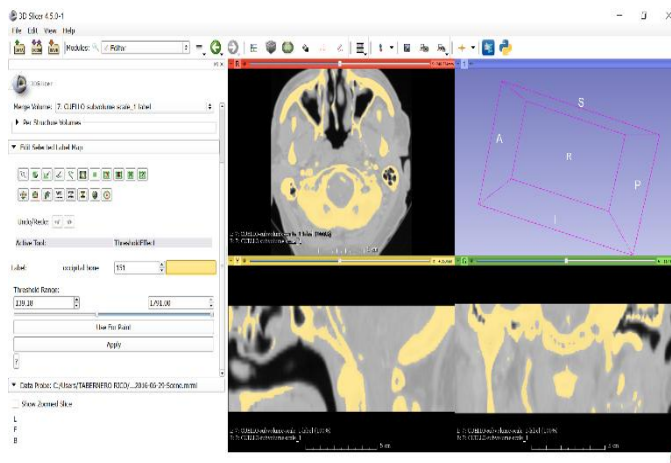


Fig 2. Captura de pantalla programa 3D Slicer.

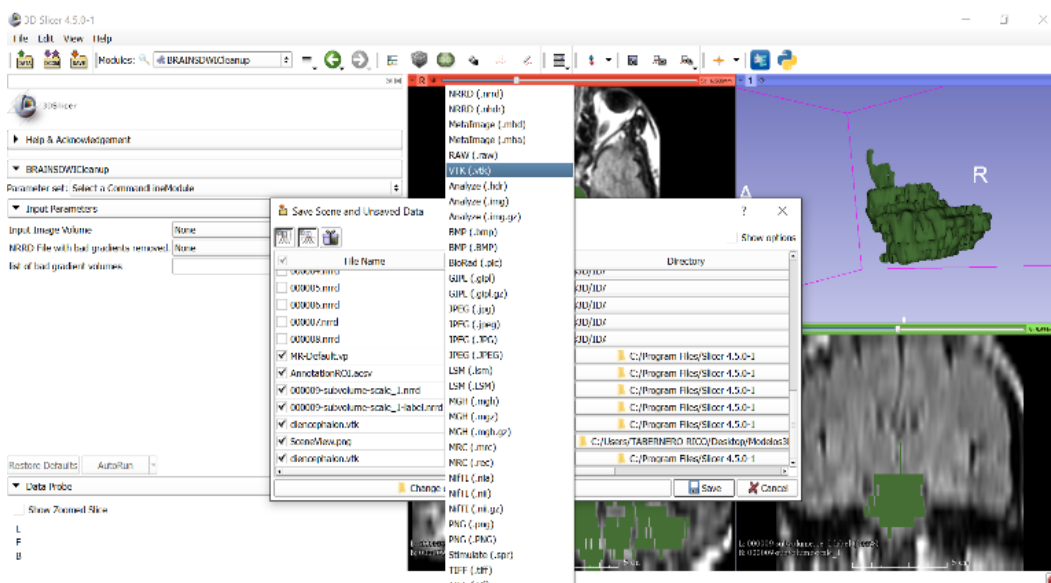


Fig 3. Captura de pantalla 3D slicer. Formatos de destino.

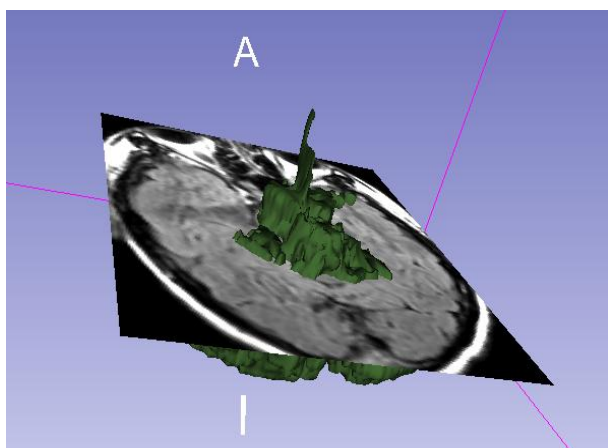


Fig 4. Modelo 3D, superpuesto a corte de RM axial

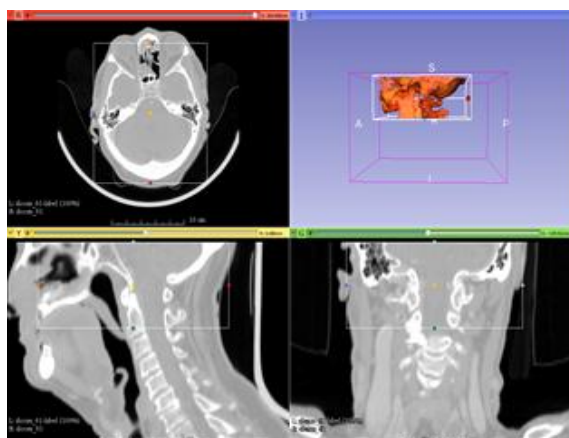


Fig 5. Captura de pantalla de modelo de base de craneo con imágenes originales de TAC

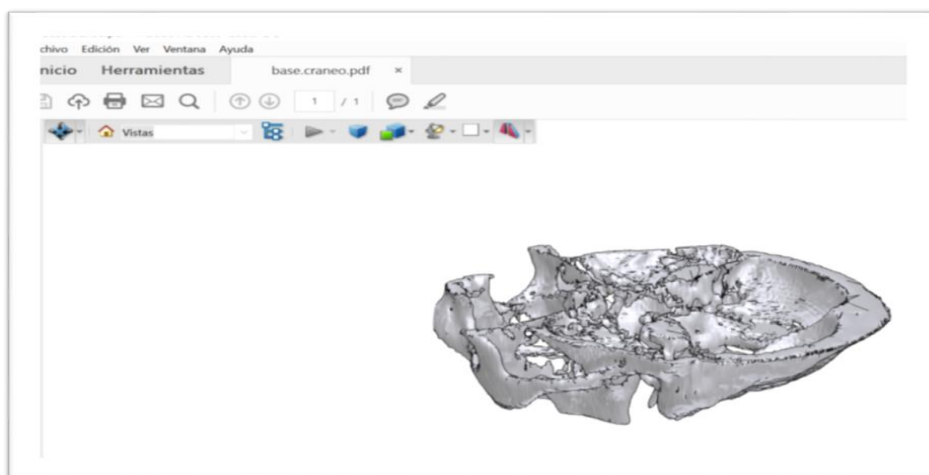


Fig 6. Interfaz de programa PDF con el modelo creado