

## La Física en la Medicina

Alejandra Viridiana Rodríguez Gómez\*

Piña Barba, María Cristina. *La Física en la Medicina*. México: (SEP; FCE; CONACYT), 1998. (La Ciencia para todos; 37).

A consecuencia de un accidente, que lo obligó a reducir sus actividades por estar sujeto a una silla de ruedas, el distinguido arqueólogo Román Piña Chan se vio en la necesidad de estar hospitalizado, mientras su hija, la doctora María Cristina Piña, tuvo que pasar varios meses a su lado. Ahí fue donde su curiosidad científica se presentó; pues es doctora en ciencias y decidió analizar los múltiples usos y aplicaciones que la física tiene en la medicina, así se inició mentalmente este libro.

En la obra *La física, en la medicina*, a pesar de ser un texto complejo, la autora muestra una versión clara de la obra. Nos presenta, a un nivel básico, el funcionamiento de algunos órganos, sistemas y sentidos del cuerpo humano y, después, nos da una relación con el campo en la física.

A lo largo de la obra, la doctora Piña nos menciona el uso del ultrasonido. Dice que su frecuencia oscila entre 1 y 5 MHz. Y se dirige al cuerpo: la onda cuando se encuentra con un obstáculo se manifiesta en parte y la fracción que continúa en el penetrando se reflejará en el obstáculo siguiente.

La autora ha colaborado con Efraín Borja y José Luis Mondragón en el amplio campo de la física aplicada a la medicina. La doctora Piña Barba considera que: “una de las cosas más agradables de la vida es sentir que nuestro trabajo sirve a la comunidad; que podemos ayudar y hacer la vida más placentera”.

...“Más que la cantidad de conocimientos que tenemos  
Es el uso correcto de lo que poseemos,  
El hombre sabio querrá estar siempre  
Con quien sea mejor que él”... Platón

Los diversos temas tratados en el libro se presentan a continuación:

### SISTEMA ÓSEO

El hueso es un tejido vivo que, al igual que los otros tejidos del cuerpo, debe alimentarse para estar en buenas condiciones. Y poder realizar diferentes cosas como correr, saltar, trabajar, etc. De su alimentación se encargan los osteocitos, que son células óseas distribuidas en el tejido óseo. La remodelación ósea, aparece cuando el hueso sufre cambios sin alteraciones mayores, es llevada a cabo por los osteoclastos que son las células encargadas de la construcción del tejido viejo y los osteoblastos, que construyen el nuevo. Uno de los componentes principales del hueso es el colágeno óseo. Este es menos denso que el mineral óseo y es el que proporciona la elasticidad a los huesos.

El tejido óseo se presenta en dos tipos diferentes: sólido o compacto y esponjoso o trabecular. El tejido compacto se encuentra, principalmente, en la parte superficial de los huesos así como en la caña central de los huesos largos, mientras que, el esponjoso se encuentra en los extremos de dichos huesos. Su principal función es la de soporte, sobre todo en las piernas. Así como el hecho, de que los huesos son una buena opción de almacenamiento de productos químicos necesarios para la alimentación del cuerpo humano. El hueso más vulnerable es la tibia y, el esfuerzo sobre este hueso, es mayor en el punto donde el área transversal es

\* Escuela Preparatoria de Silao. Universidad de Guanajuato.

mínima, o sea en el tobillo. Me llamó mucho la atención de cómo es que la tibia a pesar de ser un hueso supuestamente tan frágil, es capaz de soportar hasta 130 veces el peso de una persona. También se me hizo impresionante que, si una persona con las piernas rectas cae desde 1,3 metros de altura, se fractura la tibia, sin embargo si cae con las piernas flexionadas puede aumentar su resistencia hasta 60 veces, o sea que alcanzaría a caer desde una altura de 78 metros sin sufrir fractura alguna.

## SISTEMA MUSCULAR

El cuerpo humano cuenta con células especializadas que tienen la característica de relajarse y contraerse según se requiera. A estas células se las llama: tejidos musculares o simplemente músculos. Se clasifican en estriados porque cuando se ven por medio de un microscopio parece que contienen bandas claras y oscuras pero alternadas en forma regular. Los lisos en cambio, son fibras cortas que no presentan estrias. Sobre los músculos actúan fuerzas representadas con “*F*” y marcan por ejemplo: el peso, la fuerza de gravedad, compresión, etc. Hay un caso donde debemos tener cuidado, esto es, si las fuerzas que actúan sobre el cuerpo tienen la misma magnitud y dirección pero sentidos contrarios, la suma vectorial es cero, a esto se le llama equilibrio. Ninguna fuerza es la que gana. El concepto de centro de gravedad es útil en terapia física ya que un cuerpo, apoyado sobre su centro de gravedad, encuentra su estado de equilibrio y no cambiará de posición a menos que llegue una fuerza exterior que se le aplique. En física se consideran tres casos de equilibrio: estable (el cuerpo tiende a regresar a su posición original); inestable (un cuerpo al moverse fuera de su posición de equilibrio, ya no regresa a ella) y el indiferente (el cuerpo que se mueve de su posición de equilibrio y regresa a cualquier otra posición).

La energía que posee el cuerpo es la capacidad que tiene para realizar un trabajo. La energía potencial se da con respecto a la altura del cuerpo y la energía cinética es el tipo de energía que se da por medio del movimiento.

## SISTEMA NERVIOSO

La información que recibimos mediante los órganos sensitivos hasta el cerebro es transportada mediante electricidad. Como sabemos, existen dos tipos de cargas eléctrica, la positiva (+) y la negativa (-). Los átomos, que son partículas que conforman la materia, están formados, a su vez, por otras partículas aún

más pequeñas llamadas protones (carga +), electrones (carga -) y neutrones (sin carga). Las cargas eléctricas, sólo por el hecho de existir, ejercen sobre sí una fuerza determinada por el Coulomb:

$$F_E = Kq Q / r^2$$

Donde *F*=fuerza, *K*=constante de proporcionalidad, *Q* y *q*=cargas consideradas. El sistema nervioso es la parte más complicada del cuerpo humano puesto que, aunque se ha estudiado mucho, no se ha llegado al conocimiento total de éste. El sistema nervioso se puede dividir en dos partes, central y periférico más que nada por su anatomía. El central está compuesto por el cerebelo, cerebro, diencefalo y tallo cerebral. El sistema nervioso periférico está compuesto por los nervios que se encuentran fuera del SNC, a su vez, éste se divide en: sistema nervioso somático y sistema nervioso autónomo. El primero controla las funciones voluntarias y, el segundo, las involuntarias. El sistema nervioso también se compone de células fibrosas llamadas neuronas. Al proceso de formación de una neurona se llama sinapsis. Algunos estudios han hecho que sea posible que se perfore el cráneo para introducir agujas muy finas, aislantes que llevan en su interior un electrodo y la cabeza de éste en la punta. A estos electrodos se les llama microelectrodos, los cuales han sido utilizados para saber que el control de la temperatura corporal la controla el hipotálamo.

## SISTEMA CARDIOVASCULAR

Está formado por el corazón, la sangre y los vasos sanguíneos. Su función principal es la de transportar materiales por todo el cuerpo. La sangre, recoge el oxígeno en los pulmones y lo lleva por todo el cuerpo. Casi el 7 % de la masa del cuerpo se debe a la sangre. Dentro de la sangre hay otras células que son sus componentes. Estas son de dos tipos: células rojas (eritrocitos) y células blancas (leucocitos). El corazón es prácticamente una doble bomba que suministra la fuerza necesaria para que nuestra sangre circule por todo el cuerpo a través de dos sistemas muy importantes que son: circulación pulmonar (primero pasa por lo pulmones, luego por el resto del cuerpo) y circulación sistemática en el resto del cuerpo. La sangre es bombeada por contracción de músculos cardiacos quienes son generados por el ventrículo izquierdo. La sangre tiene una densidad de 1,04 g/cm<sup>3</sup>, muy cercana a la del agua cuya densidad es de 1 g/cm<sup>3</sup>. Por eso es que, al sistema circulatorio, también se le llama sistema hidráulico. Igualmente porque las venas y las arterias son similares a mangueras. Si quisiéramos

saber cuánta sangre pasa por una vena o una arteria, podríamos calcularlo por medio de una ecuación formulada por el matemático francés Poiseuille:

$$R = 8 l / r$$

Las enfermedades del corazón son una de las mayores causas de mortandad en el mundo. La aurícula y el ventrículo están separados por una capa gruesa que no conduce electricidad ni propaga los pulsos nerviosos, es el nodo atrioventricular quien tiene a su cargo conducir los impulsos de la aurícula a los ventrículos. Cuando este nódulo es dañado los ventrículos no paran de bombear y el pulso baja. El paciente no se muere pero llevará una vida de semiinvalído. Actualmente se les implanta a los pacientes, con este caso, un marcapasos que consiste en un generador que proporciona un pulso mayor y puede seguir casi normal.

### SONIDO EN MEDICINA

Las ondas son generadas por un movimiento ondulatorio. Por ejemplo: en el agua, aire por medio de sonidos, etc. Las ondas se clasifican en dos tipos: ondas mecánicas que son movimientos oscilatorios de partículas materiales como las ondas de agua y ondas electromagnéticas, que son movimientos oscilatorios del campo electromagnético, como las ondas de radio, TV, luz...

La frecuencia es el número de oscilaciones que ocurren en la unidad de tiempo. Como el periodo se mide en segundos, la frecuencia se mide en Hertz (Hz). Las ondas se llaman transversales cuando el movimiento oscilatorio se lleva a cabo en el plano perpendicular a la dirección por donde se propaga la onda, mientras que, se llaman ondas longitudinales, cuando la oscilación se realiza en la dirección de su propagación.

Un ejemplo de dispositivo de sonido es el estetoscopio. Este consta de una campana que está abierta o cerrada por un diafragma delgado, un tubo y las salidas para los oídos del médico. Cuando la campana está abierta acumula los sonidos del área de contacto, la piel que abarca hace las veces del diafragma. La frecuencia de resonancia es aquella que permite la mejor transmisión de los sonidos y depende, en este caso, del tipo de piel, del material de la campana y de la forma y medidas de ella. Un dispositivo que convierte energía eléctrica en energía mecánica o viceversa se llama transductor, de modo que un generador de ultrasonido es simplemente un transductor.

El oído es el órgano que convierte a las ondas sonoras en pulsos nerviosos. Se divide en tres partes:

oído externo (pabellón y canal auditivo), oído medio (tímpano, martillo, yunque y estribo) y oído interno (tres canales semicirculares, el vestíbulo, la cocélea y aproximadamente 30,000 fibras nerviosas que conforman el nervio auditivo).

### FRÍO Y CALOR EN MEDICINA

El calor y el frío son una parte muy importante en nuestro organismo más que nada por las funciones metabólicas. También nos menciona el libro que, el calor y el frío desde que vivían nuestros antepasados, han sido muy útiles para la curación de varias enfermedades. Aunque todavía no se sabe a ciencia cierta a qué se deben ciertas reacciones del organismo bajo estos estímulos, lo que sí se ha podido proporcionar es un avance en estas investigaciones y todo gracias a la ayuda de buenos equipos formados por médicos, físicos y pacientes. Si preguntáramos cuál es la ciencia que se encarga de estudiar estos tipos de comportamiento, podríamos pensar, que se trata de una rama de la física que se encarga de la medida de la temperatura. Hay que señalar que también existe la termografía, que es la parte de la medicina que se encarga de hacer un registro gráfico de la temperatura del cuerpo humano. Cabe mencionar que, así como ya hablamos de las ciencias que estudian el calor, también tenemos a dos ciencias que estudian el frío: la criogenia y la criocirugía. La autora nos explica mediante un modelo molecular lo que físicamente es la temperatura: "las moléculas que componen la materia están en movimiento incesante, las cuáles tienen energía cinética (dada por el movimiento) que puede transmitir a otras mediante choques".

Si quisiéramos aumentar la temperatura de un cuerpo, sería necesario agregarle una mayor cantidad de energía cinética.

Ahora hemos llegado al momento de hablar del frío donde encontramos a la criogenia, el límite del frío lo encontramos en el cero absoluto o sea el cero en escala de grados Kelvin. Cuando se llega a este límite se dice que la energía cinética ha llegado a cero y que, por lo tanto, no hay movimiento. La temperatura puede medirse por medio de un termómetro. La doctora Piña Barba habla acerca de una rama de la medicina llamada criocirugía que se usa principalmente en pacientes que presentan una enfermedad llamada Parkinson. Esta afecta una parte del tálamo y se presenta mediante movimientos incontrolables de las extremidades (piernas y brazos). Aunque se pensaba que era muy difícil de contrarrestar puesto que afecta al sistema nervioso, sin embargo, se encontró que, por medio

de la criocirugía, se puede extraer del tálamo, la causa de la afección. Esto se lleva a cabo a temperaturas muy bajas de hasta  $-82\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## FLUIDOS

La materia se puede clasificar en tres grupos: sólidos, líquidos y gases. A los líquidos y gases se les llama también fluido puesto que si los introducimos en un tubo, ambos tienden a fluir. Gracias a esto los líquidos y gases cambian de forma mientras que los sólidos no. Algunas veces, nos hemos de haber preguntado qué es una atmósfera: es la presión que sentimos debido a la existencia de la atmósfera terrestre al nivel del mar, o sea que es el peso de la atmósfera que rodea la Tierra por cada metro cuadrado de su superficie, lo cual equivale a  $1.013 \times 10^5\text{ N/m}^2$ . Esta definición le da más sentido al hecho de que, cuando salimos del agua, conforme vamos saliendo nos sentimos más pesados. Es porque la presión atmosférica se hace mayor a causa de que nuestros poros absorben el agua. También hemos de preguntarnos por qué es que no nos deformamos o sufrimos un aplastamiento, pues debido a que el cuerpo ejerce una presión muy parecida a la del agua. Hacemos una suma de las presiones y, por lo tanto, se anulan. Es por eso que no morimos aplastados.

## LUZ

Los experimentos de destacados científicos establecen que la luz puede presentarse de dos formas, como onda y, a veces, como partícula. La velocidad con que viaja la luz es de  $300,000,000\text{ m/s}$  y se representa con la letra: "C". Cuando pasa luz por una barra de vidrio o de plástico pero con un diámetro pequeño, se produce una reflexión interna si la barra se dobla o se encorva. A esto se le llama pipas de luz o fibra óptica.

La energía de la luz absorbida se puede manifestar como calor, así es como se usa la luz infrarroja en medicina para calentar tejidos. Cuando un fotón es absorbido, es emitido otro fotón aunque el segundo de menor energía. A esta propiedad se le llama fluorescencia y es la base de los tubos de luz fluorescentes. Cuando hablamos de luz visible se conoce como fotometría, pero si se trata de luz invisible, generalmente se habla de radiación o de radiación UV. La luz es una onda electromagnética o sea que se compone de un campo eléctrico y otro magnético, ambos perpendiculares.

## MEDICINA NUCLEAR

La radioactividad, es uno de los fenómenos físicos más utilizados en medicina, se le conoce como medicina nuclear. Las reacciones nucleares no cuentan con una estructura estable. Su composición puede ser afectada por rayos alfa (+), beta (-) o gamma (0). La actividad, de una muestra de material radiactivo es más bien la proporción en que sus núcleos se van desintegrando. Podemos presentar una ecuación para la radioactividad que es:  $R=d.C./dt$  ( $N$ =número total de núcleos), su unidad es el Curie (Ci) que equivale a  $3.7 \times 10^{10}$  desintegraciones por segundo. Un foto multiplicador es el detector adecuado para medir radiación gamma, que es la más usada en medicina nuclear.

## BIOMATERIALES

Éstos pueden definirse como materiales biológicos comunes así como piel, madera, o cualquier elemento que reemplace la función de los tejidos o de los órganos. La biomecánica se dedica a estudiar la mecánica y dinámica de un tejido u órgano. Los requisitos que debe cumplir un biomaterial es: ser biocompatible, no tóxico, buena resistencia, tiempo de fatiga adecuado densidad y adecuado diseño de ingeniería, ser relativamente barato. Pueden ser de metal, cerámica, plásticos y compuestos de ellos.

## COMENTARIOS

Quiero hacer notar que me llamó la atención éste libro, porque me parece un muy buen trabajo el que desempeñan los físicos médicos. Sin su intervención no podríamos tener tantos aparatos y tanta tecnología como para atender a pacientes con enfermedades bastante graves o bien enfermedades simples y muy fáciles de curar, incluso para saber si nuestro organismo está funcionando adecuadamente. También me llamó la atención de este libro porque lo primero que leí fue la presentación de la autora, en que se basa en el hecho de que su padre sufrió un accidente y de su observación de los aparatos que le servían. Creo que todos tenemos una razón por la cual hacemos algo. Así es como yo escogí este libro porque lo que más me gusta es la medicina. Me agradó como era su narración pues algunos temas lograban que mi atención se concentrara en lo que estaba leyendo. Aunque algunos, sinceramente, no les entendía. Tal es el caso del tema "la luz en medicina". Ya que faltó un poco de explicación más desarrollada, razón por la cual no me quedaron claras muchas cosas, debido a que su

lectura resultaba confusa. Me gustaría que se hiciera una obra de la física en la medicina mucho más amplia porque creo que es un tema muy bonito y que realmente valdría la pena extenderlo. Dice, al final de la obra, la autora; que es un libro que tiene mucha utilidad para la sociedad y creo que usted, Doctora, ha de sentirse muy bien al haber publicado un trabajo

que realmente ayuda a la sociedad. Quisiera sugerirle la posibilidad de incluir más imágenes a su escrito para que sea un poco más entendible y algunos conceptos un poco más explícitos. En general, me gusto muchísimo su trabajo, sobre todo el tema de medicina nuclear y biomateriales, pues son temas muy buenos, sobre todo para el mundo actual.