

Carl Ludwig (1816-1895): Pionero de la fisiología moderna y de la enseñanza médica

Especial para Galenus
Marco Villanueva-Meyer, MD

Muchos de los conocimientos y avances en medicina se basan en la fisiología, campo en el cual se siguen desarrollando incontables estudios en todo el mundo. Carl Ludwig destacó como uno de los pioneros de la fisiología moderna, por sus descubrimientos y logros y, sobre todo, por haber sido el líder del Instituto de Fisiología de Leipzig. Bajo su dirección, este se convirtió en el centro de entrenamiento y formación de científicos de todo el mundo, quienes luego se encargaron de difundir el método moderno de investigación científica que Ludwig promovía.

Entorno histórico

En el siglo XIX cambiaron muchas cosas en Europa a raíz de la industrialización. Hubo un desplazamiento poblacional del campo a las grandes ciudades y se transformaron las condiciones sociales, de higiene y de asistencia médica. Pero estos cambios no evitaron problemas de epidemias, de guerras y de hambrunas.



Carl Ludwig (1859, litografía, Biblioteca Nacional de Austria, Viena)

Particularmente en Alemania el desarrollo industrial favoreció el progreso de las ciencias. Las cerca de veinte universidades mantenidas por los reyes o príncipes de los Estados pequeños ayudaron a la descentralización y

crearon una competencia para el desarrollo. Estas contaban con científicos pagados por el Estado, a tiempo completo y que podían impartir la enseñanza en el mismo lugar donde hacían sus investigaciones. De esa manera, a mediados del siglo XIX, Alemania se convirtió en la primera potencia mundial en el desarrollo de nuevos descubrimientos.

En ese entorno de cambio de un enfoque *vitalista e inductivo* a uno *hipotético deductivo*, surgió la figura de Carl Ludwig como un pionero en fisiología. En Francia ya destacaba Claude Bernard y, en Alemania, tenía un rol importante Johannes Müller. El progreso de la física y de la química favoreció el desarrollo de métodos de observación exactos. Sin embargo, no había laboratorios ni equipamiento, y todo estaba por hacerse. Allí creció la figura de Ludwig por su persistencia en las investigaciones y, sobre todo, por el desarrollo de su instituto en Leipzig, que fue por años el centro mundial de la enseñanza de fisiología.

Inicios y estudios en Marburg (hasta 1849)

Carl Friedrich Wilhelm Ludwig nació en Witzhausen, ciudad al centro de Alemania. Luego de terminar la escuela secundaria, ingresó en 1834 a estudiar Medicina en la Universidad de Marburg, donde se graduó en 1839, habiendo cursado algunos semestres en Erlangen y Bamberg. Después fue nombrado prosector y, en 1846, profesor de Anatomía Comparada.

Desde un inicio, él favoreció las explicaciones en base a la función, a la física y a la química en contra de la corriente vigente en aquel tiempo que apoyaba explicaciones vitalistas y de fuerzas secretas o divinas. Recibió

la influencia del físico Bunsen, que enseñaba en Marburg y que despertó su ingenio creativo, que lo llevó a desarrollar nuevos equipos y conceptos de trabajo. Su tesis fue sobre el estudio del mecanismo de secreción de la orina. En ella, cambió los conceptos vigentes y habló de los glomérulos, de la presión sanguínea y de la reabsorción de agua en los túbulos renales. Así, él fue el primer científico en describir la filtración glomerular.

En Zúrich (1849-1855) y en Viena (1855-1865)

En 1849 Ludwig se casó con Christine Endermann y, también en ese año, aceptó la cátedra de Anatomía y Fisiología en la Universidad de Zúrich. Allí trabajó junto a científicos jóvenes que luego fueron muy importantes. En 1852, editó el primer volumen del *Tratado de Fisiología Humana* y unos años después el segundo. Esta obra es considerada el primer tratado moderno de fisiología.

En 1855, viajó a Viena a dirigir el Instituto de Fisiología de la Real e Imperial Academia de Medicina Militar de Viena, también conocido como el Josephinum. Allí inventó el quimógrafo, para medir movimientos continuos sin interrupción, como los cambios de la presión sanguínea o los movimientos respiratorios o musculares. Otro de sus inventos fue una bomba de sangre de mercurio que permitía la separación de los gases respiratorios de la sangre. También definió procesos del intercambio de gases y del movimiento de la linfa, y descubrió el centro vasomotor que regula la presión arterial, así como otros procesos homeostáticos. Estuvo 10 años en Viena, a pesar de que no le gustaban sus estrictas reglas de funcionamiento y la burocracia institucional.

Leipzig: el Instituto de Fisiología (1865-1895)

En 1865 aceptó el cargo de Decano de la recién creada Facultad de Fisiología en la Universidad de Leipzig. Ludwig se benefició de las reformas de las autoridades que destinaron esfuerzos y presupuesto para investigación. A él se le pidió colaboración para planificar y construir un Instituto de Fisiología (*Neue Physiologische Anstalt*) que fue su obra cumbre.

El Instituto tenía forma de E mayúscula; al medio estaba el salón de conferencias para más de cien alumnos. En el ala derecha estaba el departamento de anatomía y

microscopía y en el ala izquierda el de química. El edificio central era el área de experimentación fisiológica. Este diseño buscaba adentrarse en los problemas fisiológicos combinando el estudio de la anatomía en coordinación con el de los cambios fisicoquímicos. El Instituto de Leipzig se convirtió en modelo de 11 institutos similares que se construyeron en otras universidades de habla alemana entre 1870 y 1890, además de otros en el mundo.

Ludwig trabajó en este laboratorio durante 25 años hasta su muerte en 1895. En el mismo prosiguió los estudios que había iniciado en otros lugares, como los de la regulación de la circulación y el transporte de los gases respiratorios. También investigó la viabilidad de órganos aislados y perfundidos como el corazón, riñón e hígado, en la secreción de glándulas, la fisiología de la sangre, de la linfa y del músculo, no sólo desde el punto de vista fisiológico, sino que incluyó también el histológico y bioquímico.

Para alcanzar los objetivos que perseguían Ludwig y sus discípulos, era necesaria la experimentación sobre distintas funciones vitales. Para este fin necesitaron nuevos instrumentos y Ludwig creó varios de ellos.

El Instituto fue en su momento el más productivo de Europa. De allí salían publicaciones en forma constante, siendo curioso que Ludwig muchas veces no firmó los trabajos que hizo con sus discípulos. Esto hizo difícil el estudio completo de su obra. El Instituto de Leipzig debió su existencia a la energía de Ludwig y a la libertad que le dio el Gobierno de Sajonia. Fue reconocido como el más completo establecimiento de este tipo en el mundo.

Una de las características que marcó el éxito del laboratorio de Ludwig fue la relación que mantuvo con su equipo de trabajo: destacaba el trabajo duro y el entusiasmo por la investigación. Tenía la capacidad de juzgar las habilidades propias de cada uno de sus asistentes y de usarlas al encomendar las tareas a cada uno. Para él, la enseñanza era tan importante como los experimentos y destacaba la unidad entre teoría y práctica. Sus charlas eran muy animadas y despertaba el entusiasmo de sus alumnos, pero sin dejar de transmitir e insistir en la meticulosidad característica de su trabajo. Era muy positivo y accesible y muy querido por sus discípulos. Influenció a muchos de sus alumnos y llegó a tener unos 300

colaboradores. Su fama rebasó fronteras y tuvo estudiantes de todo el mundo, llegando en algún momento a haber más extranjeros que alemanes entre ellos.

El instituto de Leipzig siguió en pie después de la muerte de Ludwig. Pero, al final de la Segunda Guerra Mundial fue destruido por los bombardeos.

Discípulos famosos

Al poco tiempo de inaugurarse el Instituto de Fisiología de Leipzig (1869), este se convirtió en la meca de la fisiología, a donde acudían jóvenes investigadores de todo el mundo. Ludwig tuvo incontables alumnos y colaboradores que luego de formarse con él fueron internacionalmente reconocidos y dirigieron nuevos institutos de fisiología en muchos lugares. Por ejemplo, Adolf Fick dirigió el de Wurzburg, Otto Frank el de Múnich y el estadounidense Henry P. Bowditch en Harvard –fue uno de los fundadores de la American Physiological Society–. En Johns Hopkins estuvieron William H. Welch a cargo de Patología, Franklin P. Mall en Anatomía y John J. Abel en Farmacología. Estos últimos introdujeron también en los Estados Unidos el método alemán y los elementos importantes de la universidad alemana: docencia e investigación. Otro alumno de Ludwig fue el ruso Iván Pavlov, el primer fisiólogo que recibió el Premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1904. Otro destacado visitante de Ludwig fue Christian Bohr, –padre y abuelo de ganadores de Premios Nobel–, que fue catedrático de Fisiología en Copenhague, donde también fue Rector de la universidad. El italiano Angelo Mosso llegó a ser catedrático de Fisiología y de Farmacología en Turín.

Reconocimientos

Carl Ludwig recibió múltiples reconocimientos. En 1884, le fue concedida en Inglaterra la Medalla Copley. Fue miembro de la Academia Leopoldina (1867), miembro honorario de la Universidad de Moscú (1874), Medalla Cothenius (1876), miembro de la Royal Society, miembro de la Orden Maximiliana de Baviera, ciudadano de honor de Leipzig, y miembro de la Academia Estadounidense de Artes y Ciencias (1882) y de la National Academy of Sciences (1893). También, fue miembro de las Academias de Ciencias de Berlín, Viena, Múnich, Leipzig, París, San Petersburgo, Roma, Turín, Estocolmo y Upsala, entre otras.

En 1932, la Sociedad Alemana de Cardiología creó un premio con su nombre (Medalla honoraria Carl Ludwig), que se entrega a los más destacados científicos en el área de investigación cardiovascular.

Un cráter lunar (Ludwig) lleva su nombre.

Comentario

Carl Ludwig realizó grandes contribuciones a las diversas ramas de la fisiología (a excepción de la fisiología de los sentidos). Promovió un cambio en el método de estudio de la fisiología, y planteó nuevos métodos que integraban la física, la química y la anatomía.

Tuvo gran importancia como profesor y como fundador de una escuela. Bajo su dirección, el Instituto Fisiológico de Leipzig se convirtió en un centro organizado de investigación fisiológica mundialmente reconocido. 

Referencias

- Fye WB. Carl Ludwig and the Leipzig Physiological Institute: A factor of new knowledge. *Circulation*. 1986; 74(5): 920-928.
- Davis JM, Thurau K, Häberle D. (1996). Carl Ludwig: the discoverer of glomerular filtration. *Nephrol Dial Transplant*. 1996; 11(4): 717-20.
- Fresquet Febrer JL. *Universitat de València*, Nov (2020)
- Neil E. Ludwig and his pupils. *Circulation Research*. 1961; 9(5): 971- 8.
- Ortega R. Carl Ludwig y el fenómeno de la industrialización como triunfo del mecanicismo fisiológico. *Ludus vitalis*, 2013. 21(39): 67-85.
- Thurau K, Davis JM, Häberle DA. Carl Wilhelm Ludwig: the founder of modern renal physiology. *Pflugers Arch*. 1996; 432(3): Suppl: R68-72.
- Zimmer HG. The contributions of Carl Ludwig to cardiology. *Can J Cardiol*. 1999; 15(3): 323-329.
- Kremer RL. Building institutes for physiology on Prussia, 1836-1846. *The Laboratory Revolution in Medicine*. Cambridge UPress. 1996: 73.
- Rosen G. Carl Ludwig and his American students. *Bulletin Institute History of Medicine, Johns Hopkins University Press*, (1936) 4(8):613.
- Zimmer HG. Carl Ludwig: The man, his time, his influence. *European Journal of Physiology*, 1996: 432: p. R20.



Physiologisches Institut, Leipzig. Inaugurado 1869.