

CIRUGÍAS CON - CIENCIA

Mario Salvador Castro Zenil*, Alma Alvarado López,
Guillermo Rey Peñaloza Mendoza

TecNM Instituto Tecnológico Superior de Pátzcuaro
Contacto: mcastro@itspa.edu.mx

CIRUGÍAS CON-CIENCIA

La impresión y el modelado 3D están irrumpiendo en todos los planos de nuestra vida diaria, y la medicina no es una excepción, podemos realizar modelos 3D a partir de estudios de imagen e imprimirlos para poder estudiarlos, estas herramientas pueden apoyar a la planeación de cirugías, al abordaje de tratamientos y la mejora de la calidad de vida.

Palabras Clave: Modelado 3D, Impresión 3D, cirugías, software



La tecnología ha avanzado a pasos agigantados en los últimos años, trayendo consigo un sin número de avances, entre ellos las máquinas cartesianas que han dado pie a la impresión 3D, esta tecnología ha impulsado la transformación en muchos campos de la ciencia permeando a la medicina. Particularmente la impresión 3D ha generado una revolución en la forma en la que se plantean las intervenciones quirúrgicas, dotando a los cirujanos de herramientas que solo se concebían en la imaginación.

Hoy en día podemos hablar de salas de cirugía que solo veíamos en películas futuristas, nuestros quirófanos actualmente están dotados de Arcos en C, escáneres, fluoroscopia, e incluso en algunos casos impresoras 3D de tejido, nos hemos acercado a aquellas cosas que parecían sacadas de la cabeza de George Lucas.

Las enfermedades cada vez presentan retos más complejos, enfermedades como el cáncer irrumpen como la próxima gran pandemia, el estilo de vida que actualmente llevamos ya está cobrando factura, la mala alimentación, la contaminación ambiental y otros factores están influyendo en la aparición de esta enfermedad en personas menores de 50 años. La medicina se enfrenta a un cuerpo humano que genera tumores y que muchas veces se encuentran en lugares complejos de afrontar [1].

Uno de los grandes retos es la planeación de cirugías a través del uso de la impresión 3D, con esta herramienta los cirujanos pueden tener un modelo tridimensional de un paciente para identificar dónde se encuentra un tumor y así poder discutir cómo deberán de realizar el procedimiento, como será más fácil poder llegar al tumor, que complicaciones podrían tener si acceden a él por cierta región o por otra, cuál sería el proceso menos invasivo o riesgoso y esto puede incidir directamente en cuántas vidas más pueden salvar. En Colombia la Fundación Cardio Infantil-Instituto de Cardiología (FCI-IC) y el Departamento de Ingeniería Biomédica de la Universidad de los Andes, pusieron en funcionamiento el primer Centro de Impresión 3D Clínico en este país, y han reportado, al 2020, 5 casos de éxito documentados.

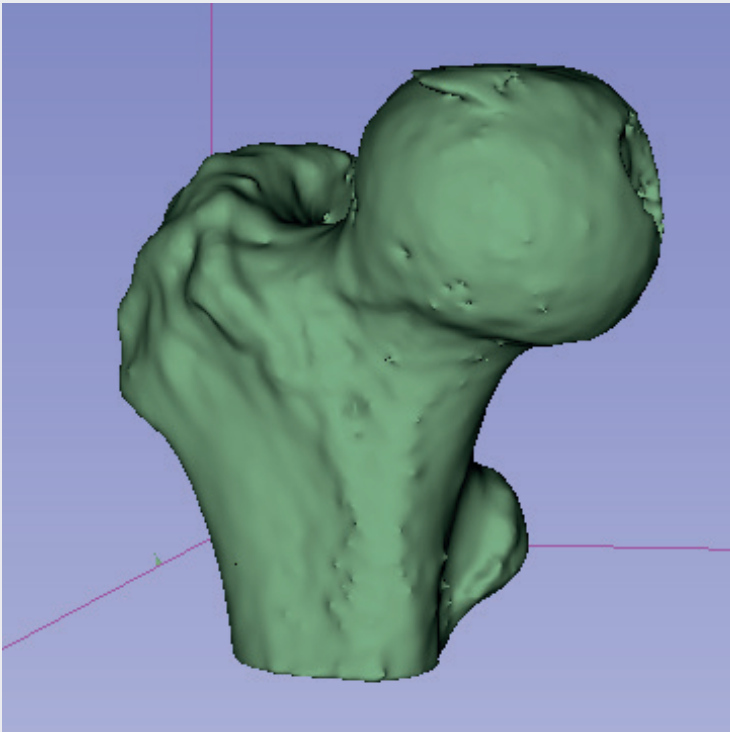
Pero... ¿Cómo podemos llegar a esto?, pues no solo es tener una impresora 3D, sino que necesitamos poder obtener un modelo tridimensional anatómico a partir de los estudios de imagen, y para esto es necesario hacer uso de herramientas de software, una de ellas es el 3D Slicer, el cual las imágenes DICOM que se generan de ellos pueden transformarlas en un modelo tridimensional y así poder trabajar con ellas [1,2].

Y ahora la pregunta sería ¿qué es una imagen DICOM?, pues es el estándar en Imagenología Digital y Comunicaciones en Medicina (Digital Imaging and Communication In Medicine), y esto significa que gracias a este estándar los sistemas y dispositivos médicos pueden facilitar su conectividad, el manejo de información, imágenes y datos generados por diversos estudios de imagenología [2].

Regresando al 3D Slicer, este es una herramienta de código abierto por lo tanto no tenemos que pagar por su uso y está desarrollado bajo uno de los lenguajes de programación más poderosos de lo últimos tiempos, Python, lo que nos provee la posibilidad de que sea multiplataforma, y ¿qué es esto? que no importando cual sea tu computadora va a funcionar. Fue creado por la Slicer Community conformada por científicos en diversas áreas de la ingeniería y la biomedicina [3].

Lo increíble de esta herramienta es que nos permitirá observar un complejo modelo tridimensional del paciente y posteriormente generar el archivo que podremos mandar a impresión. Pero esto no es un trabajo sencillo; hablemos de un estudio de imagen, por ejemplo, una Tomografía Axial Computarizada, este estudio nos generará más de 200 imágenes que nos permitirá construir un modelo tridimensional a través de un algoritmo llamado Expectation-Maximization (EM) [4]. Y ¿Cómo funciona este algoritmo?, imagina que estás tratando de organizar una fiesta sorpresa para tu mejor amigo, pero no sabes exactamente cuántas personas van a venir. Tienes algunas pistas, como cuántas personas fueron a la última fiesta que organizaste y algunas pistas sobre la cantidad de personas que podrían venir esta vez. Aquí es donde entra en juego el algoritmo EM. Primero, en la etapa de "Expectativa" (Expectation), haces una estimación basada en la información que tienes. Podrías decir: "Creo que podrían venir al menos 10 personas, pero tal vez hasta 20". Luego, en la etapa de "Maximización" (Maximization), ajustas tus estimaciones basadas en la información más reciente. Esto podría significar pensar en cuántas personas podrían venir si algunos invitados especiales confirman su asistencia, o si algunos no pueden venir. Luego, vuelves a la etapa de "Expectativa", actualizando tus estimaciones nuevamente. Repites este proceso varias veces hasta que estés bastante seguro de cuántas personas van a venir a la fiesta.

En el TecNM Instituto Tecnológico Superior de Pátzcuaro los profesores de la Academia de Ingeniería Biomédica y los estudiantes trabajamos en esta área y te platicaremos cómo lo hacemos. En primer lugar, necesitamos un archivo DICOM obtenido de algún estudio de imagen, para este ejemplo usaremos una TAC (Tomografía Axial Computarizada) de Abdomen, de esta, buscaremos tener el modelo de la cabeza del fémur hasta el trocánter mayor, como podemos verlo en la Figura 1.



Ya que decidimos que parte del cuerpo vamos a modelar necesitamos cargar a nuestro software el conjunto de imágenes DICOM, y elegir el tipo de tejido que vamos a segmentar, es decir en la construcción de nuestro modelo tendremos tanto tejido muscular, como epitelial u óseo, esta es una de las grandes ventajas de los estudios actuales de imagen que nos brinda una gran cantidad de información y que podemos usarla en nuestro beneficio.

Un estudio de tomografía nos brindará tres cortes, axial, coronal y sagital, es decir tres formas de poder ver la imagen, el plano sagital nos dividirá el cuerpo en mitades, tanto derecha como izquierda. Podemos relacionarlo como una línea imaginaria que nos atraviesa el cuerpo de adelante hacia atrás, cortándolo en dos partes simétricas. El corte "sagital", que significa flecha en latín, es un plano que se compara con una flecha que atraviesa nuestro cuerpo de adelante hacia atrás.

Figura 1. Modelo tridimensional de la cabeza del fémur hasta el trocánter mayor. Elaboración propia 2024.

Y por último el Plano Coronal nos divide en partes anterior y posterior. Este es perpendicular al plano sagital es decir choca con un ángulo de 90o y nos atraviesa el cuerpo de lado a lado, dividiéndolo por frente y atrás. Estos tres planos nos ayudarán a formar el modelo tridimensional (figura 2).

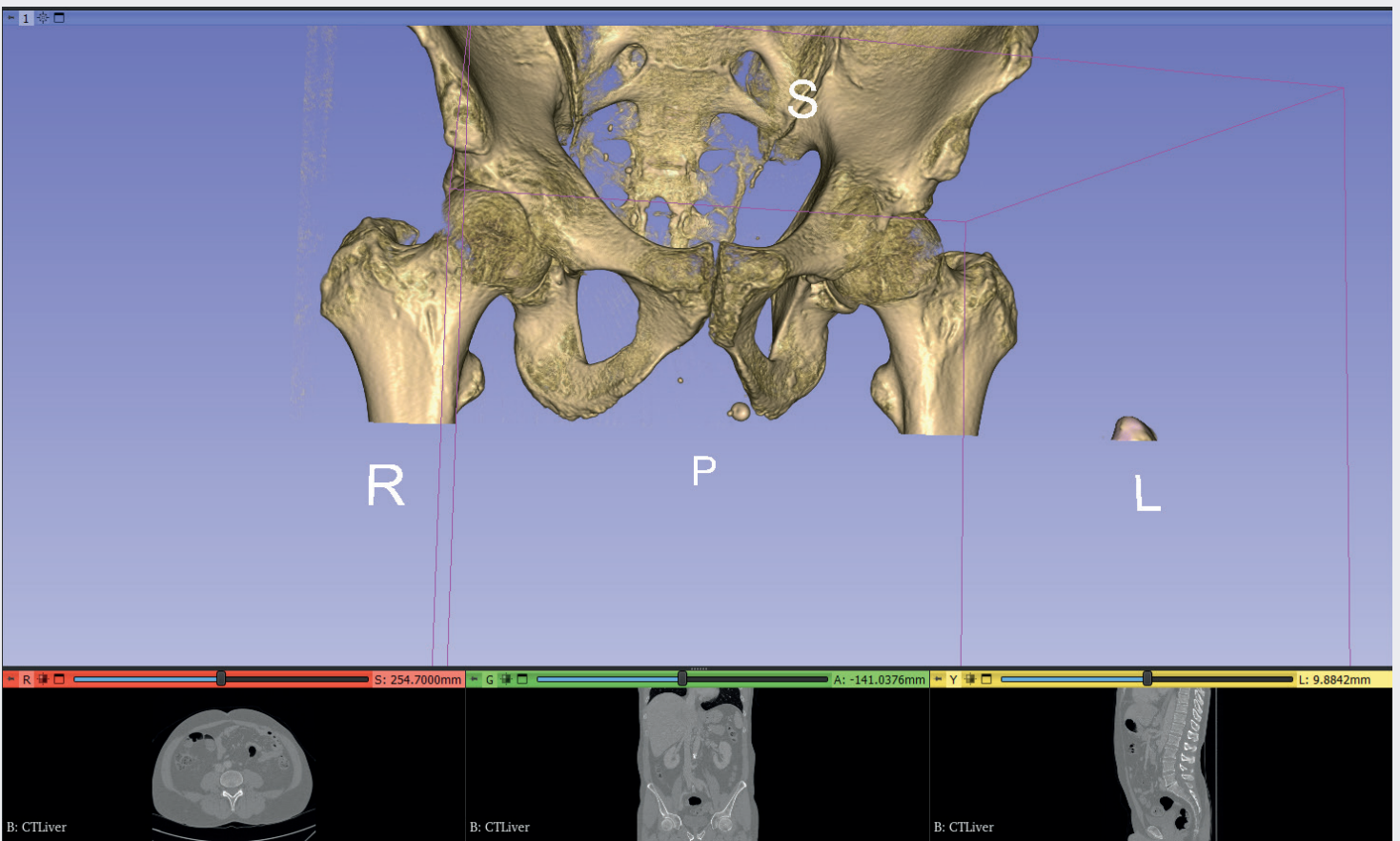


Figura 1. Modelo tridimensional de la cabeza del fémur hasta el trocánter mayor. Elaboración propia 2024.

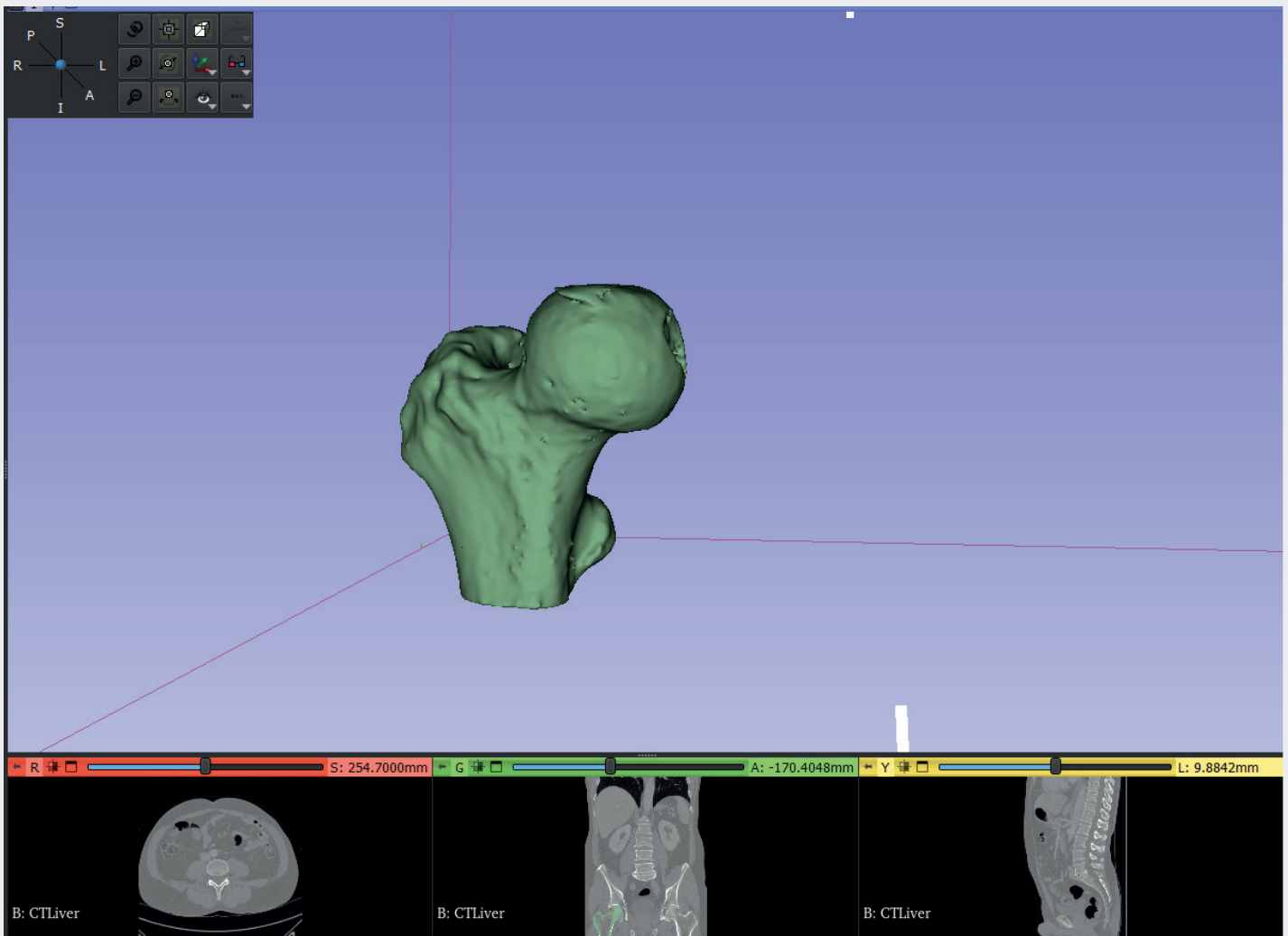
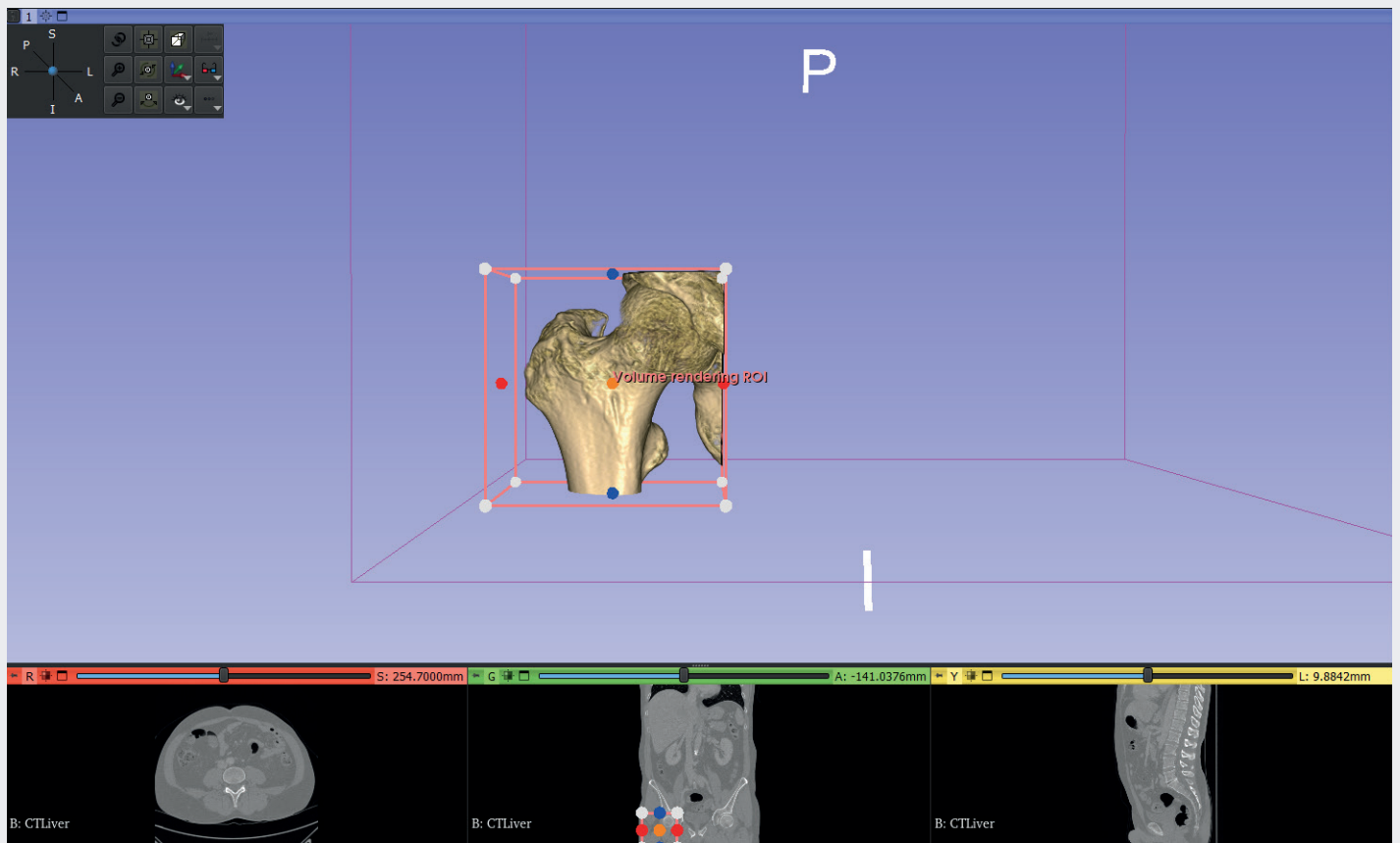


Figura 3. Fémur modelado en 3D Slicer. A) Segmentación del modelo tridimensional de cadera, modelado de una TAC. B) Cabeza de Fémur modelada en 3D Slicer, para ser exportado para impresión 3D de fémur. Elaboración propia 2024

Lo que hacemos posteriormente es buscar la parte que deseamos modelar y segmentarla, es decir, cortar las partes que no nos interesan del modelo completo, esto nos sirve para poder tener mayor control sobre el área que deseamos conocer y que posteriormente nos servirá para generar el archivo que mandaremos a impresión 3D. Como podemos ver en la Figura 3A, haciendo uso de las herramientas del software cortaremos para obtener solo el fémur y posteriormente (Figura 3B) tendremos ya la pieza depurada.

En conclusión, el modelado y la impresión 3D nos abren un mundo de posibilidades para la atención médica y se busca montar un laboratorio de manufactura que nos permita apoyar a los profesionales de la salud ofertándoles estas herramientas para que, desde nuestra posición como educadores tenemos que sigamos trabajando para contribuir a un mundo ConCiencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Novoa, D & Herrera, P (2023). Cáncer de aparición temprana: la próxima epidemia. Revista Global UNAM. https://unamglobal.unam.mx/global_revista/cancer-de-aparicion-temprana-la-proxima-epidemia/
2. Siemens Healthcare Diagnostics (2024, abril 15). DICOM Los estándares básicos para la gestión de la imagen y la imagenología. <https://www.siemens-healthineers.com/mx/services/it-standards/dicom#:~:text=El%20est%C3%A1ndar%20en%20imagenolog%C3%ADa%20Digital,de%20dispositivos%20y%20sistemas%20m%C3%A9dicos.>
3. 3D Slicer (2024. Abril 15). 3D Slicer image computing platform. <https://www.slicer.org/>
4. Pieper, S., Halle, M., & Kikinis, R. (2004, April). 3D Slicer. In 2004 2nd IEEE International symposium on biomedical imaging: nano to macro (IEEE Cat No. 04EX821) (pp. 632-635). IEEE.