

03 al 06 de octubre de 2023 - Buenos Aires, Argentina  
**XXIV Congreso Argentino de Bioingeniería**  
**XIII Jornadas de Ingeniería Clínica**

# Fantoma de tejido cerebral para el estudio de energía de ultrasonido con CENEPSIA: una revisión

Natalia Garay Badenian, Nicolas Benech, Guillermo Cortela, Humberto Prinzo, Franco Simini  
*Núcleo de Ingeniería Biomédica de las Facultades de Medicina e Ingeniería, Universidad de la República, Uruguay.*

## INTRODUCCIÓN

El proyecto CENEPSIA (Concentración de Energía en Epilepsia) busca desarrollar un dispositivo experimental que entregue energía controlada a ubicaciones específicas del cerebro para el tratamiento de focos epilépticos, en modalidad de ablación térmica y neuromodulación (Fig. 1).

Para realizar pruebas en el dispositivo, es necesario contar con fantasmas que permitan trabajar en condiciones extremadamente controladas para obtener resultados precisos y reproducibles. Para que un fantoma sea válido, debe tener propiedades acústicas similares al tejido que simula, como la velocidad de propagación, el coeficiente de atenuación y la impedancia acústica.

Este trabajo propone una revisión de fantasmas de tejido biológico para obtener valores comparativos de parámetros acústicos en relación con el tejido real. Esto permitirá diseñar y fabricar un fantoma cerebral personalizado para probar protocolos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para una revisión bibliográfica comparativa, se utilizó el portal Timbó Foco con las palabras clave "phantom + ultrasound". Según el título y el contenido del trabajo, se seleccionaron las publicaciones más pertinentes sobre investigación de ultrasonido en tejido blando y cerebro.

## DISCUSIÓN

Se utilizaron materiales del tipo geles consistores (agar, gellan gum, poliacrilamida), en combinación con proteínas (albúmina sérica bovina, albúmina de clara de huevo) para mejorar la absorción acústica.

Para que haya dispersión, como en el tejido vivo, es necesario que exista esta combinación de materiales con proteínas o geles de sílice o esferas de vidrio. También se utilizan materiales ex vivos como tejido de pollo y gelatina bovina.

Existen fantasmas visuales que están compuestos por materiales que cambian de color en áreas coaguladas y permiten observar las lesiones inducidas por ultrasonido sin necesidad de utilizar técnicas de imagenología o medición de temperatura.

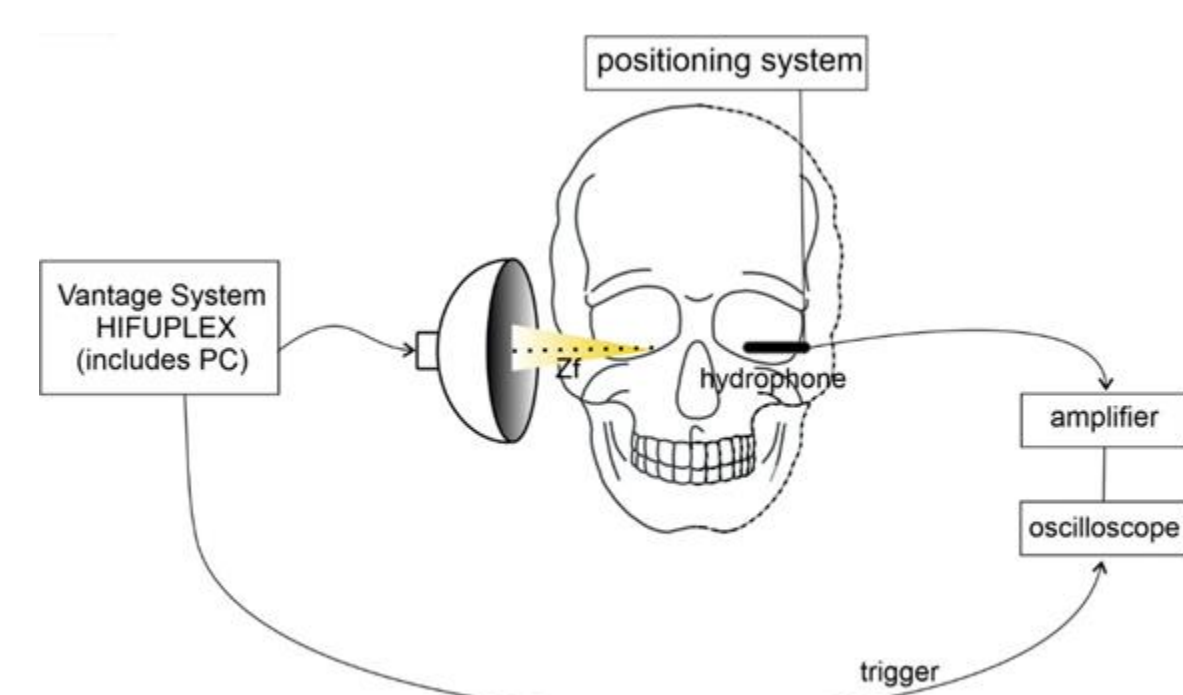


Fig. 1. Esquema de trabajo en el proyecto CENEPSIA. Ultrasonido aplicado a fantasmas de cerebro y cráneo humano.

## RESULTADOS

Autor	Material	Tejido simulado	Velocidad de propagación del sonido (m/s)	Coefficiente de atenuación (dB/cm/MHz)
Thomson et al [1]	Hígado / molleja de pollo	Cerebro y tumor cerebral	1539 / 1510	0.66 / 0.81
Surry et al [2]	Polivinil alcohol criogel	Cerebro y mamario	1520 - 1540	0.075 - 0.28
Martínez & Jarosz[3]	Gelatina bovina y glicol etileno	Cerebro	1500 - 1720	0.62
Menikou & Damianou [4]	Agar, dióxido de sílice, leche evaporada, albúmina sérica bovina	Cerebro	1485 - 1529	0.4
Takegami et al [5]	Poliacrilamida y claras de huevo	Tejido blando inespecífico	1537 - 1544	0.14 - 0.31
Divkovic et al [6]	Poliacrilamida y claras de huevo	Tejido blando inespecífico	1575	0.15
Cannon et al [7]	Aceite de oliva, glicerol surfactante, carburo de silicio, óxido de aluminio	Mamario	1490 - 1568	0.6
Choi et al [8]	Albúmina sérica bovina, poliacrilamida, esferas de vidrio	Hígado	1576	0.52
Lafon et al [9]	Albúmina sérica bovina, poliacrilamida	Tejido blando inespecífico	1544	0.17
Cortela et al [10]	Gellan gum, esferas de vidrio	Tejido blando inespecífico	1540	0.54 - 0.92

## REFERENCIAS

- H. Thomson, S. Yang, T. Stritch, M. Baldwin, H. Mulvana, y S. Cochran, «Quantitative Ultrasound Differentiates Brain and Brain Tumour Phantoms», en 2019 IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS), Glasgow, United Kingdom: IEEE, oct. 2019, pp. 2420-2423. doi: 10.1109/ULTSYM.2019.8925982.z
- K. J. M. Surry, H. J. B. Austin, A. Fenster, y T. M. Peters, «Poly(vinyl alcohol) cryogel phantoms for use in ultrasound and MR imaging», Phys. Med. Biol., vol. 49, n.o 24, pp. 5529-5546, dic. 2004. doi: 10.1088/0031-9155/49/24/009
- Martínez JM, Jarosz BJ. 3D perfused brain phantom for interstitial ultrasound thermal therapy and imaging: design, construction and characterization. Phys Med Biol. 2015 Mar 7;60(5):1879-900. doi: 10.1088/0031-9155/60/5/1879. Epub 2015 Feb 10. PMID: 25668331.
- G. Menikou, T. Dadakova, M. Pavlina, M. Bock, y C. Damianou, «MRI compatible head phantom for ultrasound surgery», Ultrasonics, vol. 57, pp. 144-152, mar. 2015, doi: 10.1016/j.ultras.2014.11.004.
- K. Takegami, Y. Kaneko, T. Watanabe, T. Maruyama, Y. Matsumoto, y H. Nagawa, «Polyacrylamide gel containing egg white as new model for irradiation experiments using focused ultrasound», Ultrasound Med. Biol., vol. 30, n.o 10, pp. 1419-1422, oct. 2004, doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2004.07.016
- G. W. Divkovic, M. Liebler, K. Braun, T. Dreyer, P. E. Huber, y J. W. Jenne, «Thermal Properties and Changes of Acoustic Parameters in an Egg White Phantom During Heating and Coagulation by High Intensity Focused Ultrasound», Ultrasound Med. Biol., vol. 33, n.o 6, pp. 981-986, jun. 2007, doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2006.11.021.
- L. M. Cannon, A. J. Fagan, y J. E. Browne, «Novel Tissue Mimicking Materials for High Frequency Breast Ultrasound Phantoms», Ultrasound Med. Biol., vol. 37, n.o 1, pp. 122-135, ene. 2011, doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2010.10.005.
- M. J. Choi, S. R. Guntur, K. I. Lee, D. G. Paeng, y A. Coleman, «A Tissue Mimicking Polyacrylamide Hydrogel Phantom for Visualizing Thermal Lesions Generated by High Intensity Focused Ultrasound», Ultrasound Med. Biol., vol. 39, n.o 3, pp. 439-448, mar. 2013, doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2012.10.002.
- Lafon, C., Zderic, V., Noble, M. L., Yuen, J. C., Kaczowski, P. J., Sapozhnikov, O. A., ... Vaezy, S. (2005). Gel phantom for use in high-intensity focused ultrasound dosimetry. Ultrasound in Medicine & Biology, 31(10), 1383-1389. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2005.06.004
- Cortela G, Negreira C, and Pereira. Durability study of a gellan gum-based tissue-mimicking phantom for ultrasonic thermal therapy. J. Acoust. Soc. Am., vol. 147, no. 3, Art. no. 3, Mar. 2020, doi: 10.1121/1.50000813.



Universidad de la República  
Uruguay  
**nib**  
núcleo de ingeniería biomédica



Instituto de  
Ingeniería y  
Agronomía

Universidad Nacional  
**ARTURO JAURETCHÉ**



**SABI2023**  
XXIV CONGRESO DE BIOINGENIERÍA  
XIII JORNADAS DE INGENIERÍA CLÍNICA