

# La enseñanza de la Física Biológica

POR EL DOCTOR  
JUAN VOTO BERNALES

Señor Decano;  
Señores catedráticos;  
Señores:

Es con la más viva emoción, que hoy tomo la palabra en esta Facultad, tan llena de recuerdos para mí y a la que considero como un segundo hogar, pues los mejores años de mi vida se han deslizado aquí, en este ambiente de paz y compañerismo y bajo las sabias enseñanzas de mi venerado maestro, el que fué ilustre Decano de esta Facultad doctor Ernesto ODRIOZOLA.

En estos solemnes momentos no puedo menos de tributar mi mejor recuerdo a su sagrada memoria, como un homenaje de eterna gratitud, al que tan grande influencia ejerció sobre mi espíritu, guiando mis primeros pasos de estudiante y luego como profesional en el noble sacerdocio de la medicina.

Debo también manifestar mi más sincero agradecimiento a todos mis distinguidos colegas de Facultad, por el alto honor que me han dispensado al encomendarme durante dos años la dirección de la Cátedra de Física Médica.

Muchas vacilaciones he experimentado antes de resolverme a presentarme a este certamen, pues no se me ocultan la gran responsabilidad y la suma de conocimientos que se requieren para aspirar al elevado título de Profesor. Me he creído en el deber de hacerlo como obligación sagrada para todos los que tuvieron la gentileza de elegirme, así como por la benévola acogida que he tenido del alumnado.

Considérome por lo tanto doblemente obligado y podéis abrigar la seguridad, señores catedráticos, que consagraré todas mis energías para hacerme digno de los hombres ilustres que han ocupado y ocupan hoy un sitio en esta Facultad.

Las ciencias físicas cada día adquieren mayor influencia en los estudios e investigaciones médicas. Su importancia queda perfectamente evidenciada enunciando el objeto que se persigue con el estudio de esta interesante disciplina científica.

La Física Biológica tiene por objeto estudiar los fenómenos físicos que se realizan en el organismo y la acción que ejercen sobre él estos agentes. Se ocupa, además, de enseñar la manera como pueden utilizarse en el estudio y exploración del cuerpo humano y el modo como pueden emplearse en el tratamiento de las enfermedades.

Señalado así el objeto del curso, bien se comprende cómo al estudiar cada uno de los distintos agentes, es menester hacerlo ajustándose a esta definición para alcanzar el fin propuesto.

Por lo tanto, cada agente será estudiado: 1º teniendo en cuenta cuál es la acción que ejerce sobre el organismo; 2º cuál es su papel en el funcionamiento orgánico; 3º qué utilidad puede prestar en el exámen del hombre; y 4º finalmente, qué aplicaciones pueden hacerse de él, con finalidad terapéutica.

Por los estudios preparatorios realizados por los alumnos se hace inútil tratar, de modo amplio, las cuestiones correspondientes a Física general; y, por este motivo, sólo se recordará, en el curso de los estudios, lo indispensable de las teorías físicas fundamentales para comprender las aplicaciones médicas.

Conviene, también, recordar que si estos conocimientos hechos por los alumnos han sido elementales son sin embargo, bastante extensos, para ponerlos en aptitud de adquirir, con provecho, las enseñanzas que constituye este curso.

La docencia será sobria y concisa; e irá acompañada de demostraciones prácticas. Un gabinete completo es indispensable para este fin.

Desde el año pasado contamos felizmente con una completa instalación para la enseñanza de la Electrología; y estoy seguro que nuestro progresista Decano continuará en el camino ya empezado, dotando en la medida que nos sea posi-



PROFESOR DOCTOR .  
JUAN VOTO BERNALÉS  
CATEDRÁTICO PRINCIPAL DE FÍSICA BIOLÓGICA

ble a nuestro nascente gabinete a fin de que obtengamos todos los aparatos que nos faciliten nuestra labor.

En el estudio de las funciones sólo se tratará de la parte meramente física sin tocar terreno extraño, preparando, así, la mente del alumno para comprender y adquirir, más tarde, los respectivos conocimientos fisiológicos.

Muy particular consagración se prestará a la parte que se refiere a la aplicación de uno de los agentes físicos en la exploración de la clínica. Se estudiará y enseñará el manejo y fundamento de todos los aparatos que, basados en las nociones de la Física, prestan al clínico valioso concurso.

En lo que se refiere a la aplicación de los agentes físicos en el tratamiento de las enfermedades, tanto por corresponder esta parte al curso de Terapéutica, donde tiene el lugar que su importancia le señala, cuanto por la circunstancia de que los alumnos inician su aprendizaje médico, apenas será esbozada, reduciéndola a explicaciones sencillas y elementales. Si insistirá en hacer conocer bien el agente que se usa, el aparato que lo produce y las diferentes maneras como se puede y se debe aplicar.

Para terminar esta exposición de principios, la idea cardinal que me ha guiado ha sido la misma que BORDIER ha tenido al profesar su curso de Física Biológica, a saber: "El estudio de la Física no solamente permite explicar y comprender las manifestaciones mecánicas, eléctricas, caloríficas, luminosas de los seres vivos sino que, además, sirve al médico para aumentar sus medios de diagnóstico y terapéutica".

Nuestro programa lo hemos dividido en seis partes. En la primera parte nos ocuparemos de la Mecánica arterial; en la segunda estudiaremos las acciones moleculares; en la tercera el calor animal; en la cuarta la Acústica; en la quinta estudiaremos el Electro-magnetismo y en la sexta la óptica.

Pero antes de estudiar la primera parte entraremos en algunas consideraciones generales relativas a Física general: fenómenos físicos, fenómenos químicos, fisiológicos, leyes y teorías físicas.

Al estudiar los diversos estados de la materia que, como sabemos, se nos presenta en los siguientes estados: sólido, líquido, gaseoso, radio-activo y coloidal, describiremos muy especialmente este último.

La ciencia coloidal es el niño de nuestro siglo; y ya ella ha revolucionado nuestros métodos de pensar y de trabajar.

Ninguna rama de la ciencia humana puede pasársela actualmente sin el conocimiento de los coloides.

Esta palabra se encuentra en cada página de las publicaciones consagradas a la ciencia o a la industria; ella se pronuncia a cada instante por los médicos, los bacteriólogos, biólogos, químicos y físicos.

Nos ha parecido, pues, indispensable el iniciar nuestro estudio haciendo una ligera exposición de los resultados ya adquiridos acerca de este importante tópico de trascendental importancia en la resolución de los problemas biológicos y médicos.

Entre las diversas cuestiones que se refieren a la *Mecánica* del organismo humano se estudiará las palancas.

El organismo humano sabemos se compone de materias de diversa consistencia; bajo este punto de vista, se puede decir que está compuesto de materias líquidas y sólidas, observándose siempre que de estas últimas, de las sólidas, hay que distinguir dos variedades: las materias sólidas blandas y las materias sólidas duras y tenaces. Esta última materia, de consistencia dura y tenaz, forma unos órganos que se encuentran alejados en medio del organismo y que sirven, puede decirse, de eje a sus diferentes segmentos: son los huesos.

Estos órganos duros, en el organismo, desempeñan una función muy importante: son órganos encargados del movimiento; pero como órganos pasivos, pues son unos órganos blancos, los músculos, los que implantándose en sitios especiales de aquellos, les comunican, por una propiedad singular que poseen, la contractilidad, un desplazamiento.

Vemos, pues, que son los huesos y los músculos los que dan al cuerpo humano la facultad de trasladarse por entero, o trasladar sus segmentos doblándolos unos sobre otros. Y, además, que son los músculos, los que desempeñan el papel activo por la contractibilidad que naturalmente poseen.

Los huesos no vienen a ser, en tal caso, sino palancas distribuidas en el organismo, y que por la acción de los músculos hacen moverse sus diversos segmentos.

Estudiaremos, en primer lugar, sus condiciones de equilibrio y sus efectos y veremos, en seguida, cómo el organismo utiliza los tres géneros de palancas.

Pasamos después al estudio de la *Elasticidad* y su importancia fisiológica, así como el mecanismo de las fracturas.

En el estudio físico del cuerpo humano la *Antropometría*

*media* tiene gran importancia. Con este objeto se necesita evaluar la talla, el peso del cuerpo, el volumen, la superficie, la densidad media y el segmento antropométrico de BONCHARD.

Se tratará, en seguida, de la arquitectura del esqueleto y de las articulaciones. Los huesos sirven no solamente de palancas sino que desempeñan, también, un papel de sostén y un papel protector.

Al estudiar, pues, su arquitectura veremos en qué condiciones se realiza este doble papel del esqueleto, considerando, sucesivamente, la arquitectura y la resistencia de los huesos.

Pasamos después al estudio de las *actitudes*, considerando la estación del hombre y sus condiciones de equilibrio, la determinación del centro de gravedad y de la línea de gravedad, las actitudes patológicas y los cambios de actitudes.

La locomoción del hombre mediante los métodos cronofotográficos de MARE y cinematográficos de los hermanos LUMIÈRE.

Abordamos, a continuación, el estudio de la arquitectura y adaptación de los músculos, así como el trabajo muscular y sus equivalencias energéticas tanto al estado estático como dinámico. El estudio de la contracción muscular por medio de los miógrafos.

En el capítulo relativo a la *circulación* consideramos, en primer lugar, la parte relativa a la evolución cardíaca y después la circulación en los vasos.

Las diversas fases de la evolución cardíaca se traducen, exteriormente, por los *ruidos del corazón*, el *choque del corazón* y las *corrientes propias del corazón*. Haremos la explicación de todos estos fenómenos físicos y la descripción de los aparatos destinados a registrar el choque del corazón.

El electrocardiograma, o trazado de las variaciones eléctricas que se producen en el interior del corazón, no ha hecho su aparición en medicina sino desde hace pocos años; y ya los servicios que presta en patología cardíaca son de tal importancia que la mayor parte de los especialistas están, hoy día, de acuerdo para afirmar que una instalación de electrocardiografía es necesaria en todo servicio de hospital para el examen y tratamiento de los enfermos del corazón.

La electrocardiografía aparece, pues, desde ahora, como un método de exploración muy importante y que debe, por lo tanto, ser estudiado detalladamente.

Entre nosotros se está actualmente instalando un apa-

rato de este género en el Hospital «Dos de Mayo» y allí tendremos oportunidad de estudiar, prácticamente, este excelente medio de analizar la revolución cardiaca.

Pasamos, después, al estudio de la circulación en los vasos ocupándonos de los métodos indirectos que permiten evaluar la presión sanguínea a través de la pared arterial y los tejidos interpuestos.

Esta práctica que constituye uno de los medios de exploración más fecundos de la patología cardio-vascular se hace por medio de aparatos especiales que se conocen con el nombre de esfrinomanómetros.

Daremos a conocer su manejo mediante ejercicios prácticos, en el Hospital, y enunciando las reglas relativas a su empleo.

En la misma forma daremos a conocer los esfinógrafos o sean los aparatos inventados para el estudio del pulso arterial, así como el Pletysmógrafo y el Polígrafo.

Terminamos este capítulo sobre el estudio físico la circulación con algunas nociones sobre la Viscosimetría.

En el estudio físico de la respiración, tres órdenes de fenómenos pueden ser estudiados: los fenómenos mecánicos, los cambios gaseosos respiratorios y los ruidos de la respiración.

Entre los primeros tenemos que considerar los movimientos respiratorios de inspiración y espiración y los aparatos y métodos que permiten estudiarlos. El volumen respiratorio y su evaluación mediante los espirómetros.

En el capítulo relativo a los cambios gaseosos respiratorios consideraremos los fenómenos físicos que presiden a estos en los pulmones y en los tejidos.

Terminamos esta parte dando a conocer la auscultación y los aparatos destinados a este objeto.

La segunda parte de nuestro curso, o sea el estudio de las *acciones moleculares*, comprende, en primer, lugar las variaciones de la presión atmosférica y sus efectos sobre el organismo, describiendo, principalmente, el mal de las montañas, nuestro *soroche* y las principales aplicaciones terapéuticas, basadas en las variaciones de esta presión.

El estudio de la presión osmótica tiene gran importancia en la biología y en la medicina; conviene, por lo tanto, que el que se inicia en el estudio de esta ciencia posea nociones precisas sobre este capítulo de la Física. Daremos a conocer la ley de las presiones osmóticas, las soluciones isotómicas y la

investigación de la esotomía por los métodos directos e indirectos como por ejemplo la Crioscopia.

Hablaremos de los métodos de medida de la tensión superficial y por último de la capilaridad.

Trataremos, en seguida, del calor animal, estudiando primero las generalidades, el concepto de la temperatura y los instrumentos destinados a medirla para desarrollar, después, la calorimetría biológica, la termogenesis y la regulación térmica.

Capítulo especial dedicaremos al conocimiento tan importante, hoy, en clínica, del metabolismo basal, describiendo los métodos empleados para su determinación en las principales clínicas americanas.

Por último, mencionaremos las aplicaciones higiénicas y curativas de esta manifestación de la energía.

En la parte sobre la acústica, hemos reducido las nociones de acústica general a lo que nos ha parecido estrictamente necesario recordar para que el alumno pueda seguir, sin dificultad, la exposición de los fenómenos acústicos. En las teorías físicas de la audición y de la fonación nos hemos esforzado por poner en evidencia las bases físicas de estas teorías y de diferenciar las partes que se pueden considerar como adquiridas de las que permanecen aún hipotéticas.

Llegamos a una de las partes más importantes de nuestro programa o sea el relativo al estudio de la electricidad.

La electricidad con el mismo título que la luz, el calor, el movimiento, la energía química es una modalidad de la energía.

Estas diversas modalidades se transforman las unas a las otras; la electricidad se obtiene por transformación de las otras modalidades; ella parece, por otra parte, ser hasta aquí aquella que se transforma más fácilmente en las otras.

Su empleo en terapéutica está basado sobre la facilidad de esas transformaciones que le permiten obtener efectos químicos, mecánicos, térmicos, etc., sea conjuntamente los unos a los otros, sea asiladamente. Está basado, además, sobre la diversidad de formas corrientes, formas muy numerosas de las que cada una presenta caracteres físicos particulares que le permiten obtener reacciones fisiológicas propias.

En fin, una misma corriente puede, según detalles de aplicación, tener efectos muy diferentes los unos de los otros. Así, al decir que se trata a un enfermo por la electricidad no tiene menos valor que cuando se hace uso de la farmacopea;

la electroterapia dispone de un verdadero arsenal terapéutico, de un conjunto de medicaciones absolutamente distintas las unas de las otras, e importa, en caso particular, el determinar no solamente la corriente que se emplea, sino la técnica, la dosis, la duración, etc.

La electricidad es, pues, hoy día un agente bien conocido, matemáticamente dosable, que posee una posología precisa.

La electricidad es, lo más a menudo, utilizada en medicina bajo la forma de *electricidad estática*, de *corrientes continuas* o *galvánicas*, de *corrientes inducidas* o *farádicas*, de *corrientes de alta frecuencia*, de *diatermia*.

En el estudio de cada una de estas modalidades describiremos los aparatos que permiten producir cada una de ellas; en seguida, su acción fisiológica sobre el organismo; las diversas maneras de aplicarlas y sus principales indicaciones terapéuticas.

Hablaremos de las indicaciones químicas de las corrientes galvánicas o sea de los fenómenos de electrolisis y consideraremos, últimamente, la aplicación de los fenómenos electrolíticos a la introducción de los medicamentos en el organismo o sea de la sonoterapia.

Conocidos estos capítulos estamos ya en aptitud de ocuparnos del Electro-diagnóstico o sea del conjunto de los procedimientos de investigación que el médico toma de la energía eléctrica, bajo una cualquiera de sus formas para aclarar sea el diagnóstico, sea el pronóstico de algunos estados patológicos.

Tratamos a continuación de la Radio-actividad, sus propiedades, ocupándonos principalmente del Radio, su acción sobre el organismo, sus diferentes formas de utilización terapéutica y los métodos de aplicación.

Entramos a la sexta y última parte de nuestro programa, o sea la referente a la *Optica*.

En esta parte haremos la descripción anatómica del aparato de la visión. Estudiaremos en seguida el ojo esquemático.

En los siguientes capítulos entraremos en el estudio de la *agudeza visual*, del *campo visual*, para pasar a explicar el fenómeno fisiológico de la *Acomodación*.

Nos ocuparemos a continuación de los defectos de refracción del ojo o sea del estudio del ojo *ametiope*, considerando las tres variedades: *miopía*, *hipermetiopía* y *astigmatismo*.

Seguimos con el estudio de la *Endoscopía* haciendo la descripción de los aparatos destinados a este objeto y, en seguida, abordamos el *estudio físico* y la *acción biológica de la luz*, así como de su empleo como agente curativo o sea de la *Fototerapia*, describiendo los diferentes modelos de lámparas de cuarzo, la técnica de su aplicación y sus indicaciones terapéuticas.

Terminamos nuestro curso con el capítulo referente a la *técnica microscópica general*. Describiremos el microscopio, la parte mecánica y la parte óptica, y hacemos que los alumnos dirigidos por el jefe de trabajos prácticos se familiaricen con su manejo, así como en todo lo referente a la técnica general, como son: las preparaciones microscópicas y los principios generales de coloración, fijación e inclusiones.

Tales son, señores catedráticos, ligeramente esbozados, los puntos fundamentales del programa que he tenido el honor de presentaros, el que ofrezco desarrollar completamente y espero de la benevolencia de ustedes se sirvan prestarle su aprobación.

He dicho.