



DOI: <https://doi.org/0.23857/dc.v9i3.3526>

Ciencias de la Salud
Artículo de Investigación

*Explorando las tendencias emergentes en la imagenología cuántica: la nueva
frontera de la visualización médica*

*Exploring emerging trends in quantum imaging: the new frontier of medical
visualization*

*Explorando tendências emergentes em imagens quânticas: a nova fronteira da
visualização médica*

Jéssica Gabriela Mestanza Zurita^I
jessimes@live.com
<https://orcid.org/0000-0003-3300-6153>

Carlos Andrés Lua Mawyin^{II}
carlosluacs5@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0008-4987-2455>

Andrea Natalia Tandazo Corral^{III}
atandazo96@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0008-6295-1502>

Wilson Patricio Guamialamá Coral^{IV}
wilsonpatriciogc@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0003-7762-0187>

Correspondencia: jessimes@live.com

***Recibido:** 20 de mayo de 2023 ***Aceptado:** 12 de junio de 2023 * **Publicado:** 22 de agosto de 2023

- I. Médica de la Universidad Técnica de Ambato; Médico General; Investigador Independiente; Ambato, Ecuador.
- II. Médico General; Director Técnico del Centro de Salud Urbano Daule; Ecuador.
- III. Médico de la Universidad de Guayaquil; Médico Ecografista en el Honorable Damas del Cuerpo Consular; Guayaquil, Ecuador.
- IV. Médico General de la Universidad Central del Ecuador; Investigador Independiente; Quito, Ecuador.

Explorando las tendencias emergentes en la imagenología cuántica:
la nueva frontera de la visualización médica

Resumen

Las tecnologías cuánticas se caracterizan por usar y aprovechar propiedades y fenómenos del mundo microscópico que no ocurren en el mundo macroscópico, que tienen un gran potencial. El estudio de todo tipo de procesos ópticos, como por ejemplo la emisión y absorción de radiación por parte de la materia. El dominio de estos procesos es esencial para el desarrollo de técnicas en Imagenología que permitan detectar órganos dañados o tumores y llegar a manipularlos a nivel molecular con alta precisión y de manera inocua. El resonador cuántico es un método que permitirá extraer información de la morfología del tejido de manera eficiente, en tiempo y precisión, clave para que pueda implementarse como técnica de diagnóstico. Este protocolo de control podrá ser instalado en resonadores ya existentes en clínicas y hospitales, potenciando los equipos disponibles. Un método no convencional, es el Sistema Cuántico Bio-eléctrico diseñado para cuantificar las frecuencias y desbalances bio-magnéticos en el organismo. La tomografía por emisión de positrones (PET) es una técnica de imagen molecular no invasiva, basada en el empleo de radiofármacos para la obtención de imágenes in vivo de procesos biológicos y bioquímicos. Permite, asimismo, la realización de estudios en el modo dinámico y realizar medidas de actividad metabólica celular a lo largo del tiempo. Un estudio gammagráfico óseo provee información funcional sobre el aumento de la formación ósea, la ausencia de hueso e incremento o ausencia del flujo sanguíneo. Esta información puede ser útil para el diagnóstico y seguimiento de patologías tales como el hiperparatiroidismo, tumores, malformaciones arteriovenosas y la osteomielitis crónica entre otras. Se aplicó una metodología descriptiva, con un enfoque documental, es decir, revisar fuentes disponibles en la red, con contenido oportuno y relevante para dar respuesta a lo tratado en el presente artículo.

Palabras Claves: Nano-Partículas, Computadores Cuánticos, Imagenología, Alta Resolución, Puntos Cuánticos de Carbono, Partículas, Células, Tecnología, Resonador.

Abstract

Quantum technologies are characterized by using and taking advantage of properties and phenomena of the microscopic world that do not occur in the macroscopic world, which have great potential. The study of all kinds of optical processes, such as the emission and absorption of radiation by matter. Mastery of these processes is essential for the development of Imaging techniques that allow the detection of damaged organs or tumors and their manipulation at the molecular level with high precision and in an innocuous manner. The quantum resonator is a method that will make it possible

Explorando las tendencias emergentes en la imagenología cuántica:
la nueva frontera de la visualización médica

to extract information from tissue morphology efficiently, in time and with precision, key for it to be implemented as a diagnostic technique. This control protocol can be installed in resonators already existing in clinics and hospitals, enhancing the available equipment. An unconventional method is the Bioelectric Quantum System designed to quantify biomagnetic frequencies and imbalances in the organism. Positron emission tomography (PET) is a non-invasive molecular imaging technique, based on the use of radiopharmaceuticals to obtain in vivo images of biological and biochemical processes. It also allows studies to be carried out in dynamic mode and measurements of cellular metabolic activity over time. A bone scan provides functional information about increased bone formation, absence of bone, and increased or absent blood flow. This information can be useful for the diagnosis and monitoring of pathologies such as hyperparathyroidism, tumors, arteriovenous malformations and chronic osteomyelitis, among others. A descriptive methodology was applied, with a documentary approach, that is, reviewing sources available on the network, with timely and relevant content to respond to what was discussed in this article.

Keywords: Nano-Particles, Quantum Computers, Imaging, High Resolution, Carbon Quantum Dots, Particles, Cells, Technology, Resonator.

Resumo

As tecnologias quânticas caracterizam-se por utilizar e aproveitar propriedades e fenômenos do mundo microscópico que não ocorrem no mundo macroscópico, que apresentam grande potencial. O estudo de todos os tipos de processos ópticos, como a emissão e absorção de radiação pela matéria. O domínio destes processos é essencial para o desenvolvimento de técnicas de imagem que permitam a detecção de órgãos danificados ou tumores e a sua manipulação a nível molecular com elevada precisão e de forma inócua. O ressonador quântico é um método que permitirá extrair informações da morfologia dos tecidos de forma eficiente, em tempo e com precisão, fundamental para que seja implementado como técnica de diagnóstico. Este protocolo de controle pode ser instalado em ressonadores já existentes em clínicas e hospitais, potencializando os equipamentos disponíveis. Um método não convencional é o Sistema Quântico Bioelétrico projetado para quantificar frequências biomagnéticas e desequilíbrios no organismo. A tomografia por emissão de pósitrons (PET) é uma técnica de imagem molecular não invasiva, baseada no uso de radiofármacos para obtenção de imagens in vivo de processos biológicos e bioquímicos. Também permite a realização de estudos em modo dinâmico e medições da atividade metabólica celular ao longo do tempo. Uma cintilografia

Explorando las tendencias emergentes en la imagenología cuántica:
la nueva frontera de la visualización médica

óssea fornece informações funcionais sobre aumento da formação óssea, ausência de osso e aumento ou ausência de fluxo sanguíneo. Esta informação pode ser útil para o diagnóstico e acompanhamento de patologias como hiperparatiroidismo, tumores, malformações arteriovenosas e osteomielite crônica, entre outras. Foi aplicada uma metodologia descritiva, com abordagem documental, ou seja, revisando fontes disponíveis na rede, com conteúdo oportuno e relevante para responder ao que foi discutido neste artigo.

Palavras-chave: Nanopartículas, Computadores Quânticos, Imagens, Alta Resolução, Pontos Quânticos de Carbono, Partículas, Células, Tecnologia, Ressonador.

Introducción

La medicina nuclear es la disciplina dedicada a de aplicaciones de la radiactividad, en las que destaca en forma importante el área de diagnóstico. De manera simplificada, se para el diagnóstico se realizan dos tipos de estudios: *in vivo* (consisten en administrar al paciente, generalmente por vía intravenosa, una pequeña cantidad de una sustancia radiactiva, conocida como radiofármaco, y seguir su trayectoria por medio de un equipo externo de detección de la radiación) e *in vitro* (sobre los mecanismos de la proliferación linfocitaria).

La preocupación por la detección en etapas tempranas de las enfermedades y el correcto diagnóstico de las mismas, induce los avances de la tecnología en equipos de aplicaciones médicas, la tomografía por emisión de positrones, mejor conocida como PET. Esta es una nueva modalidad en la medicina nuclear que basa su funcionamiento en la naturaleza de los positrones. La función visual podrá ser cuantificada de forma no invasiva y objetiva, con una gran resolución, mientras que la resonancia magnética funcional detecta flujo sanguíneo en la zona estudiada, el PET puede detectar la actividad metabólica celular en dicha zona.

El desarrollo de la biología molecular, la genética, así como el uso de modelos transgénicos, “ha impulsado el desarrollo de sistemas no invasivos de imagen para animales pequeños; así se pueden realizar experimentos en los que es necesaria su supervivencia” (Borrajo & Cabrero, 2010). La técnica que posee mayor futuro para el análisis *in vivo* de procesos biológicos en animales de laboratorio es el micro PET, que permite mediciones funcionales y cuantitativas de forma no invasiva, permitiendo estudios longitudinales.

Explorando las tendencias emergentes en la imagenología cuántica: la nueva frontera de la visualización médica

La tomografía computarizada se emplea para la elaboración de tratamientos, una vez realizado el diagnóstico, el paciente es sometido a un TAC para conocer la ubicación de la lesión y poder ajustar la dosis del tratamiento, especialmente en casos de quimioterapia. Todos estos avances en la ciencia buscan mejorar la salud del paciente, como se explicará más detalladamente a continuación.

Metodología

Esta investigación está dirigida al estudio del tema “*Explorando las Tendencias Emergentes en la Imagenología Cuántica: La Nueva Frontera de la Visualización Médica*”. Para realizarlo se usó una metodología descriptiva, con un enfoque documental, es decir, revisar fuentes disponibles en la red, cuyo contenido sea actual, publicados en revistas de ciencia, disponibles en Google Académico, lo más ajustadas al propósito del escrito, con contenido oportuno y relevante desde el punto de vista científico para dar respuesta a lo tratado en el presente artículo y que sirvan de inspiración para realizar otros proyectos. Las mismas pueden ser estudiadas al final, en la bibliografía.

Resultados

Las tecnologías cuánticas “se caracterizan por usar y aprovechar propiedades y fenómenos del mundo microscópico que no ocurren en el mundo macroscópico y que tienen un gran potencial” (Allende, 2019). Para ilustrar este planteamiento, se observan las partículas como electrones o fotones, pueden estar en varias posiciones al mismo tiempo, gracias a la propiedad de superposición cuántica. Esto en computación, permite realizar varios cálculos o simulaciones de manera inmediata, en lugar de secuencial. La tecnología que gracias a la física describe estos fenómenos se conoce como Mecánica Cuántica.

Existen tres tipos que son especialmente relevantes para el futuro de la medicina, la biología y la genética: “la computación cuántica, la simulación cuántica, y la óptica cuántica” (Allende, 2019). Las dos primeras a través de dispositivos son capaces de realizar ciertos cálculos y simulaciones [exponencialmente con mayor celeridad](#) que los computadores actuales, ejecutando en minutos u horas cómputos que hoy se procesarían en miles de años.

Explorando las tendencias emergentes en la imagenología cuántica: la nueva frontera de la visualización médica

La tercera consiste en el estudio de amplio tipo de procesos ópticos, por ejemplo la emisión y absorción de radiación por parte de la materia. El dominio de estos procesos es esencial para el desarrollo de técnicas en imagenología que permitan detectar órganos dañados o tumores y llegar a manipularlos a nivel molecular con alta precisión y de manera inocua. Este campo estudia “cómo la materia y la radiación interactúan a nivel cuántico, tiene potencial para llegar a controlar moléculas individuales mediante la radiación que estas emiten y absorben, pudiendo alterarlas, modificarlas y/o destruirlas” (Allende, 2019).

Se podría llegar a interactuar de manera individual con las células cancerígenas y destruirlas sin perjudicar alguno para célula sana. Las aplicaciones en diagnóstico molecular, medicina de precisión y nano-biología son incontables,

Algunas de las Herramientas de la Computación Cuántica en Medicina

- a. La computación cuántica en radiología: la computación cuántica actúa según principios cuánticos que permiten realizar cálculos complejos de manera más rápida y eficiente que los ordenadores clásicos. En radiología, “esta tecnología promete agilizar el procesamiento de imágenes médicas y mejorar la precisión en los diagnósticos” (Zwick, 2022).
- b. Algoritmo de Fourier cuántico para transformaciones más expeditas: es una técnica fundamental para analizar el espectro de frecuencias en una señal. Mediante el uso del algoritmo de Fourier cuántico, se puede realizar estas transformaciones de manera más eficiente, reduciendo significativamente el tiempo de procesamiento de las imágenes médicas.
- c. Reconstrucción de imágenes más rápida y precisa: la tomografía computarizada y la resonancia magnética generan imágenes tridimensionales muy útiles para el diagnóstico. La computación cuántica ayuda a acelerar el proceso de reconstrucción de estas imágenes, gracias a algoritmos específicos y aprovechando las propiedades cuánticas. Esto resulta en una reconstrucción más rápida y precisa, mejorando diagnósticos en pacientes y el trabajo de los profesionales de la salud.
- d. Compresión de imágenes sin pérdida de calidad: mediante algoritmos cuánticos, es posible comprimir estas imágenes sin perder detalles importantes, facilitando su almacenamiento y transferencia de manera eficiente, más rápidas y livianas.

Explorando las tendencias emergentes en la imagenología cuántica:
la nueva frontera de la visualización médica

- e. Desafíos y futuro de la computación cuántica en radiología: enfrenta desafíos significativos, como la estabilidad y la corrección de errores. Además, los ordenadores cuánticos son costosos y difíciles de escalar en la actualidad. Se espera que a medida que la investigación y el desarrollo continúan avanzando, es probable que veamos avances significativos en esta área en los próximos años.

Puntos Cuánticos de Carbono

Representados por nano-partículas con “diámetros menores a 10 nm, típicamente a base de un metal y un no metal (comúnmente del grupo 15 o 16), los cuales muestran propiedades ópticas distintas no solo de los materiales macroscópicos” (Rivera, Quesada, Vega, & Paniagua, 2021), sino también, de las correspondientes nano-partículas con tamaños mayores al referido anteriormente. Esto se debe al confinamiento cuántico porque el reducido tamaño de partícula, “resulta en absorción de fotones típica en el UV cercano o el visible y fuerte emisión (alto rendimiento cuántico -razón de fotones emitidos entre los absorbidos) ajustable en todo el rango visible” mismo autor citado en el párrafo.

Aplicaciones Biomédicas, Imagenología y Terapéutica: Respecto a sus contrapartes inorgánicas, los puntos cuánticos de carbono (CQDs) ofrecen mejor bio-compatibilidad y menor toxicidad, gracias al alto rendimiento cuántico de su composición y dopaje, también emiten con dependencia de la excitación, lo que les da flexibilidad en sus aplicaciones por la gran variedad de fuentes y filtros disponibles en bio-imagenología.

Estas pequeñas partículas se internan dentro de algunas células por endocitosis mediada por caveolas, su misión, visualizar estas células por fluorescencia, por ejemplo, “Nandi y colaboradores demostraron imágenes de células de ovario de hámster chino con emisión dependiente de la excitación. “Un resonador clínico ejecuta secuencias de pulsos electromagnéticos que interactúan con los núcleos de los átomos y obtiene información que luego se codifica en una imagen” (Zwick, 2022)

Explorando las tendencias emergentes en la imagenología cuántica:
la nueva frontera de la visualización médica

Estas secuencias de control de los equipos clínicos de resonancia magnética nuclear se pueden comparar con aplicaciones de celular o tablet: permiten cierta funcionalidad, a partir de una tecnología de base existente.

Análogamente, en el laboratorio de investigación funciona una plataforma basada en tecnología cuántica, incorporada además, como un programa en el equipo resonador. Este programa se comunicará directamente con los átomos del cuerpo humano, “analizará y filtrará las secuencias de señales que emiten los espines de los átomos, que actuarán como diminutos sensores” (Zwick, 2022).

Extraer y analizar esta información requiere tiempo; un paciente no puede estar toda una semana dentro del imán. Sin embargo, este nuevo método permitirá extraer información de la morfología del tejido de manera eficiente, en tiempo y precisión, clave para que pueda implementarse como técnica de diagnóstico. Este protocolo de control podrá ser instalado en resonadores ya existentes en clínicas y hospitales, potenciando los equipos disponibles. “Este es uno de los objetivos primordiales, hacer que la herramienta sea accesible económicamente, si se la compara con la adquisición de un equipo de resonancia magnética nuclear” afirman (Rivera, Quesada, Vega, & Paniagua, 2021)

Esta gran ventaja acelerará la llegada del nuevo desarrollo a médicos y pacientes. También se espera mejoras en la biopsia, una herramienta de diagnóstico muy útil para los médicos, proponen en (Rivera, Quesada, Vega, & Paniagua, 2021)

“consiste en observar la morfología de un tejido del cuerpo de un paciente a través de un microscopio, y distinguir si contiene o no células cancerosas. Pero este estudio requiere extracción del tejido dudoso. Si logramos obtener esa información tan relevante para el diagnóstico de forma rápida y sin extracción de tejido, sería un gran beneficio, tanto para el paciente como para el médico. Nuestro trabajo de investigación apunta a hacer biopsias virtuales, desarrollando filtros selectivos del tamaño de la microestructura de un tejido, a partir de imágenes por resonancia magnética nuclear”.

Con esta nueva técnica se genera una alternativa de biopsias no invasivas, avanzando más en la medicina de precisión, al llegar a determinar propiedades a escalas microscópicas, aún no accesibles desde la resonancia magnética nuclear actual.

Explorando las tendencias emergentes en la imagenología cuántica:
la nueva frontera de la visualización médica

Sistema Cuántico Bioeléctrico

Un método no convencional, es el Sistema Cuántico Bio-eléctrico “diseñado para cuantificar las frecuencias y desbalances bio-magnéticos en el organismo” (Kalil & Aceedo, 2016). El espectro de energía es cuantificable en el cuerpo humano y tiene su anatomía particular, y por ende su propia escala de ondas electromagnéticas. El sensor que utiliza “cuantifica los flujos magnéticos diminutos e imperceptibles fisiopatológicos propios de cada célula que, en esos momentos puede que presente o no cambios morfológicos reversibles o irreversibles a nivel en los tejidos hepáticos, por citar un caso” mismo autor citado en el párrafo.

Este método se considera alternativo porque no está incluido en los protocolos internacionales del manejo de enfermedades como por ejemplo, el hígado graso. “Es un método económico, no invasivo, con alta especificidad y sensibilidad, de fácil ejecución y en corto período de tiempo” (Kalil & Aceedo, 2016). Este método recurre a la Serie de Fourier utilizado matemáticamente en la resonancia magnética nuclear, la ecocardiografía y otros campos como comunicaciones e ingeniería. Sus resultados, se basan en principios básicos del método científico: replicable, racional, principio teórico y principio de evidencia.

La tomografía por emisión de positrones, por sus siglas en inglés se abrevia PET, es una técnica de imagen molecular no invasiva, basada en el empleo de radiofármacos para la obtención de imágenes en vivo de procesos biológicos y bioquímicos. Permite, la realización de estudios en el modo dinámico y realizar medidas de actividad metabólica celular a lo largo del tiempo. Se fundamenta en la captación de la radiación emitida por un radio-nucleido ligado a una molécula de interés.

A partir de esta información “se pueden llevar a cabo medidas cuantitativas precisas de diferentes parámetros fisiológicos de gran interés desde el punto de vista diagnóstico o de investigación” (Borrajó & Cabrero, 2010), también puede realizar reconstrucciones tridimensionales de la distribución del radionúclido en el organismo. La función visual podrá ser cuantificada de forma no invasiva y objetiva, con una gran resolución, mientras que la resonancia magnética funcional detecta flujo sanguíneo en la zona estudiada, el PET puede detectar la actividad metabólica celular en dicha zona.

Explorando las tendencias emergentes en la imagenología cuántica:
la nueva frontera de la visualización médica

La imagen obtenida mediante el tomógrafo PET se basa en captar la emisión de radiación electromagnética gracias a la reacción de aniquilación de los positrones emitidos por los radionúclidos, con los electrones de la materia. “Al producirse la aniquilación de ambos, electrón y positrón, se dará lugar a dos fotones que viajarán en la misma dirección, pero en sentidos opuestos (con un ángulo de 180°)” (Borrajo & Cabrero, 2010). Dos cristales de centelleo hacen el papel de detectores, colocados en coincidencia, es decir, también con un ángulo de 180°. La señal es captada, procesada y se logra una imagen tridimensional que informa la distribución del radionúclido emisor en el organismo del paciente o del animal de experimentación.

Algunos radiofármacos utilizados para diagnóstico y evaluación de enfermedades en diferentes especialidades de la medicina

Radiofármacos hepáticos: se emplean coloides de azufre, fitato o estaño marcados con ^{99m}Tc . La imagen gammagráfica hepática evidencia patologías del hígado por modificaciones de la morfología o por alteraciones en la homogeneidad de la captación del isótopo. Así, “los procesos tumorales, el carcinoma primitivo o metastásico del hígado, los procesos quísticos, el quiste hidatídico y el absceso hepático son algunas de las patologías que pueden estudiarse por procedimientos de medicina nuclear” (Valdivia, López, Vargas, & González, 2016).

Radiofármacos óseos: “se han utilizado derivados de fosfatos y fosfonatos como el etilen-hidroxi-difosfonato (^{99m}Tc -EHDP) y el metilendifosfonato (^{99m}Tc -MDP)” (Valdivia, López, Vargas, & González, 2016). Un estudio gammagráfico óseo provee información funcional sobre el aumento de la formación ósea, la ausencia de hueso e incremento o ausencia del flujo sanguíneo. Esta información es útil para el diagnóstico y seguimiento de patologías tales como el hiperparatiroidismo, tumores, malformaciones arteriovenosas y la osteomielitis crónica entre otras.

Radiofármacos cerebrales: “el ^{99m}Tc -DTPA sirve para evaluar traumatismos cerebrales y el ^{99m}Tc -HMPAO, derivado de la propilenoaminoxima, tanto como el ^{99m}Tc -ECD, dímero del etil cisteinato, son capaces de atravesar la barrera hematoencefálica” (Valdivia, López, Vargas, & González, 2016). Con estos dos últimos compuestos, se permite detectar cambios en el padrón de distribución en varias patologías y trastornos mentales como la demencia senil causada por lesiones vasculares, la

Explorando las tendencias emergentes en la imagenología cuántica:
la nueva frontera de la visualización médica

enfermedad de Alzheimer, la epilepsia y la migraña. Existe la posibilidad de localizar un infarto agudo cerebral, incluso antes que con la tomografía computarizada.

Radiofármacos pulmonares: “se emplean principalmente macroagregados de albúmina (^{99m}Tc -MAA) como agentes para evaluar la perfusión pulmonar y el ^{99m}Tc -DTPA en forma de aerosol para estudios de ventilación pulmonar” (Valdivia, López, Vargas, & González, 2016). Son útiles para el estudio de embolias pulmonares, enfermedad pulmonar obstructiva, enfisema pulmonar y asma por citar algunos.

Radiofármacos renales: durante muchos años se ha empleado “el ^{131}I -ortoyodohipurato de sodio con el que se evalúa la depuración renal mediante estudios cuantitativos renales” como el flujo efectivo renal, la función de perfusión diferencial o la orina residual. Puede evaluarse la tasa de filtración glomerular y el reflujo, Hace poco tiempo se trabaja con “los compuestos de oxo-Tecnecio como el ^{99m}Tc -MAG3 y el ^{99m}Tc -EC (etilcisteinato) muy útiles en la evaluación de trasplantes renales. Para estudios de perfusión renal se prefiere el ^{99m}Tc -DMSA” (Valdivia, López, Vargas, & González, 2016).

No todas son ventajas para esta tecnología, la limitación anatómica de la PET supone en muchos casos la necesidad de contar con un estudio morfológico de alta resolución como la tomografía computarizada o la resonancia magnética nuclear para determinar la localización exacta de una lesión. En determinadas situaciones clínicas donde “la anatomía del paciente es compleja o está alterada por cirugía o tratamiento, la correlación de imágenes anatómicas no concluyentes con las de la PET, son de vital importancia para el diagnóstico” (Ruiz, 2007).

No parece muy limitante si sospeamos la considerable reducción del tiempo por exploración que permite la corrección de atenuación mediante tomografía computarizada (pocos segundos vs 20 minutos del método tradicional), la comodidad ganada para el paciente y el potencial aumento en la productividad del equipo, no es de extrañar “el vertiginoso crecimiento que está teniendo la técnica desde la aparición de los equipos híbridos PETTAC” concluye (Ruiz, 2007).

Explorando las tendencias emergentes en la imagenología cuántica:
la nueva frontera de la visualización médica

Conclusión

La investigación científica ha demostrado en reiteradas oportunidades, que la física cuántica brinda la clave para lograr mayor resolución en las imágenes generadas por un equipo convencional de resonancia magnética nuclear. La comprensión y control del mundo atómico permite ver a través de un píxel de una imagen tradicional, similar a un punto brillante en el cielo nocturno, puede apreciarse como galaxia a través de un potente telescopio.

La computación cuántica está revolucionando la forma en que se procesan las imágenes médicas en radiología. Permite transformaciones más rápidas y precisas hasta una reconstrucción más eficiente, con una compresión de imágenes sin desperdicio de calidad, esta tecnología ofrece beneficios alentadores para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Están pendientes desafíos por superar, el futuro de la computación cuántica en radiología parece muy prometedor, tanto para pacientes como para profesionales de la salud.

La principal finalidad de una tomografía axial computacional es el diagnóstico de diferentes patologías y enfermedades, (especialmente en pacientes oncológicos), permite conocer la estructura y localización exacta de estructuras tumorales. Además, es recomendable para la detección de lesiones neurológicas, patologías de colon e intestino y del sistema circulatorio. En otros casos, se emplea para la elaboración de tratamientos, posteriormente a ser realizado el diagnóstico, el paciente es sometido a un tomografía axial computacional para conocer la ubicación de la lesión y poder ajustar la dosis del tratamiento, especialmente en casos de quimioterapia.

Una de las limitaciones importantes que presentan las imágenes obtenidas a partir de la tomografía por emisión de positrones un PET, es la dificultad para determinar la localización anatómica exacta de una estructura o una lesión, se sugiere complementarse con imágenes morfológicas obtenidas por algún otro método, habitualmente tomografía computarizada o resonancia magnética nuclear. Las imágenes muestran diferentes niveles de actividad según las distintas intensidades del color. Así, la PET puede proporcionar información sobre la funcionalidad de un tejido y, además, se pueden identificar tejidos anómalos, que pueden ser más o menos activos que los tejidos normales.

Explorando las tendencias emergentes en la imagenología cuántica:
la nueva frontera de la visualización médica

Referencias

- Allende, M. (2019, Octubre 14). Las tecnologías cuánticas, una nueva revolución en la medicina. (G. Saludable, Compiler) Retrieved 2023, from <https://blogs.iadb.org/salud/es/tecnologias-cuanticas/>
- Borrajó, J., & Cabrero, F. (2010). Tomografía por emisión de positrones (PET): fundamentos y limitaciones tecnológicas. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología*, 85(4), 148 - 156. Retrieved 2023, from https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0365-66912010000400001&script=sci_arttext&tlng=en
- Garrido, R., Vélez, H., & Vérez, V. (2012). Resonancia magnética nuclear: nuevas aplicaciones en lacuantificación y la evaluación de intermediarios de vacunas basadas en polisacáridos. *VacciMonitor*, 22(1), 35 - 42. Retrieved 2023, from <https://www.medigraphic.com/pdfs/vaccimonitor/vcm-2013/vcm131g.pdf>
- Kalil, G., & Aceedo, J. (2016). Beneficios de antioxidantes en el hígado graso no alcohólico. *Crea Ciencia Revista Científica*, 10(2), 37 - 49. doi:<https://doi.org/10.5377/creaciencia.v10i2.6034>
- Rivera, A., Quesada, A., Vega, J., & Paniagua, S. (2021). Síntesis, propiedades y aplicaciones de puntos cuánticos a base de carbono. *Afinidad*, 79(595), 188 - 200. Retrieved 2023, from <https://raco.cat/index.php/afinidad/article/view/397321/491164>
- Ruiz, J. (2007). Tomografía por emisión de positrones (PET):evolución y futuro. *Radiobiología*, 7, 148 - 156. Retrieved 2023, from [http://www-rayos.medicina.uma.es/rmf/radiobiologia/revista/Numeros/RB7\(2007\)148-156.pdf](http://www-rayos.medicina.uma.es/rmf/radiobiologia/revista/Numeros/RB7(2007)148-156.pdf)
- Valdivia, A., López, J., Vargas, Y., & González, O. (2016). Producción de radiofármacos para tomografía por emisión de positrones (PET) y su aplicación en el diagnóstico de diversas enfermedades. *Educación Química*, 27(4), 292 - 299. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eq.2016.04.005>
- Zwick, A. (2022). Resonancia magnética nuclear y física cuántica. *Hojitas de Conocimiento*, 1(50), 453 - 454. Retrieved from https://www.cnea.gob.ar/nuclea/bitstream/handle/10665/2877/cnea_mdidact_ieds_hojitas_ciencia-50_p453-454.pdf?sequence=1&isAllowed=y