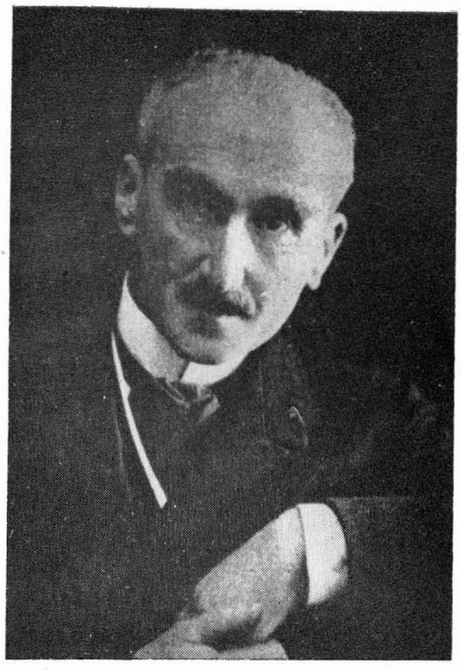
verdadero de la cultura —la continuidad— y que nuestros regímenes intelectuales proceden por contradicciones, así como nuestros regímenes políticos se suceden por revoluciones. Aquellos maestros predecesores habían dejado de interesarse por lo que pasaba en el mundo de las ideas: ya no leían, y sólo se percataron de nuestra "desobediencia" cuando ya agrupábamos en torno a nosotros a las juventudes universitarias. El nombre de usted había venido a ser para nosotros un santo y seña. Poco después, nos hicimos cargo de las cátedras en la Escuela de Altos Estudios. Todo iba bien, pero sobrevino la revolución.

Con todo, y en medio de los contratiempos, la obra ha continuado. A fines de 1913 y comienzos del siguiente año (yo me hallaba entonces en París, en funciones diplomáticas), mis amigos organizaron una nueva serie de conferencias, y esto en plena revolución y, lo que es todavía más simpático, en una librería, la Librería General de Enrique del Moral. Antonio Caso expuso entonces la "filosofía de la intuición". Acompaño a esta carta un ejemplar de la revista estudiantil *Nosotros* (título harto expresivo), donde podrá usted ver la conferencia de Caso y acompaño también unas fotografías de la Librería General y del grupo en que aparece el conferenciante, entonces Director de la Escuela de Altos Estudios.

La librería ya no existe, y no estoy enteramente tranquilo respecto a la suerte de la escuela.

Permítame usted que le ofrezca, a título de mexicano y de modesto colaborador en aquella reforma intelectual, este recuerdo de su influencia en un país distante y sufrido. Me parece un documento humano no exento de valor en cuanto a las posibilidades del espíritu ante los embates de la sombra.

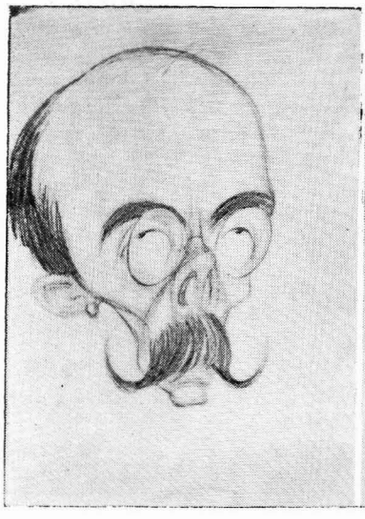


HENRI BERGSON

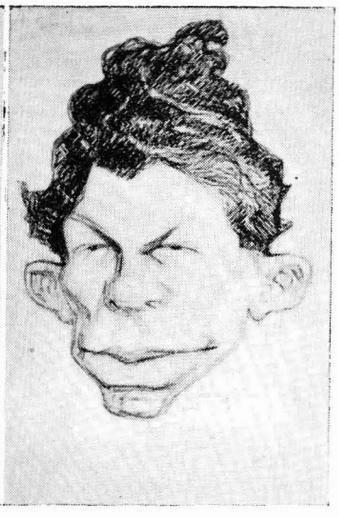
Acepte usted, respetable maestro, las expresiones de mi más profunda admiración y mi muy alta consideración.—A. R., ex Secretario de la Escuela de Altos Estudios de México, y fundador, en la misma escuela de la cátedra de historia de la lengua y la literatura españolas.

El 8 de mayo, en la recepción de los académicos, el filósofo preguntó por mí, hizo un aparte en mi compañía, y durante más de media hora me interrogó con vivo interés sobre todos los extremos de la carta anterior. "Mis mejores votos —me dijo tendiéndome la mano— para el porvenir de la inteligencia mexicana."

A título de recordación, pongo aquí el programa de las conferencias inauguradas en la Librería General el 22 de noviembre de 1913: la *Literatura mexicana*, por Luis G. Urbina, Director de la Biblioteca Nacional; la *Filosofía de la intuición*, por Antonio Caso, Director de la Escuela de Altos Estudios; *Don Juan Ruiz de Alarcón* (conferencia célebre en los fastos de la crítica mexicana), por Pedro Henríquez Ureña, catedrático de la Escuela de Altos Estudios; *La música mexicana*, por Manuel M. Ponce, profesor del Conservatorio Nacional; *El último libro de Maeterlinck*, por el P. Manuel Díaz Rayón, S. J.; *Un epicúreo*, por Gonzalo de Murga; *La novela mexicana*, por Federico Gamboa, C. de la Real Academia Española; *La arquitectura colonial en México*, por Jesús T. Acevedo, profesor en la Escuela de Arquitectos y Academia de Bellas Artes.

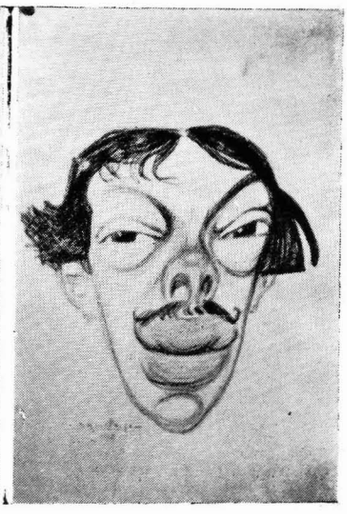


GAMBOA



HENRÍQUEZ UREÑA

EL P. DÍAZ RAYÓN



J. T. ACEVEDO

# LA BIOFISICA

*Su campo de acción, su importancia en la investigación científica y en la enseñanza.*

## *Por Manuel TAGÜEÑA*

LA IMPORTANCIA de la *Física* y la *Química* para las *Ciencias Biológicas* es hoy indiscutible. La *Química Biológica* o *Bioquímica* ha conquistado hace tiempo sus derechos de disciplina independiente. Sin embargo, la *Física Biológica* o *Biofísica*, de origen más reciente, no tiene sus fronteras bien delimitadas y no está incorporada en la medida necesaria a los planes de estudio y de investigación. Ultimamente aparecen con frecuencia en las revistas científicas, trabajos en los que se discute el papel que debe jugar la *Biofísica* especialmente en la enseñanza.

La *Física Biológica* fué definida hace ya tiempo por *Burns* como la aplicación de las leyes físicas y físico-químicas en las acciones de los organismos vivos. Más tarde fué creciendo y ampliándose un nuevo aspecto de la *Biofísica*; la acción de los agentes físicos sobre los organismos. En los tratados biofísicos modernos, como los de *Stuhlman, Lea, Darmois* y *Stacy* ocupan las influencias físicas, principalmente de las radiaciones, un lugar preferente. Hay, además, un gran número de aparatos y de métodos de investigación físicos de gran utilidad en *Biología*. La importancia creciente de estos potentes auxiliares exige cada día más de los biólogos, el poseer profundos conocimientos físicos.

Al emplear las leyes físicas en la interpretación de las funciones vitales de los organismos, la *Física* ayuda eficazmente a la *Fisiología*. Todos los problemas físicos están aquí representados. La mecánica es la base del estudio del movimiento y del equilibrio de los organismos (la *Biomecánica* del aparato de sustentación y locomoción del hombre, la del aparato digestivo, etc.). La elasticidad y su límite se aplica al estudio de los distintos tejidos en cuanto a su resistencia a los agentes mecánicos, como en el caso de las fracturas óseas. La hidrodinámica y la viscosidad intervienen en la circulación de la sangre. La aeromecánica y la difusión de los gases tienen su importancia al tratar de la respiración. Lo mismo puede decirse de la energética en la acumulación, cambio y liberación de energía por los organismos. La terminología explica los cambios caloríficos y la regulación física de la temperatura en los organismos. La tensión superficial altera la circulación en los capilares. Las vibraciones mecánicas y las ondas sonoras explican la fonación. La física coloidal, la ósmosis, los fenómenos de superficie y los electrolitos se relacionan con el problema de permeabilidad en células y membranas. La distinta concentración de los iones

y su variación origina los potenciales bioeléctricos, las corrientes de acción musculares y la transmisión de los impulsos nerviosos, etc., etc.

Gran importancia tiene la parte física de la percepción sensorial de los receptores de todo tipo. Especialmente son importantes las interpretaciones físicas de los sentidos del oído y de la vista que son objeto de estudio de la *Acústica* y de la *Optica Fisiológicas*. Además de los agentes físicos adecuados que actúan sobre los sentidos, actúan otros muchos inadecuados. La influencia de los agentes mecánicos, vibraciones, sonidos y ultrasonidos los trata la *Mecanobiología*. La acción del calor la *Termobiología*. La de la electricidad la *Electrobiología*. El efecto de la luz y de las radiaciones ultravioletas e infra-rojas, la *Fotobiología*. La acción de todas las demás radiaciones es el objeto de la *Radiobiología*, que ha alcanzado un desarrollo extraordinario, con destacados investigadores como *Bacq, Hollaender, Lea* y otros, y que figura en lugar importante en numerosas reuniones científicas internacionales. En el próximo Congreso Mundial de *Radiología* que se celebrará en la ciudad de México, del 22 al 28 de julio de 1956 habrá también una sección especial radiobiológica.

En cuanto a la ayuda de la *Técnica Física* en la investigación biológica pueden enumerarse, en relación interminable, todas las aplicaciones: Los variados aparatos mecánicos, ópticos, eléctricos y electrónicos empleados para registrar las múltiples funciones de los organismos. La centrifugación y la ultracentrifugación. Los microscopios de todo tipo tanto ópticos como electrónicos. La microfotografía con luz normal, ultravioleta e infraroja. La cromatografía, la polarografía, la espectrografía, la electroforesis, la calorimetría y la termometría. Además los polarímetros, sacarímetros, refactómetros, colorímetros, fotómetros, nefelómetros, oxímetros, hidrogeniómetros, hemoglobinómetros, tensiómetros, viscosímetros, estalagmómetros, etc., etc. Como puede verse en la última monografía de *Comar* se amplía cada vez más el empleo de los radioisótopos como indicadores para descubrir los procesos del metabolismo.

La *Física Médica* no es más que una parte especial de la *Biofísica* dedicada a los problemas relacionados con la medicina. Con ello se amplía extraordinariamente su campo de acción, ya que las *Ciencias médicas* tienen como misión principal el aplicar los conocimientos de *Biología* y *Fisiología* humanas, a los estados anormales, a la manera de cómo deben prevenirse, conocerse y curarse las enfermedades. La *Física médica* debe comprender, por tanto, no sólo los fundamentos biofísicos ya enumerados, sino también los de la *Fisiatría* (*Medicina física*), tan magníficamente tratados de la forma más amplia, en la monumental colección de monografías reunidas por *Otto Glasser* bajo el título de *Medical Physics*.

La *Fisioprevención* representa la ayuda que los físicos prestan a la *Higiene* en su lucha para evitar que las enfermedades se produzcan, así como para impedir que se originen daños de cualquier tipo a la salud del hombre. Aquí entran los métodos y aparatos que permiten precisar las condiciones del microclima y mejorarlas (ventilación, iluminación, aire acondicionado, etc.). Hoy, sobre esta base se desarrolla una potente *Física sanitaria*, dedicada especialmente a proteger al personal de los laboratorios que trabajan con radiaciones, estableciendo las dosis de tolerancia de las mismas. Parte de la prevención son también los métodos físicos de esterilización y de lucha contra las infecciones, así como los activos, empleando agentes físicos para reforzar al organismo e impedir que sea víctima de las enfermedades (como, por ejemplo, la irradiación con rayos ultravioleta como prevención para impedir el raquitismo).

La *Fisiodiagnosis* utiliza cada vez más ampliamente los más variados métodos físicos y físico-químicos en los análisis clínicos. Pero además de esta ayuda indirecta existen hoy una gran cantidad de métodos fisiodiagnósticos directos, aparte de los importantes aparatos especiales para la medida y la registración de la respiración, la temperatura, la presión y otras funciones del organismo humano. Además de los antiguos métodos físicos: *Auscultación* y *Percusión* tenemos los distintos *Endoscopios*, aparatos ópticos que permiten observar todas las cavidades del organismo, la *Electrocardiografía*, medida de las corrientes de acción que acompañan al trabajo del corazón, los métodos análogos de medida de potenciales bioeléctricos (*Electroencefalografía, Electromiografía, Electrorretinografía*, etc.). También se emplean mucho las reacciones a las corrientes eléctricas (*Electrodiagnosis*). La distinta penetración de los rayos X en los tejidos, junto con el empleo de substancias de gran absorción que se introducen en las cavidades o en los vasos sanguíneos, o la inyección de aire, que al contrario, presenta poca absorción, dieron origen a las variadas técnicas de la *Roentgenodiagnosis*. Ultimamente son de gran actualidad los isótopos radioactivos (*Radiodiagnosis*) y los ultrasonidos, en su empleo, por ejemplo, en la localización de los tumores malignos.

La *Fisioterapia* (*Medicina física* en su sentido más restringido) es la aplicación biofísica, que trata de la acción de los agentes físicos en los organismos. Los tratamientos curativos empleados se distribuyen entre la *Mecanoterapia* (comprendidas las acciones de los ultrasonidos en las que tanto se ha destacado *Pohlmann*), la *Termoterapia* (los agentes caloríficos directos, el clima y los baños), la *Electroterapia* (corrientes galvánicas, farádicas, alternas y de alta frecuencia), la *Fototerapia* (rayos solares, luz visible, rayos infra-rojos y ultravioletas), la *Roentgenoterapia* con los rayos X y finalmente, en un sentido limitado, la *Radioterapia* (empleo de todas las demás radiaciones como son las de los isótopos radioactivos, electrones de gran energía y neutrones). En un sentido más amplio bajo esta última se comprende la acción de todas las radiaciones de cualquier clase incluso, por extensión, de los ultrasonidos. Hay que referirse aquí a una serie de aparatos auxiliares imprescindibles hoy al médico y al cirujano en el ejercicio de su misión curativa. Es suficiente indicar los que basados en la hidrodinámica permiten llevar a cabo drenajes, infusiones, trasfusiones, etc., así como los aparatos electrónicos cada vez más frecuentes en las clínicas, los sistemas modernos empleados en anestesiología, la cirugía con corrientes de alta frecuencia, los microscopios clínicos, los pulmones de acero y eléctricos, los nuevos procedimientos abrasivos en odontología, etc., etc.

Así queda esbozada la amplitud y la importancia del campo de acción de la *Biofísica*, en el que se encuentran tanto el físico con inclinaciones biológicas, como el médico que se interesa por los problemas físicos. En varios países existen ya múltiples laboratorios biofísicos, tanto independientes como anexos a los centros de Enseñanza Superior. Hay ya varias revistas exclusivamente biofísicas, además de los incontables trabajos de esta especialidad que aparecen en otras afines. En varias publicaciones bibliográficas figura ya un apartado especial para la *Física biológica*. A principios de 1956 se va a constituir en los Estados Unidos de América la *Sociedad de Biofísica*. Una sociedad análoga existe en Argentina.

Si comparamos los avances de la *Biofísica* en el terreno de la investigación científica con el puesto que ocupa en la enseñanza, hay que reconocer que en esta última no se le ha concedido a la *Física biológica* la importancia que merece. Esto tiene una mayor trascendencia, ya que distintas encuestas han demostrado las fallas en la preparación de médicos y biólogos y se recomienda la introducción de cursos de *Biofísica* allí donde todavía no están organizados. Por otra parte, la experiencia de los que ya funcionan, como el de la Universidad de Tulane en Luisiana, es altamente favorable. Estos cursos están hoy tan justificados, como la existencia en los planes de estudio, hoy indiscutible, de los de *Bioquímica*. Basta para resaltar la importancia de los temas físico-biológicos, las perspectivas que se abren para la *Biología* y la *Medicina* con el uso pacífico de la energía atómica. Naturalmente que los cursos de *Biofísica* deben tener un carácter general que abarque sólo la parte fundamental de esta materia. Después las infinitas aplicaciones biofísicas se pueden tratar dentro de la *Fisiología* y de las restantes disciplinas y en los estudios médicos junto con las asignaturas preclínicas y clínicas. No existe hoy un criterio único de lo que debe comprender un curso de *Física biológica*. Existen grandes variaciones entre los programas que corresponden a las escuelas de *Ciencias Biológicas* y a las de *Medicina*. El problema concreto debe ser resuelto por cada universidad con arreglo a la preparación media de los alumnos y *subordinado siempre a las necesidades de las disciplinas especiales que requieren la ayuda de la Física*. Lo que es indudable es la conveniencia de que el curso básico de *Biofísica* exista. No es un obstáculo la escasez actual de libros especiales de texto, pues está en parte compensada con los numerosos libros de consulta y monografías de todas clases, que han sido publicadas.

Estamos seguros de que la *Física biológica* tiene un brillante porvenir. Creemos justificadas las esperanzas expresadas por *Johnson*, en una de las últimas reuniones de la *Asociación Americana por el Progreso de la Ciencia*, cuando dijo acerca de esta disciplina que *"está desarrollándose rápidamente y uno puede mirar hacia adelante con confianza en que la Biofísica alcanzará resultados tan espectaculares como la Física nuclear y de no menos importancia para la humanidad."*