

**Contribución original****USO DE IMÁGENES 3D DEL SISTEMA VENTRICULAR ENCEFALICO OBTENIDAS POR SISTEMA DE NEURONAVEGACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LA NEUROANATOMÍA EN EL PREGRADO****Fernando Martínez Benia<sup>1-2\*</sup>, Gonzalo Estapé Carriquiry<sup>1</sup>, Eduardo J.L Alho<sup>3</sup>, Erich T Fonoff<sup>3</sup>**<sup>1</sup> *Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina CLAEH, Maldonado, Uruguay*<sup>2</sup> *Servicio de Neurocirugía del Hospital de Clínicas, Facultad de Medicina UdelaR, Montevideo, Uruguay*<sup>3</sup> *División de Neurocirugía Funcional, Servicio de Neurocirugía, Hospital de Clínicas, Facultad de Medicina, Universidad de San Pablo (FM-USP), San Pablo, Brasil***RESUMEN**

**Introducción:** El sistema ventricular encefálico es muy complejo, y es especialmente difícil de comprender para los estudiantes de pregrado. Clásicamente, la anatomía ventricular puede enseñarse usando encéfalos cadavéricos, imágenes de tomografía o resonancia magnética. Presentamos nuestra experiencia con el uso de imágenes tridimensionales obtenidas mediante un sistema de neuronavegación.

**Material y métodos:** Se obtuvieron imágenes de resonancia magnética de 3 pacientes. Las imágenes fueron introducidas en un sistema de neuronavegación y se reconstruyó específicamente el sistema ventricular encefálico y algunas estructuras gangliobasales. Posteriormente se solicitó la opinión de 38 estudiantes de pregrado que cursaban la materia neuroanatomía, sobre la utilidad de las imágenes en el estudio del sistema ventricular.

**Discusión:** todas las imágenes obtenidas fueron de buena calidad, el 100% de los estudiantes manifestó que las imágenes eran muy útiles o esenciales para comprender cabalmente la anatomía ventricular.

**Conclusiones:** el uso de imágenes obtenidas por un sistema de neuronavegación son útiles en la enseñanza de la anatomía del sistema ventricular encefálico.

**Palabras clave:** *Ventriculos cerebrales; Anatomía ventricular; Imagen 3D.*

**ABSTRACT**

**Introduction:** Anatomy of cerebral ventricles is very complex. Classically, ventricular system anatomy has been taught employing cadaveric brains and CT or MRI images. We present 3D images of the ventricular

system obtained by neuronavigation system and the results of its use in teaching anatomy of cerebral ventricles.

**Material and methods:** Magnetic resonance images of three patients were obtained. These images were transferred to a neuronavigation system, and a 3D reconstruction of cerebral ventricles, were performed.

Afterwards, 38 undergraduate students were required to give their opinion about how useful the images are in order to study the cerebral ventricles.

**Results:** One hundred percent of the students agreed that the images were very useful or even essential to utterly comprehend the ventricular anatomy.

**Discussion:** As other authors, we think that 3D images are very useful as a complement for teaching anatomy of cerebral ventricles.

**Conclusions:** Employment of 3D images obtained in a computer system are useful for teaching the encephalic ventricular system anatomy, as a complementary tool.

**Key words:** *cerebral ventricles, ventricular anatomy, 3D images*

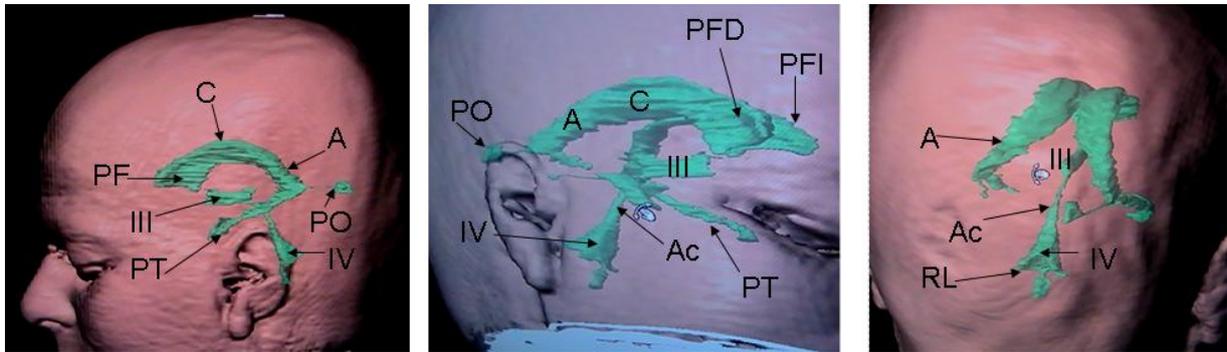
---

\* **Correspondencia a: Dr. Fernando Martínez,** Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina CLAEH. Prado y Salt Lake, Punta del Este, Maldonado, Uruguay. [fmartneuro@hotmail.com](mailto:fmartneuro@hotmail.com)

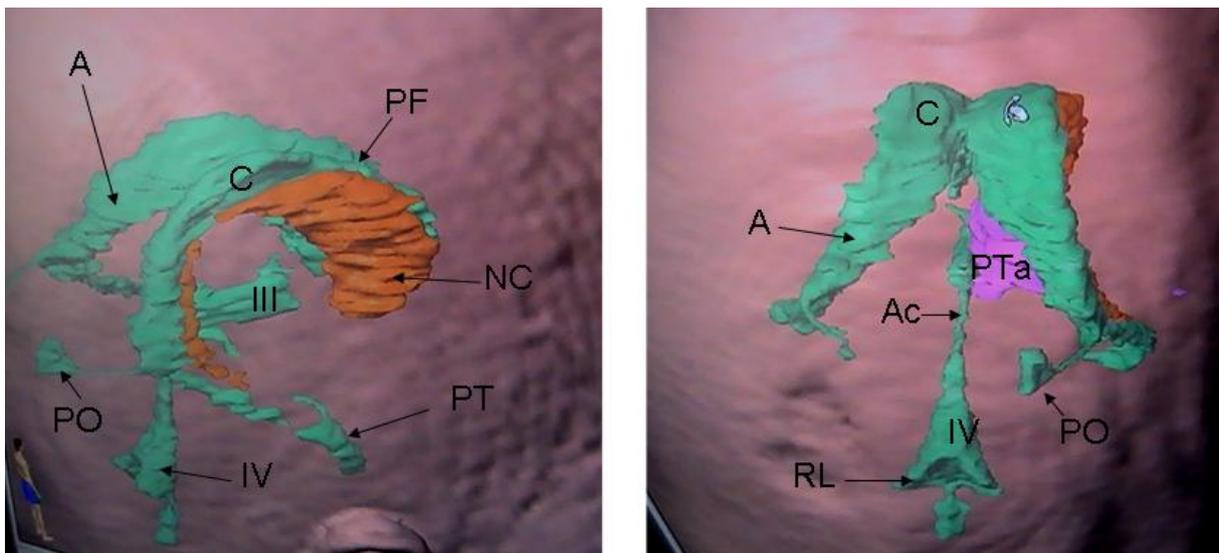
**Recibido:** 4 de marzo de 2010. **Revisado:** 24 de marzo de 2010. **Aceptado:** 24 de abril de 2010



**RESULTADOS**



**Figura 1:** Imagen 3d del sistema ventricular obtenido mediante sistema de neuronavegación. a) derecha: vista lateral izquierda. Se observan las diferentes partes del sistema ventricular encefálico. b) centro: vista antero-inferior derecha. c) izquierda: vista postero-superior. PF: prolongación frontal del ventrículo lateral; PFD: prolongación frontal derecha; PFI: prolongación frontal izquierda, C: cuerpo ventricular; A: atrio; PO: prolongación occipital; PT: prolongación temporal; III: tercer ventrículo; Ac: acueducto mesencefálico; IV: cuarto ventrículo; RL: receso lateral del cuarto ventrículo.



**Figura 2:** Imagen 3d del sistema ventricular encefálico, el núcleo caudado y el tálamo. Derecha: En esta reconstrucción se muestra el sistema ventricular y el núcleo caudado desde una vista supero-lateral derecha. Se aprecia claramente la disposición del núcleo caudado formando parte del piso de la prolongación frontal y el cuerpo ventricular y sector anterior del atrio. Izquierda: Vista posterior. Se ha agregado a la reconstrucción el tálamo. Se observa el pulvinar formando parte de la pared anterior del atrio. C: cuerpo ventricular; PF: prolongación frontal; PT: prolongación temporal; NC: núcleo caudado; A: atrio ventricular; PO: prolongación occipital; III: tercer ventrículo, Ac: acueducto mesencefálico; IV: cuarto ventrículo; PTa: pulvinar del tálamo.

Obtención y procesamiento de las imágenes:  
 En las 3 reconstrucciones se pudo observar la totalidad del sistema ventricular encefálico y las imágenes obtenidas son de buena calidad. Se obtuvieron mas de 100 imágenes, de las cuales, se seleccionaron algunas para ilustrar este reporte (Figuras 1 a 3).  
 En la pantalla del neuronavegador, las imágenes pueden ser rotadas en cualquier sentido del

espacio, pero dado que este procesamiento solo puede hacerse en la pantalla de dicho instrumento, deben ser fotografiadas o filmadas desde la pantalla del neuronavegador.  
 Posteriormente pueden procesarse con cualquier programa de computación para agregarles leyendas que mejoren su comprensión.  
 Las imágenes en color tienen una excelente definición y estarán disponibles en la página web

de la Facultad de Medicina CLAEH ([www.claeh.edu.uy/medicina](http://www.claeh.edu.uy/medicina)).

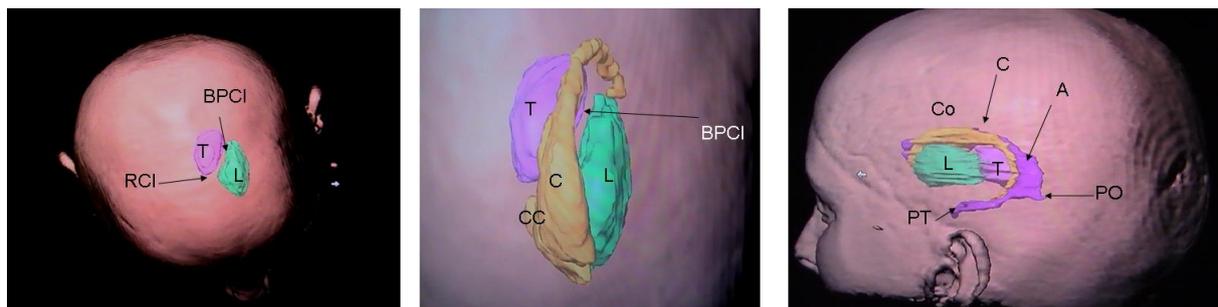
Encuesta a los estudiantes:

Se recibieron el 100% de los formularios llenados de forma anónima y completa, por lo que todos fueron incluidos en el análisis.

Las respuestas a las preguntas 1 y 2 se muestran en las tablas 1 y 2, pero se destaca que sobre la complejidad de las imágenes

mostradas, 35 estudiantes contestaron que eran fáciles o muy fáciles de entender (92%).

Todos los estudiantes estuvieron de acuerdo en que de estar disponibles las imágenes visitarían la página web de la facultad para utilizarlas como herramienta de estudio y el 97% estuvo de acuerdo en que las recomendaría a otros estudiantes.



**Figura 3:** Imagen 3d de los ganglios basales y el sistema ventricular. Derecha: vista superior mostrando el tálamo, núcleo lenticular y la cápsula interna. Centro: vista a mayor aumento de la imagen anterior. Se ha agregado a la reconstrucción el núcleo caudado. Izquierda: vista postero-lateral izquierda. Se agrega a la reconstrucción el ventrículo lateral izquierdo. T: tálamo; L: núcleo lenticular; BPCI: brazo posterior de la cápsula interna; RCI: rodilla de la cápsula interna; CC: cabeza del núcleo caudado; C: cuerpo del núcleo caudado; Co: cola del núcleo caudado; PT: Prolongación temporal del ventrículo lateral; A: atrio ventricular; PO: prolongación occipital.

	Muy compleja	Compleja	Fácil	Muy fácil
Número de estudiantes (%)	0 (0)	3 (8)	20 (53)	15 (39)

**Tabla 1:** respuesta de los estudiantes sobre la complejidad de la comprensión de las imágenes 3D.

	Inútiles	Poco útiles	Útiles	Muy útiles	Indispensables
Número de estudiantes (%)	0 (0)	3 (8)	6 (16)	21 (55)	8 (21)

**Tabla 2:** respuestas de los estudiantes al ser consultados sobre la utilidad de las imágenes 3D en la comprensión de la anatomía ventricular.

## AGRADECIMIENTOS

Dr. Luis Faral, Secretario Académico del Decanato, Facultad de Medicina CLAEH.

## BIBLIOGRAFÍA

Brenton H, Fernandez J, Bello F, Strutton O, Purkayastha S, Firht T, Darzi A (2007). Using multimedia and Web3D to enhance anatomy teaching. *Comp Educ* 49:32-53.  
 Del Maestro RF (1998). Historical vignette Leonardo da Vinci: the search for the soul. *J Neurosurg* 89:874–887.

- Foulon P (2000). Historie des ventricules cérébraux. *Neurochirurgie* 46:142-146.
- Frati P, Frati A, Salvati M, Marinozzi S, Frati R, Angeletti LR, Piccirilli M, Gaudio E, Delfini R (2006). Neuroanatomy and cadaver dissection in Italy: history, medicolegal issues, and neurosurgical perspectives. *J Neurosurg* 105:789-796.
- Khalil MK, Lamar CH, Johnson TE (2008). Using computer-based interactive imagery strategies for designing instructional anatomy programs. *Clin Anat* 18:68-76
- Martínez F, Armand Ugón G, Laza S, Sgarbi N (2006). Estudio de los ventrículos cerebrales mediante inyección de resinas poliéster. *Rev Neurocirugía (La Plata)* 8:18-21.
- Martínez F, Decuadro G (2008). Galeno y el sistema ventricular. Parte I: los antecedentes. *Neurocirugía (Astur)* 19:58-65.
- Martínez F, Soria Vargas VR, Sgarbi N, Laza S, Prinzo H (2004). Bases anatómicas de la hemisferotomía periinsular. *Rev Med Uruguay* 20:208-214.
- Pereira-Sampaio MA, Favorito LA, Sampaio FJ (2004). Pig kidney: anatomical relationships between arteries and the kidney collecting system. Applied study for urological research and surgical training. *J Urol* 172:2077-2081.
- Sampaio FJ, Zanier JF, Aragao AH, Favorito LA (1992). Intrarenal access: 3-dimensional anatomical study. *J Urol* 148:1769-1773.
- Timurkaynak E, Rhoton AL Jr., Barry M (1986). Microsurgical anatomy and operative approaches to the lateral ventricles. *Neurosurgery* 19:685-723.
- Walker A E (1971). The cerebrospinal fluid from ancient times to the atomic age. *Acta Neurol Latinoamer* 17(Suppl 1) :1-10.