

La luz que no vemos y las Señales que no escuchamos



Ing. Martín Guevara Martínez

Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa,
CONAGUA.

Introducción.

Se dice que el lenguaje de la naturaleza son las matemáticas, quizá para muchos de nosotros las matemáticas no se nos dan de la mejor manera, batallamos para entender alguna ecuación, y más aún entender alguna teoría, sin embargo muchas de las matemáticas han ayudado a descifrar y entender toda una gama de situaciones de la vida cotidiana y es justo eso, el tener esa capacidad de entender ese lenguaje que puede llevarnos por una aventura interesante y quizá emocionante, dado por ejemplo, que vivimos en una era digital donde las señales u ondas, viajan a través del espacio, en su mayoría con información que puede parecer compleja pero que gracias a las matemáticas puede ser decodificada, analizada y dar un resultado.

Y es justamente el campo de la medicina, donde se han dado acontecimientos muy interesantes que tienen que ver con señales u ondas de luz que no vemos. Es un viaje, un poco atrás en el tiempo en una época quizá no muy lejana donde no se conocía del todo, lo que ocurría al interior del cuerpo humano, la medicina no contaba con el equipo necesario para poder dar con certeza un diagnóstico y poco se conocía de los procesos de los órganos del cuerpo humano, tales como cerebro, circulación de la sangre, etc. Se conocía a medias, algunas partes del cuerpo humano, ya que se contaba con imágenes de la máquina de *rayos-X*¹, muy solicitadas para radiografías -esta máquina produce un tipo de radiación compuesta de ondas electromagnéticas, parecidas a la luz del Sol, pero de gran intensidad- que tienen la capacidad de atravesar cualquier objeto, dando una imagen parcial del elemento a estudiar- las imágenes, muy útiles a la hora de diagnosticar una rotura de huesos e incluso se dice que

en un tiempo atrás, algunas zapaterías tomaban radiografías a los pies de sus clientes con el simple hecho de observar cómo se ajustaba el pie al calzado-. Y es que una radiografía, de rayos X es el resultado de una imagen bidimensional, en la cual no hay una apreciación de la profundidad, esto se debe, a las distintas densidades que presentan los tejidos del cuerpo humano. Fig. 1.

Palabras clave: rayos-x: radiación electromagnética, parecida a la luz del Sol, pero de mayor intensidad con graves daños a la salud sino se tiene precaución.

Introduction.

It is said that the language of nature is mathematics, perhaps for many of us mathematics is not given to us in the best way, we struggle to understand any equation, and even more so to understand theory, however many of the mathematics have helped decipher and understand a whole range of everyday life situations and it is just that, having that ability to understand that language that can take us on an interesting and perhaps exciting adventure, given, for example, that we live in a digital age where signals or waves, travel through space, mostly with information that may seem complex but thanks to mathematics can be decoded, analyzed and give a result.

And it is precisely the field of medicine, where very interesting events have occurred that have to do with signals or light waves that we do not see. It is a journey, a little back in time in a time perhaps not too distant where what was happening inside the human body was not completely known, medicine did not have the necessary equipment to be able to give a diagnosis with certainty and little It was known about the processes of the organs of the

human body, such as the brain, blood circulation, etc. Some parts of the human body were half-known, since there were images from the X-ray machine, highly requested for x-rays - this machine produces a type of radiation composed of electromagnetic waves, similar to sunlight, but of great intensity - which have the ability to pass through any object, giving a partial image of the element to be studied - the images, very useful when diagnosing a broken bone and it is even said that in the past, some shoe stores took x-rays to the feet of his clients by simply observing how the foot adjusted to the shoe. And an x-ray is the result of, a two-dimensional image, in which there is no appreciation of depth, this is due to the different densities that the tissues of the human body have.

El principio del Tomógrafo.

Gracias al ingenio y talento de algunos científicos, para desarrollar aparatos tenemos a : Geoffrey Newbold Hounsfield fue un ingeniero en electrónica y que desarrollo su idea a partir de sus conocimientos sobre el radar, el radar es un aparato que emite ondas electromagnéticas, estas al “toparse” con el objetivo son reflejadas y así se puede conocer su posición, o velocidad, también trabajo para una compañía disquera donde, tuvo la idea de diseñar una computadora con la capacidad de interpretar las señales procedentes de una fuente de rayos X, que antes hubiese interactuado y/o atravesado algún objeto, para así con la información obtenida y las matemáticas adecuadas, poder conformar una imagen bidimensional de dicho objeto. Fig.2.

Allan MacLeod Cormack, por su parte fue un físico que trabajaba con radioisótopos los cuales tienen la propiedad de emitir algún tipo de radiación, esto lo llevo a desarrollar

su idea y de cómo interaccionan estos radioisótopos con cualquier tejido del cuerpo humano, y que información podría obtener de la radiación detectada, trabajo su idea hasta lograr tener un escáner de rayos-X, con el cual obtenía una serie de proyecciones, cuyos detectores, registraban cada señal para después por medio de un algoritmo matemático llegar a obtener una imagen. Fig.3

Cabe mencionar que los inventores de dichos aparatos, tenían algo en común, no eran médicos precisamente, Sin embargo para ellos, era un desafío a su imaginación el desarrollar una máquina, cada uno por su parte, cuyo objetivo era ayudar al avance de la medicina en beneficio a la salud del ser humano, con la obtención de imágenes a partir de recolectar las señales electromagnéticas, de los rayos-X, dando un avance en el conocimiento médico, y que por su esfuerzo y pasión por la investigación, y desarrollo de nuevos conocimientos haya dado frutos, dichos aparatos se les conoce como **Tomógrafos**, muy solicitados en todo el mundo y mucho más sofisticados en la actualidad. Este maravilloso invento les valió a estos dos científicos les otorgaran el premio Nobel de Medicina en 1979.

El funcionamiento, del Tomógrafo o TAC es que por su construcción, en forma de “Dona” “lanza” alrededor del paciente una multitud de haces de rayos-X, desde diferentes ángulos los cuales son atenuados en distinta medida por cada tipo de tejido, por ejemplo, sabemos que el hueso es más duro que el tejido, de esta forma podemos tener una imagen de huesos, músculos, órganos del cuerpo, vasos sanguíneos, etc. Cada imagen muestra varias rebanadas de tejido del cuerpo, toda la información es recopilada por unos

detectores, analizada y procesada en la computadora gracias a los algoritmos matemáticos, para generar las imágenes en 3D. Fig. 4.

El principio de la Tomografía Axial Computarizada: Las Matemáticas

Fueron Johann Radón, y Joseph Fourier, unos matemáticos del siglo pasado quienes desarrollaron cada uno por su parte, las ecuaciones matemáticas para el análisis de señales para la generación de imágenes. Sin imaginar que tendrían una utilidad enorme en la medicina y otras áreas.

En general, la Transformada o análisis de Fourier, o la transformada de Radón son operaciones matemáticas un tanto complicadas, y que aparentemente no tenían relación alguna con algún campo de la ciencia. Pero son herramientas matemáticas que nos ayudan a obtener información, mediante una “transformación”-no es más que un proceso por el cual se reduce lo complejo de una ecuación- que posee una señal u onda cuando es analizada, Radón utiliza integrales y Fourier funciones periódicas, ambas estudian las señales, y lo que hacen ambas en esta “transformación” es que permite extraer información de un ciclo de esta señal u onda. Por ejemplo, un caso muy cotidiano lo tenemos presente, cuando escuchamos música, nuestros cerebros perciben el sonido como vibraciones u ondas de presión que viajan a través del aire, el sonido no es más que un archivo compuesto de diferentes frecuencias, el cual es desglosado matemáticamente, mediante el proceso conocido como análisis de Fourier, pero sucede algo fantástico al interior de nuestro oído, pues dentro de él se encuentran las cócleas, las cuales repiten el proceso de separar los sonidos en sus distintas frecuencias, este proceso lo realizan muy rápido, antes

de enviarlas a nuestro cerebro como señales eléctricas, donde se vuelven a unir, ya como la música que disfrutamos. Increíble lo que la naturaleza y las matemáticas pueden lograr.

A la fecha el análisis por Fourier ha generado una gran cantidad de aportaciones y conocimiento, para casi todas las ramas de la ciencia y la tecnología, así como a la física y las matemáticas.

Como lo que grandes científicos han podido ayudarse del análisis de señales de los Rayos-X, Tal como: Dorothy Crowfoot Hodgkin, una científica de renombre y excelente cristalógrafa, llego a utilizar, junto con Henry Lipson el método de Fourier, en sus experimentos y estudios por difracción de rayos-X dando como resultado el análisis y desarrollo de las estructuras tan complejas y características de las formas Cristalinas, tal como el de algunas proteínas como la pepsina: esta que es una enzima y que es clave para entender la digestión y la absorción de nutrientes, así también como de la insulina y otras biomoléculas que no se conocía su estructura o como el colesterol, la penicilina y la vitamina B12 y así también algunos virus. Fig. 5.

Gracias a que pudo identificar muchas de estas estructuras le valió que le concedieran el premio Nobel de Química en 1964, un excelente premio por sus aportaciones. Otra gran aportación que realizó fue el descubrimiento de la doble hélice o ADN, descubierta en 1962, a través de la técnica de difracción de rayos-X y utilizando también el análisis de Fourier, dirigió el haz de rayos-X hacia una hebra de un cristal de ADN, y que al atravesar el cristal, los rayos-X, fueron difractados por las moléculas de ADN y estos fueron grabados en una

película, para desarrollar su estructura.

Incluso la NASA se ha ayudado del análisis de Fourier, para transmitir imágenes desde sus satélites, hacia la tierra. Así como, el estudio de un electroencefalograma mandando las señales a través de las interfaces cerebrales, esto es, el análisis de la actividad cerebral y el estado mental de una persona en tiempo real, con el fin de transformarlas en ordenes operativas, por ejemplo, seleccionar una letra en un teclado o mover una silla de ruedas, todo ello sin que la persona ejecute ningún movimiento.

Conclusión

El desarrollo de las matemáticas ha sido la clave para entender muchos de los descubrimientos de la actualidad, con el uso de herramientas adecuadas podemos develar figuras ya sea desde la medicina hasta la ciencia de materiales, es así que

el uso y transmisión de datos mediante señales, y el análisis de datos son de gran ayuda a los investigadores en casi todas las disciplinas, y es que parecería que los conceptos pueden parecer abstractos es como si no existiese ese algo pero esta ahí.

Tal y como los videos de YouTube, hasta máquinas de aprendizaje, la detección de ondas gravitacionales, provenientes de lugares remotos del espacio, uno de esos acontecimientos que quedan para la historia y que nos asombran con la magia de la ciencia, siempre tenemos contacto con las señales, por medio de la música, la Tablet, el celular, etc., y que siempre las matemáticas están ahí, para algunos de nosotros, algo que se torna concreto y hasta parecería como un reto a la imaginación cuando se va desarrollando esa curiosidad. . . .



Figura 1: Imagen de un pie al ser atravesado por los rayos X

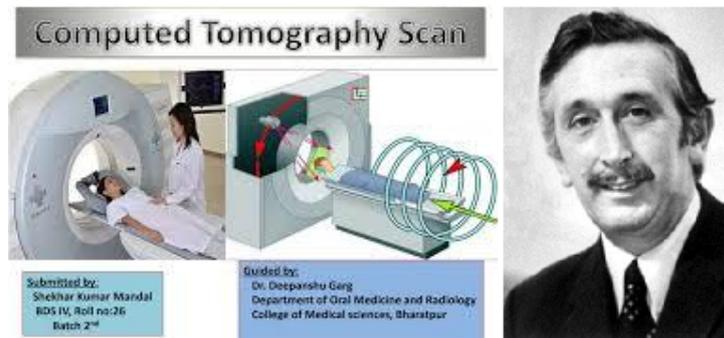


Figura 2: El tomógrafo escanea con un haz de rayos X para formar la imagen, al lado Godfrey Hounsfield

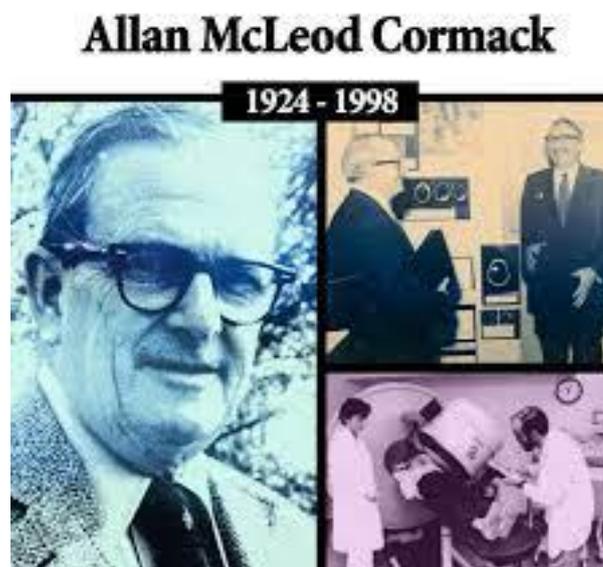


Figura 3: Allan desarrolló su idea a partir de su trabajo con radioisótopos.

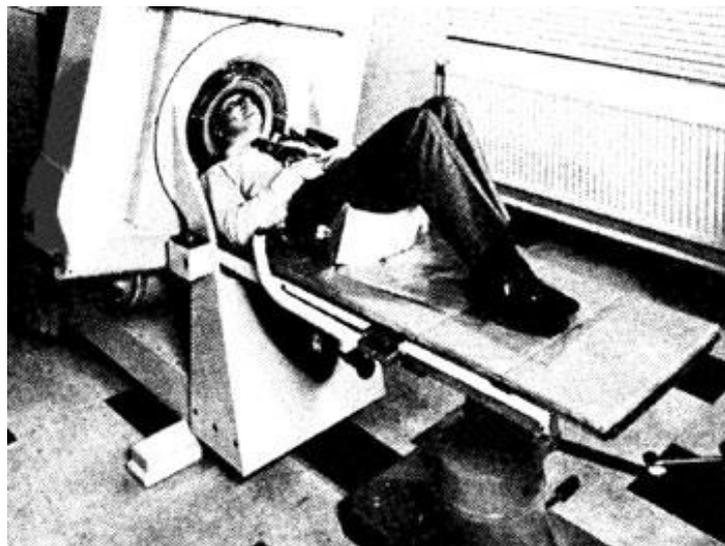


Figura 4: El TAC, con los datos recopilados, son enviados a un programa de computadora donde se va formando la imagen a estudiar.

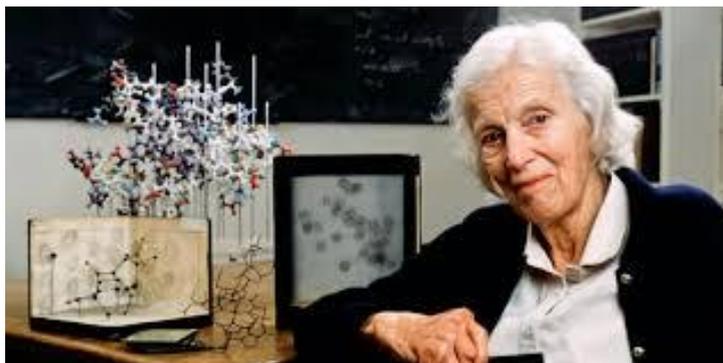


Figura 5: Dorothy Crowfoot Hodgkin, científica y cristalógrafa de renombre, utilizó los rayos X para identificar varias moléculas biológicas de interés.

Referencias

- [1] La Transformada de Fourier para explicar el proceso de Tomografía Computarizada, Edwin Chávez Ramírez, Efraín Carbajal Peña, PESQUIMAT 20(1): 77–92 (2017)
- [2] Principios matemáticos de la reconstrucción de imágenes tomográfica, Salvador Galindo Uribarri, CIENCIA ergo sum, Vol. 10-3, noviembre 2003-febrero 2004
- [3] "Mente y Cerebro, investigación y ciencia." interfaces cerebrales" Jose del R. Millan, pág. 10-14 No.13 2005
- [4] *Scientific American* junio 1989, Ronald N. Bracewell, "The Fourier Transform" pág. 86-95.
- [5] Ortega Hrescak, María Cinthya, Socolsky Gustavo A. Godfrey Newbold Hounsfield: historia e impacto de la tomografía computada. Revista Argentina de Radiología [en línea]. 2012, 76(4), 331-341[fecha de Consulta 21 de junio de 2024]. ISSN: 1852-9992. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382538503009>