



## Imágenes médicas

Miguel Yapur A.

## Currículo Fundamentado

Jorge R. Flores

## Cambio Climático

José Luís Santos

# ESPOL

Comunica

EDICION # 2 - AÑO 1 - OCTUBRE 2007

ESPOL  
1958  
LA SUPERIOR  
DE LITONIA

CAMPUS  
PENAS



3. Editorial.

4. APESPOL: Reseña Histórica.

Aprobación del Estatuto y Reformas.

6. Caja de Ahorros de la A.P. ESPOL.

7. Historia de las Administraciones.

8. Desarrollo del Currículo, basado en conceptos para la asignatura de Física.

10. Es viable en la ESPOL una Evaluación Docente Integral.

12. ¿Qué le debemos pedir a los Asambleístas?.

14. ¡Ajá! Parque de la Ciencia. Un Entorno al Servicio de la Educación.

16. Registro en Línea: Una solución tecnológica para los estudiantes de la ESPOL.

18. Perspectivas Económicas: Pagar o No Pagar los Bonos AGD, Esa es la Cuestión.

19. Imágenes Médicas y su Importancia en el Diagnóstico de las Enfermedades: Un enfoque desde el punto de vista de la ingeniería.

23. Deportes en la APESPOL.

24. ESPOL Fondo Complementario Previsional Cerrado (EFCPC).

26. El Cambio Climático: ¿Diez Mitos o Verdades?.

29. Eventos en la A. P. ESPOL:

Regreso a clases 2007.

Día de la Madre.

30. La Asociación de Profesores de la ESPOL hace pública su felicitación

31. RECONOCIMIENTOS

### Director

Ing. Washington Medina Moreira

### Redactores

Ing. Jorge Flores Herrera  
 Ing. Marco Velarde Toscano  
 Ing. Miguel Yapur Auad  
 Dr. Leopoldo Avellán Morales  
 Econ. Daniel Lemus Sares  
 Econ. Gustavo Solórzano Andrade  
 Ing. Alfredo Torres González  
 CPA. Guillermo Peña Heredia

### Diseño y Diagramación

Nidia Rodríguez Rojas

### Coordinación

Lic. Franklin Acosta Ramírez

### Fotografía

Félix Valverde Fajardo

Campus "Gustavo Galindo Velasco"  
 Km. 30.5 Vía Perimetral

Edif. Gobierno núcleo de Tecnologías

**Casilla:** 09-01-5863

**Teléfonos:** (593-4) 2269626/ 647

**www.apespol.espol.edu.ec**

Guayaquil - Ecuador

La revista APESPOL es un órgano de difusión oficial de la asociación de profesores de la ESPOL.

## LAS IMÁGENES MÉDICAS Y SU IMPORTANCIA EN EL DIAGNÓSTICO DE

LAS ENFERMEDADES:

# Un enfoque desde el punto de vista de la ingeniería.

Las imágenes médicas nacieron formalmente en noviembre de 1895 cuando Conrad Roentgen descubrió los rayos X y logró que se viera, por primera vez, estructuras internas del cuerpo humano sin necesidad de realizar una incisión, aprovechando las propiedades físicas de esos rayos desconocidos hasta entonces, pero que después se supo, formaban parte del espectro de las ondas electromagnéticas. Esto le significó ser galardonado con el Premio Nóbel de Física en 1901. Desde ese año hasta inicios de 1960, el mayor desarrollo en imágenes médicas se centró en optimizar los generadores de rayos X. A partir de esa década se acrecentó el interés en la exploración interna del cuerpo humano, surgiendo grupos de investigación a nivel mundial que procuraban obtener imágenes médicas desarrollando modalidades diferentes a los rayos X.

Quienes tuvimos la oportunidad de ver canal 4 de televisión nacional alrededor de 1962, podremos recordar el programa semanal llamado "Ben Casey", cuya trama se centraba en el trabajo diario de un neurocirujano en un típico hospital norteamericano de la época. Cada capítulo tenía los componentes de las telenovelas; esto es: romance, pasiones, etc. Pero, detrás de la trama se percibía la labor de los médicos en el hospital.

Traigo esta breve reseña a colación porque era común ver, casi en cada capítulo, la presencia de pacientes con enfermedades cerebrales, a quienes les practicaban por lo menos dos cirugías de cráneo. La primera para comprobar que efectivamente había un tumor, un coágulo o algún otro desorden, el mismo que ya había sido detectado con los exámenes de

laboratorio y con radiografías, en cierta forma precarias si las comparamos con las actuales; esta cirugía llamada "exploratoria", permitía a los médicos identificar y ubicar el problema, evaluar el daño y planificar la segunda cirugía, llamada "correctiva", que era programada para semanas después, donde recién le hacían al paciente la extirpación del tumor o la corrección del problema.

En aquellas épocas un paciente debía ser sometido a dos cirugías (por lo menos) del cerebro. La una para "entender y evaluar" el problema y la otra para corregirlo. Eliminar la cirugía exploratoria fue la meta de los científicos; y en ese afán desarrollaron las diferentes tecnologías de imágenes médicas. Actualmente, con los avances logrados, las imágenes médicas permiten a los médicos "visualizar" estructuras internas del cuerpo humano, "evaluar" el problema y "planificar" la cirugía correctiva con una gran precisión, sin practicar, en lo posible, la cirugía exploratoria.

En el texto siguiente se hará una descripción técnica de las modalidades de imágenes médicas utilizadas en la actualidad, mostrando como la tecnología ha incursionado en la Medicina genialmente, proveyendo medios de diagnóstico por imágenes confiables.

### CONCEPTOS BÁSICOS

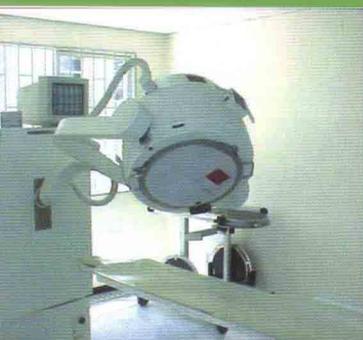
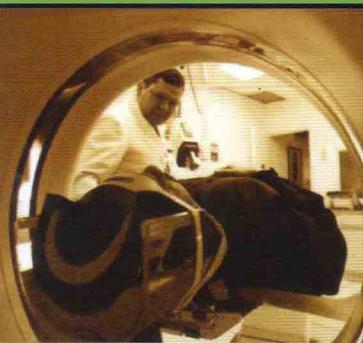
Aunque toda representación visual de una estructura viva que presente propiedades físicas y químicas permite conducir a un diagnóstico médico, se ha generalizado como definición de Imagen Médica a toda representación espacial que provea una descripción de estructuras anatómicas y funciones fisiológicas, pero dentro del cuerpo humano. Así, las imá



**Miguel Yapur Auad**

Ingeniero en Electricidad de la ESPOL, con Maestría en la Universidad de Texas en Arlington

Profesor Principal de la FIEC



genes médicas sirven para identificar, tanto las formas de las estructuras internas del cuerpo humano como las funciones que desarrollan los diferentes órganos.

Pese a que las imágenes médicas fueron primeramente catalogadas como de carácter "no invasivo", hoy en día este concepto es controversial, por dos casos actuales:

1. La Endoscopia permite obtener imágenes internas del cuerpo humano sin recurrir a procedimientos quirúrgicos, pero utilizando una sonda que se introduce en las cavidades del cuerpo. Este procedimiento "invade" al cuerpo, pero en general no hace daño porque utiliza luz visible.

2. Los rayos X permiten obtener imágenes internas del cuerpo humano sin recurrir a procedimientos quirúrgicos y sin "invadir" físicamente al cuerpo humano, pero atravesando al cuerpo con radiación ionizante, la cual dependiendo de su nivel de energía, podría producir ciertos daños al organismo.

Se define como radiación ionizante a todo flujo de partículas ( y por ejemplo, que surgen a enormes velocidades) o a toda onda electromagnética (que lleva suficiente energía como en el caso de los rayos X y rayos  $\gamma$ ) que son capaces de alterar el estado físico de los átomos del medio que atraviesa, formando a su paso iones.

#### MODALIDADES

Las modalidades que se utilizan para obtener imágenes médicas van desde lo sencillo hasta lo complejo. O sea, desde la visualización normal del interior del cuerpo humano, mediante el uso de luz visible, hasta la utilización de técnicas matemáticas sofisticadas para reconstruir las estructuras internas. Las imágenes médicas pueden usar energía electromagnética de naturaleza ionizante o no-ionizante, energía magnética o energía mecánica. La energía puede ser transmitida a través del cuerpo, emitida desde el cuerpo, reflejada desde el cuerpo o receptada como producto de una respuesta a un estímulo externo aplicado al cuerpo. En base a ello, se tiene la siguiente clasificación:

**ENDOSCOPIA.-** Permite obtener imágenes de estructuras internas en forma directa, empleando luz visible y es la técnica indicada para ser usada en las cavidades naturales del cuerpo humano, en conductos internos del

organismo o a través de pequeñas incisiones realizadas en la piel. En forma tangible, la endoscopia invade al cuerpo humano y se la realiza utilizando un instrumento llamado "endoscopio", el cual es un tubo que puede ser rígido o flexible y está construido a base de fibras ópticas.

**RAYOS X.-** Son ondas electromagnéticas ionizantes, de longitud de onda muy corta y poseen la propiedad de atravesar los cuerpos, logrando obtener un mapa de atenuación según las diferentes densidades del medio por el que atraviesan, el mismo que es captado por una placa radiográfica o por un "intensificador de imágenes".

Los rayos X son producidos en un tubo de vidrio sellado al vacío, en el cual se tiene un ánodo, un cátodo y un filamento. El filamento, que está pegado al cátodo, se calienta a partir de una fuente de bajo voltaje lo cual hace que el cátodo desprenda electrones. Cuando entre el cátodo y el ánodo se aplica un alto voltaje, que puede variar entre 70 KV y 300 KV según el uso que se desee, estos electrones son acelerados. La energía cinética que adquieren los electrones que salen del cátodo es necesaria para producir los rayos X, porque al llegar al ánodo chocan contra los electrones del material que forma el ánodo. Luego del choque, la energía que traían los electrones acelerados se transforma en calor; sólo el 1 % se desprende como energía de fotón en el rango de los rayos X.

**TOMOGRAFÍA:** Es una submodalidad de los rayos X y surgió en 1917, cuando un matemático ideó una teoría de reconstrucción de estructuras ocultas a partir de las proyecciones de ellas en diferentes planos. No tuvo la acogida que se esperaba porque se necesitaba realizar una cantidad enorme de cálculos. No fue sino hasta 1970, que gracias al desarrollo de las computadoras, se pudo realizar esta enfermedad de cálculos. Godfrey Hounsfield, un ingeniero de la EMI, combinó el uso de los rayos X con la teoría de la reconstrucción matemática de las proyecciones de las estructuras ocultas y construyó el primer tomógrafo computarizado, lo cual le valió el Premio Nobel en 1979.

**MEDICINA NUCLEAR.-** Se basa en el análisis de las radiaciones emitidas desde dentro del cuerpo humano después de ingerir un

compuesto que emite radiación, el cual va asociado con un fármaco apropiado para que sea absorbido por la estructura que se desea estudiar. Este compuesto se llama "radio-fármaco". La imagen médica que se obtiene es un mapa de emisión que muestra las propiedades fisiológicas de la estructura u órgano que se desee estudiar. Este mapa depende de la cantidad del radio-fármaco utilizado y de la profundidad en el cuerpo. La emisión radioactiva es captada fuera del cuerpo por la "gamma cámara", cuya función es generar una imagen luego de contar los fotones emitidos y cuantificarlos según las coordenadas correspondientes.

**ULTRASONIDO.-** Son ondas mecánicas por encima del rango audible, aunque el rango útil en imágenes médicas está entre 1 MHz y 10 MHz. A menor frecuencia de operación, la profundidad es mayor; sin embargo, a mayor frecuencia las imágenes que se obtienen, pese a ser más superficiales, tienen mejor resolución.

El ultrasonido ha tenido un desarrollo sorprendente en las dos últimas décadas debido a que son ondas inocuas para el ser humano y, su aplicación en obstetricia no ha reportado daños secundarios. Sin embargo, las limitaciones que presenta se centran en la aparición de señales fantasmas o de ruido. Su principio de operación se basa en las propiedades de los materiales piezoeléctricos (principalmente el cristal de cuarzo), que son utilizados en los transductores, los cuales convierten energía eléctrica en mecánica y viceversa. Con estos materiales se generan vibraciones que superan los millones de veces por segundo.

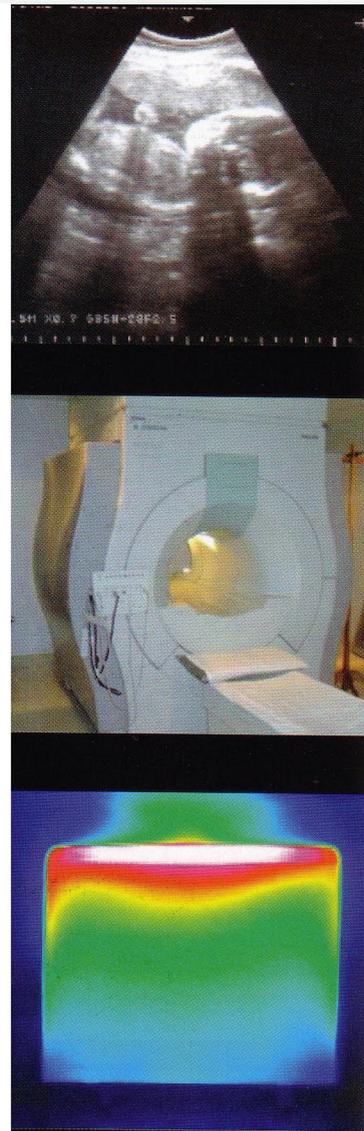
Cuando se coloca el transductor sobre la piel del paciente, los cristales generan en forma pulsante un tren de ondas mecánicas que incide sobre la superficie externa del cuerpo y al pasar de un medio a otro (por ejemplo, de la dermis a la capa de grasa; o de la capa de grasa al músculo; etc.), una parte de la energía se refracta y la otra se refleja. Esto ocurrirá en cada cambio de medio. Entonces el cristal piezoeléctrico va a estar en un momento emitiendo trenes de pulsos ultrasónicos y en otro momento recogiendo las ondas reflejadas para convertirlas en señales eléctricas que serán procesadas por los circuitos electrónicos. Estas ondas reflejadas, que traen información de las estructuras internas del paciente, son

llamadas "ecos"; de ahí nace el nombre de "ecografía". La información que se obtiene es un mapa de reflectancias que muestra las estructuras anatómicas y las funciones de los órganos internos del cuerpo. Para visualizar estos mapas existen varios formatos: lineal, sectorial, convexo, Doppler, color, 3D, 4D.

**RESONANCIA MAGNÉTICA.-** Su principio de operación es interesante porque permite obtener imágenes tomográficas sin usar radiaciones ionizantes. Sólo requiere someter a ciertos átomos, que están dentro del cuerpo humano, a un campo magnético intenso B (alrededor de 1.5 T). Estos átomos deben tener un número impar de protones, porque ellos tendrán un momento angular distinto de cero ("spin"). Ventajosamente en nuestro cuerpo predominan los átomos de hidrógeno (tienen un protón), los que ante la presencia del campo magnético externo (B), tenderán a alinearse. El campo B está en el eje Z; la proyección de ese conjunto de átomos, alineados con ese campo, sobre el plano XY será mínima. Cuando se superpone a este campo B un campo alterno producido por un tren de ondas de RF, los protones que se desea estudiar entran en resonancia (de aquí sale el nombre) y el conjunto de átomos magnetizados se inclina, consiguiendo que la proyección de ese conjunto sobre el plano XY ahora sí tenga un valor considerable.

Cuando se interrumpe la aplicación de las ondas RF, los protones tienden a realinearse con el campo magnético B; este proceso se llama "relajación". El tiempo que toma desde que fueron excitados hasta que desaparece la proyección sobre el plano XY se denomina T1. El proceso de relajación brinda información sobre la densidad de los átomos y sobre la estructura del medio, en base a las mediciones de la intensidad de la resonancia y del tiempo que tardan los protones en volver a su estado de alineación. Las señales producidas en la relajación son captadas por antenas de RF y mediante procedimientos matemáticos complejos, la información recibida es procesada por una computadora para formar las imágenes de las estructuras sometidas a este proceso. Sus aplicaciones son múltiples. Destaca el diagnóstico precoz de infartos cerebrales y la visualización de pequeños infartos debido a su excepcional contraste en tejidos blandos.

**OTRAS.-** Existen otras modalidades que toda



vía están en desarrollo y que posiblemente en pocos años más brindarán un gran aporte a la tecnología de imágenes médicas; entre ellas se encuentran las imágenes por microondas, las tomografías por impedancia eléctrica y la termografía, la cual se basa en obtener imágenes del cuerpo aprovechando las propiedades térmicas de los seres humanos, que emiten radiación infrarroja proporcional a la temperatura que tiene cualquier parte del cuerpo humano.

### **CONCLUSIONES E IMPLICACIONES FUTURAS**

De lo que se ha tratado, se puede colegir que los parámetros que rigen la calidad de una imagen son el contraste y la resolución. El primero establece lo que se observa en la imagen; es decir, la diferencia de brillantez entre dos estructuras contiguas. El segundo, determina la calidad de detalles que se pueden discernir en una imagen. En términos simples, la información que lleva una imagen es el producto del número de píxeles (elementos básicos de una imagen) por el nivel de amplitud de cada píxel.

Con la incursión de la computadora en el procesamiento de las imágenes médicas, se ha llegado a la era de las imágenes digitalizadas; con esto, además del almacenamiento fácil, la manipulación eficiente y la transmisión rápida de las imágenes, se consigue la posibilidad ilimitada del tratamiento de ellas, a través de las técnicas de restauración, segmentación o intensificación. De esta forma se mejora la visualización de las mismas manipulándolas a gusto de cada usuario.

El esfuerzo para lograr mejorar las técnicas actuales y desarrollar nuevas modalidades se basa en cinco puntos claramente diferenciados: costos reducidos; métodos diferentes; fácil utilización de los equipos; mayor exactitud en las imágenes obtenidas; y, una relación de menor dosis de medios de contraste con relación a un menor tiempo de duración del examen.

De esta forma, se puede concluir que las imágenes médicas han logrado acoplar el desarrollo tecnológico a la Medicina de una forma brillante y útil para la vida humana.