

UN RECORRIDO POR LA VIDA Y LA OBRA DE RAFAEL LORENTE DE NO.¹

RODRIGUEZ, F ; MAYORAL, J & SALAS, C.
Laboratorio de Psicobiología.
Universidad de Sevilla.

RESUMEN

Con motivo de la reciente muerte de Rafael Lorente de Nó, nos propusimos dar a conocer un esbozo general de su vida y su obra. Labor necesaria si tenemos en cuenta el notable desconocimiento existente en España de su figura y de la magnitud de su producción científica. Se presentan una reconstrucción de su biografía y un somero análisis de su obra, en un recorrido científico que abarca desde sus primeros trabajos en España junto a Cajal, hasta los últimos realizados con Vicente Honrubia en Estados Unidos. Se resalta, ante todo, sus importantes contribuciones en diversos campos de la Neurociencia, que sólo ahora empiezan a ser reconocidas.

ABSTRACT

Due to the recent death of Dr. Rafael Lorente de Nó, we have tried to let everyone know about his life and work. We have thought of this as a necessity because of the actual unknowledge in the country were his was born, Spain. This paper includes his biography and a part of his scientific production, beginning with his first steps with Cajal in Spain, up to the last with years Vicente Honrubia in United States. It is remarkable his important contribution to different branches of Neurosciences, which only now it is starting to be recognized.

A pesar de que un gran número de profesionales de diferentes campos de la Neurociencia y disciplinas afines reconocen la excepcional importancia de la producción científica de Rafael Lorente de Nó, existe en España un notable desconocimiento de su figura y de la magnitud de su producción científica. A raíz de este hecho, y con motivo de su reciente muerte, nos propusimos investigar y dar a conocer los detalles de su vida y su obra. El comienzo de la tarea fue desalentador: los datos biográficos disponibles eran muy escasos y fragmentarios, casi inexistentes. Hubimos de recurrir, por tanto, para continuar nuestra labor, a sus trabajos originales, a sus familiares y a sus amigos y compañeros de trabajo en Estados Unidos y en España, a quienes desde aquí expresamos nuestro profundo agradecimiento. Conforme nuestras pesquisas iban arrojando luz sobre el

¹ La R.H.P. cumpliendo el acuerdo establecido con la S.E.H.P., publica esta comunicación presentada en la Reunión de Sevilla, y que no fue incluida por error, en las Actas correspondientes.

discurrir de su vida y su obra, fuimos siendo cautivados por la fuerza de su personalidad y la originalidad y diversidad de sus trabajos, y a la vez, entrando cada vez más en el convencimiento de que, en este caso, la realidad superaba con mucho al mito formado entorno a este hombre excepcional. La influencia de sus hallazgos experimentales y sus conceptos teóricos se hace patente en la actualidad no solo en el campo de la Neuroanatomía y la Neurofisiología, sino también en la Psicofisiología e incluso en la Cibernética.

Rafael Lorente de Nó nació en Zaragoza el 8 de Abril de 1902, ciudad donde comenzó sus estudios de Medicina, iniciándose en el estudio del sistema nervioso bajo la tutela de Pedro Ramón y Cajal, quien tras percibir sus excelentes facultades le aconsejó se trasladara a Madrid. Allí finalizó sus estudios y colaboró largo tiempo con Santiago Ramón y Cajal de quien llegó a ser uno de sus últimos discípulos y con el que entabló una relación entrañable que marcaría para siempre su vida y su obra

Son fruto de esta primera época una serie de trabajos morfológicos, publicados en su mayoría en la revista editada en el laboratorio de Cajal - Trabajos del Laboratorio de Investigaciones Biológicas de la Universidad de Madrid-. El primero de sus trabajos lo publicó cuando sólo tenía 17 años - "Nota acerca de las alteraciones de los centros nerviosos en la coccidiosis hepática del conejo"- (Lorente de Nó, 1920, 1921a) Poco tiempo después publicó un trabajo sobre regeneración de la médula espinal de la larva de batracio que aún hoy es de marcada actualidad (Lorente de Nó, 1921b). A partir de aquí y hasta 1924 centró su trabajo principalmente en la morfología de las vías vestibulo-cocleares (Lorente de Nó, 1922b, c, 1924a) y la corteza cerebral (Lorente de Nó, 1922a, 1923) Con su importante trabajo de 1922 sobre "La corteza cerebral del ratón", el joven Lorente de Nó no dudó en oponerse a las ideas del omnipotente Ramón y Cajal. En efecto, al describir en la corteza del ratón una gran variedad de tipos neuronales, al menos de tanta riqueza morfológica y estructural como los encontrados en la corteza humana, puso en tela de juicio la hipótesis de Cajal de que las cualidades propias del intelecto humano podrían tener su fundamento en el gran número y complejidad de tipos celulares del córtex cerebral (Ramón y Cajal, 1955) Aunque este trabajo amplió considerablemente el número de tipos celulares revelados por el método de Golgi descritos hasta entonces por Ramón y Cajal, éste aceptó el trabajo de Lorente de Nó sin introducir modificaciones. Esta forma iconoclasta y enérgica de enfrentarse a los problemas científicos es una constante en la obra de Lorente de Nó. Sin embargo, a pesar de ésto, y de que Lorente rechazaría posteriormente numerosas ofertas para volver con Cajal, la relación entre ambos fue siempre cordial. De hecho,

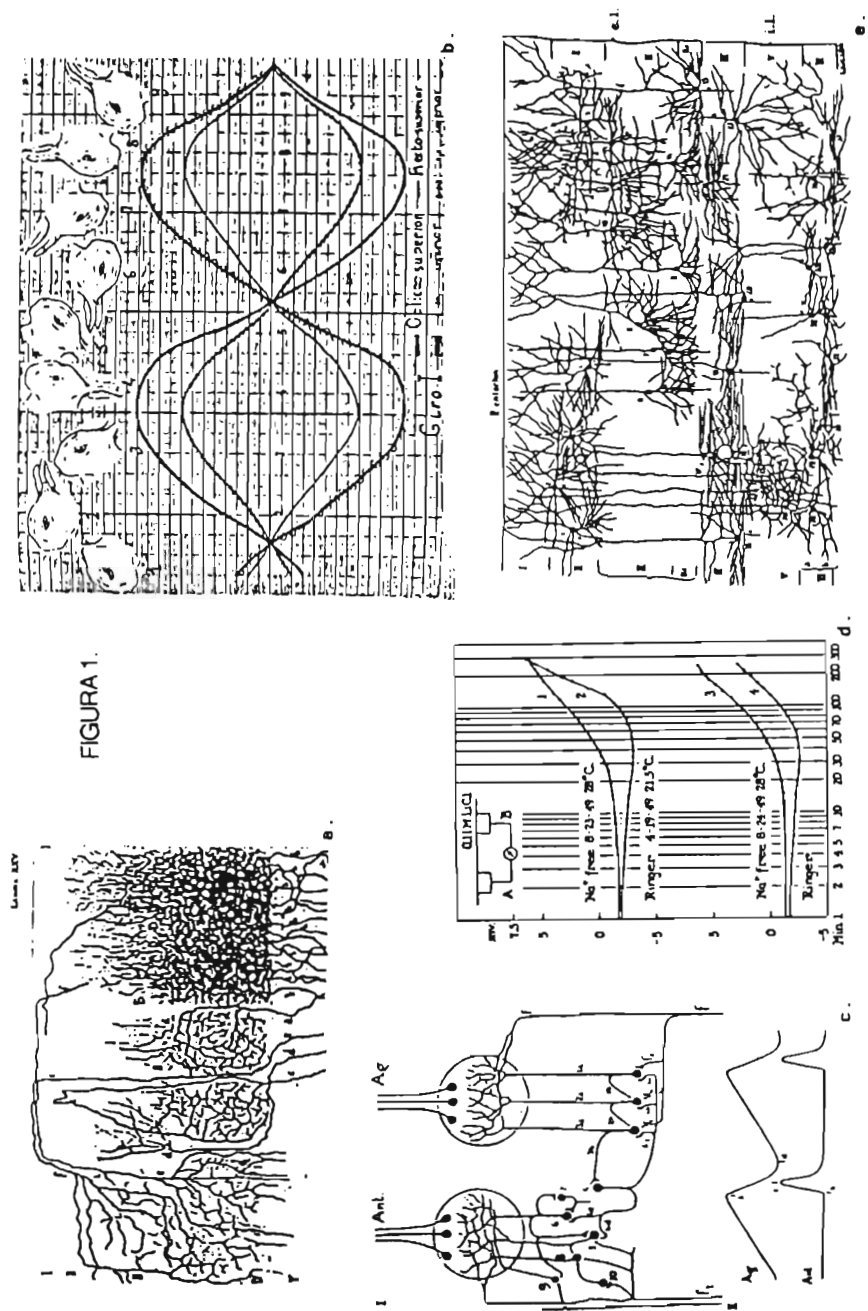


FIGURA 1.

Fig. 1: a) Fibras de proyección en la corteza acústica y sus plexos (Lorente, 1922a). b) Curvas de contracción de los músculos del ojo del conejo durante la estimulación vestibular (Lorente, 1924b). c) Diagrama explicativo de la producción del ritmo durante el nystagmo vestibular (Lorente, 1938b). d) Potenciales de demarcación resultantes de la acción del cloruro de litio sobre el nervio (Gallego y Lorente, 1951). e) Diagrama de los plexos dendríticos en el área entorrinal (Lorente, 1934a).

Cajal consideró siempre a Lorente como uno de sus discípulos predilectos (Kruger & Woolsey, 1990). En este sentido, se conserva una carta que escribió Ramón y Cajal a Lorente de Nó en octubre de 1934, poco antes de su muerte, en la que Cajal comentaba afectuosamente a Lorente de Nó algunos de sus problemas y proyectos, y hacía una crítica de algunos aspectos técnicos de uno de los trabajos de Lorente de Nó (Rodríguez, 1977).

En 1923 Lorente de Nó conoció a Bárány durante una conferencia en Zaragoza, y fue invitado por éste a su laboratorio de la Otological Clinic en Upsala (Suecia). Fruto de esta estancia fueron sus primeros trabajos sobre los reflejos tónicos- oculares y el sistema vestibular (Lorente de Nó, 1924b).

En 1925 se trasladó a Berlín donde trabajó en el Kaiser Wilhelms Institut für Hirnforschung junto a Oskar y Cecile Vogt. Aquí realizó un gran número de trabajos que publicó en alemán, inglés, francés y ruso (Lorente de Nó 1925, 1926a, b, c, 1927a, b, 1928) centrados la mayoría de ellos en la fisiología y reflexología del laberinto acústico. La calidad y originalidad de estos trabajos hizo afirmar al propio Oskar Vogt que Lorente de Nó reunía "todas las características del genio".

Posteriormente, en 1929, por recomendación directa de Cajal, Lorente de Nó obtuvo el cargo de Director del Servicio de Otorrinolaringología de la recién fundada Casa de Salud Valdecillas, en Santander (López Albo, 1929; Vázquez González- Quevedo, 1977). Durante los dos años que ocupó ese cargo se propuso poner en marcha el Laboratorio de Histología y Fisiología del Vestibular, según sus palabras, "sin igual en cuanto a dotación ni aun en los laboratorios americanos" (Lorente de Nó, 1929). Lorente de Nó expuso así en un diario local la línea de investigación que se proponía desarrollar en esa institución:

"En este laboratorio se han de estudiar en el primer tiempo los problemas siguientes, cuya investigación emprendimos en años pasados, habiendo tenido que interrumpirla después por razones diversas: relación de las distintas clases de nystagmus conocidas con cada uno de los conductos semicirculares, génesis de la prueba calórica, anatomía de la terminaciones centrales del vestibular y plan de estratificación de la corteza cerebral" (Lorente de Nó, 1929).

La coincidencia de la denegación de una petición de presupuesto para mejorar el laboratorio por parte de la nueva dirección de la Institución (Libro de Actas la Casa Salud Valdecillas, 8 de agosto de 1930, p. 96; Salmón,

Arrizabalaga y Ballester, 1990), con la invitación que el Dr. Max Goldstein - fundador del Central Institute for the Deaf de St. Louis (Missouri)- hizo a Lorente de Nó para que dirigiera las investigaciones neuroanatómicas en su laboratorio (El Cantábrico, 27 de junio de 1990), provocaron su dimisión como Profesor Jefe del Servicio de Otorrinolaringología de la Casa de Salud Valdecillas en 1930 (Salmón, Arrizabalaga y Ballester, 1987).

En 1931 y tras su matrimonio con Hede Binfeld, hija de un profesor de alemán de la Universidad de Madrid, Lorente se traslada a St. Louis para iniciar una nueva etapa en sus investigaciones.

Al poco tiempo de su llegada a Estados Unidos inició una acelerada e interesante producción de la que dan cuenta los más de quince estudios realizados durante el período comprendido entre 1931 hasta 1936, todos ellos publicados en las revistas más importantes de la época. *American Journal of Physiology*, *Journal of Cellular and Comparative Physiology*, *Archives of Neurology and Psychiatry*, *Journal für Psychologie und Neurologie*, *The Laryngoscope* y *Acta Otolaryngologica*. En estos trabajos, Lorente describió la apariencia del córtex entorrinal (Lorente de Nó, 1934a) y propuso la subdivisión de los sistemas de células piramidales del hipocampo en cuatro subcampos tal y como hoy se conocen (Lorente de Nó, 1934b). Al mismo tiempo continuó sus trabajos sobre reflexología vestibular, destacando la descripción de la interacción del reflejo corneal y el nystagmus (Lorente de Nó 1933a) y sobre todo del arco reflejo vestibulo-ocular (Lorente de Nó 1933b).

Por otra parte también completó un amplio estudio sobre la arquitectura del núcleo vestibulo-coclear (Lorente de Nó 1933c, 1935a) e inició una larga serie de importantes trabajos sobre la electrofisiología de las motoneuronas (Lorente de Nó 1935b, c, d, e, f, g).

La incesante producción de Lorente en St. Louis se vió truncada en 1936 al terminar el apoyo económico que la Fundación Rockefeller concedía al Central Institute for the Deaf. Pero Lorente de Nó, lejos de frenar su labor investigadora, se trasladó junto con Gasser al Rockefeller Institute for Medical Research de New York, centro en el que ambos prosiguieron carreras extraordinariamente productivas. Al finalizar la II Guerra Mundial la mayoría de los laboratorios de Estados Unidos no eran operativos. Sin embargo, el laboratorio de Lorente de Nó en el Rockefeller Institute fue una excepción, ya que Lorente de Nó trabajó ininterrumpidamente durante la guerra.

Trabajando con nuevos osciloscopios y amplificadores Lorente de Nó estudió los problemas básicos de la conducción nerviosa y de la transmisión sináptica. Los primeros estudios con microelectrodos del sistema vestibular ampliaron los principios sherringtonianos (Kruger y Woolsey, 1990) hacia

nuevos niveles de precisión y comprensión de los conceptos de suma espacial y temporal y de retraso sináptico (Lorente de Nó, 1938a, b, 1939). Una prueba evidente del reconocimiento que Lorente de Nó alcanzó en esta época fue la invitación que le hizo J. F. Fulton para la elaboración de un capítulo acerca de los problemas básicos de la estructura cortical (Lorente de Nó 1938c) en su prestigioso manual de fisiología del sistema nervioso. Al mismo tiempo en este mismo año discutió por primera vez las posibles implicaciones de la aparente conectividad vertical que observaba en pequeñas secciones del cortex, idea germen de los actuales conceptos de organización columnar del córtex.

Sus conceptos acerca de la transmisión de impulsos a través de cadenas de interneuronas, formando circuitos recurrentes o reverberantes (Lorente de Nó, 1938b, c, d, 1939), fueron piezas fundamentales en las teorías psicofisiológicas de D.O. Hebb (Hebb, 1949; Milner, 1986) e incluso en teorías pioneras de la cibernética (Wiener, 1948)

En esta época Lorente de Nó estaba inmerso en el proceso de publicación de su obra "A Study of Nerve Physiology", en dos extensos volúmenes que concluyó en 1947, publicados por el Rockefeller Institute, y en el que se incluyeron detallados tratamientos matemáticos de los problemas estudiados (Lorente de Nó, 1947a, b)

Poco después sintetizó una serie de compuestos amónicos cuaternarios, como el tetraetilamonio (TEA), que serían fundamentales en la investigación sobre las bases iónicas de la conducción nerviosa (Gallego y Lorente de Nó, 1947, 1951; Lorente de Nó 1948, 1949, 1951a, b, c).

Lorente de Nó se interesó también en esta época por las bases neurofisiológicas de la electroencefalografía (EEG). Con sus estudios de los potenciales de EEG, Lorente de Nó fue el primero en relacionar los cambios de potencial que ocurren en el espacio extracelular con los cambios que tienen lugar a nivel de las membranas neuronales, e introdujo los conceptos de fuentes y sumideros de corriente (Lorente de Nó, 1947a, b, 1952). Estas sorprendentes contribuciones en campos tan diversos son indicativas de lo extremadamente versátil de las aportaciones de Lorente de Nó a la Neurociencia.

Uno de los más importantes estudios durante este período fue el realizado junto con Yves Laporte acerca de las propiedades de las fibras nerviosas de los vertebrados en diferentes ambientes iónicos (Laporte y Lorente de Nó 1950a, b, c; Lorente de Nó 1951a, b, c). Sus interpretaciones de los resultados obtenidos en los estudios de la actividad funcional del nervio de los vertebrados en diferentes ambientes iónicos entraban en

Un recorrido por la vida y obra de.

conflicto directo con los modelos que desarrollaban en esos momentos Hodgkin y Huxley, con quienes entablaría una fuerte y larga controversia.

De esta polémica surgieron, por una parte, su nominación al Premio Nobel de Medicina y, por otra, un cierto agotamiento y desvalorización, que oscurecieron los importantes experimentos con T.P. Feng (Lorente de Nó y Feng, 1946) y con G.A. Condouris (Lorente de Nó y Condouris, 1959) sobre actividad rítmica neuronal y sobre propiedades de propagación de potenciales neuronales.

La controversia con Hodgkin y Huxley, o el hecho de que nunca aceptase la existencia de la sinápsis química (Marshall, 1987) nos da una clara idea de la personalidad enérgica de Lorente de Nó y de las fuertes opiniones que mantenía en numerosas cuestiones científicas. La genialidad y originalidad de sus ideas, son en parte fruto de esa valentía de pensamiento

En 1972 y tras una larga serie de trabajos realizados junto a Vicente Honrubia, sobre las bases de la conducción nerviosa en fibras mielinizadas (Honrubia y Lorente de Nó, 1963, Lorente de Nó y Honrubia 1964a, b, 1966), es nombrado Profesor Emérito en el Department of Surgery and of Anatomy and The Brain Research Institute de la Universidad de California (Los Angeles), cargo que ocupó hasta 1985. Fue Vicente Honrubia, su principal discípulo, quién veló por que, tras su jubilación, Lorente obtuviese este cargo en la Universidad de California y pudiese así continuar trabajando en esta última etapa de su vida.

Kruger y Woolsey (1990) lo recuerdan en este último período de su vida como "un hombre urbano, encantador e inquisitivo, bajo de estatura y cuyas poderosas capacidades intelectuales eran obvias. Rafael Lorente de Nó tenía la presencia de un educado español. Su herencia española le daba sabor a su perfecto Inglés. Su abundante curiosidad natural se hacía evidente en su tardía fascinación por los ordenadores. Lo conocimos en el último período de su vida y vimos en él a un hombre difícil de conciliar con las fuertes polémicas que consumían su pasado. Su memoria, su intelecto, y su atractiva personalidad permanecieron aparentemente intactas hasta el final"

Lorente dedicó este período básicamente a la enseñanza y a la escritura, completando al mismo tiempo, su monografía "The Primary Acoustic Nuclei" que fue publicada en 1981 (Lorente de Nó 1981)

A partir de éste, su último trabajo, abandonó su producción científica y se trasladó junto a su hija Edith y su nieto a Tucson (Arizona) donde murió el 2 de Abril de 1990 como consecuencia de un enfisema.

A lo largo de su vida Lorente de Nó fue elegido miembro de la National Academy of Sciences de Estados Unidos y de otras importantes sociedades científicas, como la American Physiological Society, la American Association of Anatomists y la American Academy of Arts and Sciences. Así mismo fue nominado al Premio Nobel en varias ocasiones y obtuvo galardones honoríficos en las Universidades de Uppsala, Clark University y Rockefeller University.

Rafael Lorente de Nó, discípulo y colega de dos premios Nobel, primero de Cajal y posteriormente de Bárány llevó a cabo durante toda su vida una larga y fructífera labor investigadora en los campos de la neuromorfología y la neurofisiología del sistema acústico-vestibular, el reflejo vestibulo-ocular, la estructura y funcionamiento del córtex cerebral y la electrofisiología de la neurona y la membrana neuronal. Su labor fue fecunda no sólo por el elevado número de trabajos publicados¹, sino también por la notable actualidad que poseen muchas de sus ideas y conceptos.

La influencia actual de su obra se hace patente en la Figura 3, en la cual comparamos el número de citas que se hicieron de las obras de Lorente de Nó en el período comprendido entre 1977 y 1990, aparecidas en los Science Citation Index, con las citas que se hicieron en ese mismo período de las obras de dos científicos de reconocida relevancia, Robert Bárány y Sir Charles Scott Sherrington, ambos Premios Nobel, y que trabajaron en campos de la Neurociencia cercanos a los de Lorente de Nó. El número de citas de Lorente de Nó supera ampliamente a las de Bárány y Sherrington en el período estudiado. Frecuentemente se considera el número de veces que se citan las obras de un autor como un índice del impacto de los trabajos de ese autor sobre la comunidad científica. Siguiendo este criterio podemos afirmar que

FIGURAS 2 y 3.

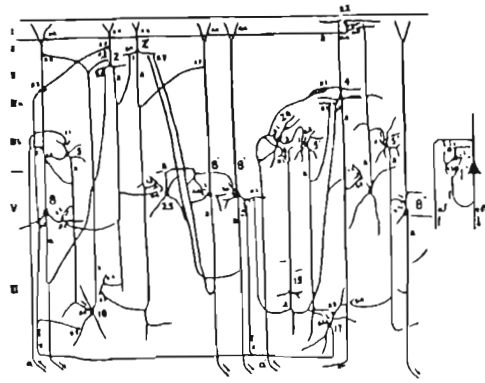


Fig. 2: a) Plexos dendríticos del complejo magnocelular del n.v I (Lorente de Nó, 1976). b) Diagramas de cadenas de neuronas intracorticales (Lorente de Nó, 1938c).

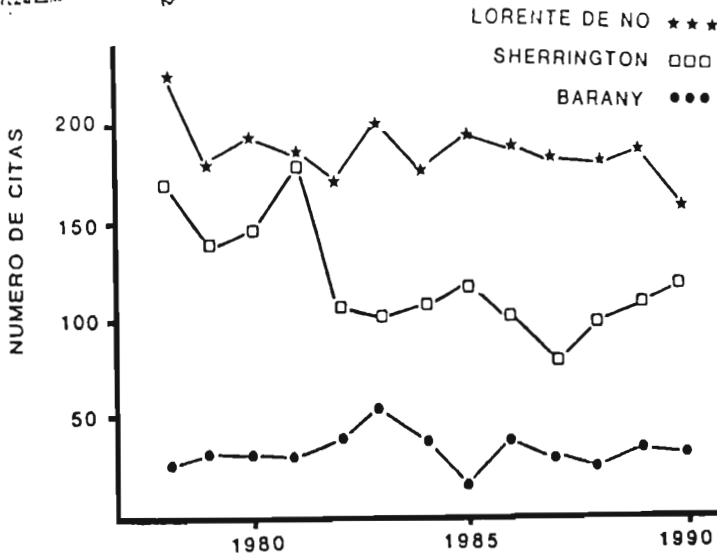


Fig. 3: Grafica comparativa del número de citas de los trabajos de Lorente de Nó, Bárány y Sherrington en el período comprendido entre 1977-1990 (Science Citation Index, 1977-1990).

La influencia de la obra de Rafael Lorente de Nó sobre la Neurociencia actual es muy alta. A pesar de lo cual, las modas y avatares del reconocimiento científico le niegan de forma injusta la importancia que indudablemente posee, siendo especialmente doloroso el olvido al que ha sido relegado en España, su país natal

El análisis cualitativo de su obra revela que fue precursor de conceptos y nociones muy avanzadas que son hoy de uso común en diversos campos de la Neurociencia y ciencias afines, y algunos de las cuales sólo en la actualidad están comenzando a ser asimilados y utilizados por los neurocientíficos.

Rafael Lorente de Nó, ha sido a todas luces uno de los científicos más geniales que nos ha dado el siglo XX, iconoclasta, trabajador incansable y riguroso, individualista y desbordante de humanismo, que unía a un pensamiento valiente e independiente una revolucionaria visión de futuro

Por todo ello, el nombre de Rafael Lorente de Nó ocupa, sin duda alguna, un lugar entre el de los gigantes de la Neurociencia.

BIBLIOGRAFIA

- El Cantábrico (Santander). 27 de junio de 1930.
- El Diario Montañés (Santander) 24 de octubre de 1929.
- Gallego, A. & Lorente de Nó, R. (1947) On effect of several monovalent ions upon frog nerve. **Journal of Cellular and Comparative Physiology**. **29**:189-206.
- Gallego, A & Lorente de Nó, R. (1951). On effect of ammonium and lithium ions upon frog nerve deprived of sodium. **Journal of General Physiology**. **35**:227-244
- Hebb, D.O. (1949) **The Organization of Behaviour** John Wiley & Sons
- Honrubia, V. & Lorente de Nó, R (1963) On the effect of sodium- free solutions upon isolated single frog nerve fibers. **Proc. Nat. Acad. Sci. USA**. **49**: 40-45
- Kruger, L & Woolsey, T.A. (1990) Rafael Lorente de Nó: 1902-1990. **The Journal of Comparative Neurology**. **300**:1-4
- Laporte, Y & Lorente de Nó, R. (1950a) Properties of sympathetic B ganglion cells. **Journal of Cellular and Comparative Physiology**. **35 Suppl. 2**:41-60
- Laporte, Y. & Lorente de Nó, R (1950b) Potential changes evoked in a curarized sympathetic ganglion by presynaptic volleys of

- of impulses. **Journal of Cellular and Comparative Physiology**. **35**.
Suppl. 2: 61-106.
- Laporte, Y & Lorente de Nó, R (1950c) Dual mechanism of synaptic transmission through a sympathetic ganglion. **Journal of Cellular and Comparative Physiology**. **35 Suppl. 2:** 107-153.
- Libro de Actas de la Casa de Salud Valdecillas** (1930). Santander. pág: 96.
- López Albo, W. (1929): La obra cultural de la Marquesa de Pelayo. La Biblioteca médica de la "Casa de Salud Valdecilla" **El Diario Montañés** (Santander), 24 de octubre, p. 2.
- Lorente de Nó, R. (1920): Estudios sobre lesiones de los centros nerviosos en la coccidiosis hepática del conejo (Nota previa).
- Anales de la Facultad de Medicina de Zaragoza. 1920.**
- Lorente de Nó, R. (1921a): Nota acerca de la alteraciones de los centros nerviosos en la coccidiosis hepática del conejo. **Trabajos del Laboratorio de Investigaciones Biológicas. Madrid. 18** :245-260.
- Lorente de Nó, R. (1921b) La regeneración de la médula espinal en las larvas de Batracio **Trabajos del Laboratorio de Investigaciones Biológicas. Madrid. 19:**147-183.
- Lorente de Nó, R. (1922a): La corteza cerebral del ratón. Primera contribución.- La corteza acústica **Trabajos del Laboratorio de Investigaciones Biológicas. Madrid. 20:**41-78.
- Lorente de Nó, R. (1922b) Estudios sobre el cerebro posterior (Protuberancia y Bulbo Raquídeo). I Sobre un nuevo sistema secundario del nervio acústico (rama coclear) de los mamíferos inferiores. **Trabajos del Laboratorio de Investigaciones Biológicas. Madrid. 20:**101-107
- Lorente de Nó, R. (1922c). Estudios sobre el cerebro posterior. (Protuberancia y Bulbo Raquídeo). II Sobre un nuevo núcleo de células de axón centrífugo, del núcleo coclear, al parecer desconocido. **Trabajos del Laboratorio de Investigaciones Biológicas. Madrid. 20:**107-109.
- Lorente de Nó, R. (1923): Las conexiones cerebelobulbares. **Boletín de la Sociedad Española de Biología. Nº 10. Fasc IV**
- Lorente de Nó, R. (1924a): Etudes sur le cerveau postérieur.-III. Sur les connexions extra-cérébelleuses des fascicules afférents au cervelet, et sur la fonction de cet organ. **Trabajos del Laboratorio de Investigaciones Biológicas. Madrid. 22:**51-65.
- Lorente de Nó, R. (1924b): Observations sur les réflexes toniques oculaires. **Trabajos del Laboratorio de Investigaciones Biológicas. Madrid. 22:**143-167

- Lorente de Nó, R. (1925) Über die tonischen Labyrinthreflexe auf die Augen beim Kaninchen und über ihre Veränderungen im Laude der Entwicklung. **Acta Médica Scandinavica**. **62**:461-473.
- Lorente de Nó, R. (1926a): Etudes sur l'anatomie et la physiologie du labyrinthe de l'oreille et du VIII nerf. Deuxieme partie. Quelques données au sujet de l'anatomie des organes sensoriales du Labyrinth. **Trabajos del Laboratorio de Investigaciones Biológicas**. Madrid. **24**:53-153
- Lorente de Nó, R. (1926b): On the tonic Labyrinth reflexes of the eyes. **Acta Otolaryngologica**. (Stockh). **9**:163-178.
- Lorente de Nó, R. (1926c): Die Grundlagent der Labyrinthphysiologie Skandinav. **Arch. für Physiologie**. **49**:251-311
- Lorente de Nó, R. (1927a) Untersuchungen über die Anatomie und Physiologie des nervus octavus. **Trabajos del Laboratorio de Investigaciones Biológicas**. Madrid. **25**:159
- Lorente de Nó, R. (1927b): Einiges zur Labyrinthphysiologie. **Acta Otolaryngologica**. (Stockh). **11**:301-340
- Lorente de Nó, R. (1928) Die Labyrinthreflexe auf die Augenmuskeln nach einseitiger Labyrinthextirpation nebst einer kurzen Angabe über den Nervenmechanismus der vestibulären Augenbewegungen. (Vienna). Urban & Schwarzenberg. 1928
- Lorente de Nó, R. (1929): El servicio de otorrinolaringología. **El Diario Montañés**. (Santander), 24 de octubre, p. 7
- Lorente de Nó, R. (1933a): The interaction of the corneal reflex and vestibular nystagmus. **American Journal of Physiology**. **103**: 704-711.
- Lorente de Nó, R. (1933b): Vestibulo-ocular reflex arc. **Archives of Neurology and Psychiatry**. **30**:245-291
- Lorente de Nó, R. (1933c): Anatomy of the eighth nerve. III. General plan of structure of the primary cochlear nuclei. **The Laryngoscope**. (St. Louis). **43**:327-350.
- Lorente de Nó, R. (1934a): Studies on the structure of the cerebral cortex. I. The area entorhinalis **Journal für Psychologie und Neurologie**. (Leipzig). **45**:381-438.
- Lorente de Nó, R. (1934b): Studies on the structure of the cerebral cortex. II. Continuation of the study of the ammonis system. **Journal für Psychologie und Neurologie**. (Leipzig). **46**:113-177.
- Lorente de Nó, R. (1935a): The function of the central acoustic nuclei examined by means of the acoustic reflexes. **The Laryngoscope**. (St. Louis). **45**:1-23.
- Lorente de Nó, R. (1935b): The synaptic delay of the motoneurons. **American Journal of Physiology**. **111**:272-282.

Un recorrido por la vida y obra de.

- Lorente de Nó, R. (1935c). The refractory period of the motoneurons. **American Journal of Physiology**. **111**:283-288.
- Lorente de Nó, R. (1935d): The effect of an antidromic impulse on the response of the motoneurone **American Journal of Physiology**. **112**:595-609
- Lorente de Nó, R. (1935e): The electrical excitability of the motoneurons. **Journal of Cellular and Comparative Physiology**. **7**: 47-71.
- Lorente de Nó,R. (1935f): Facilitation of motoneurons. **American Journal of Physiology**. **113** 505-523.
- Lorente de Nó, R. (1935g): The summation of impulses transmitted to the motoneurons through different synapses. **American Journal of Physiology**. **113**: 524-528.
- Lorente de Nó, R. (1938a) Limits of variation of the synaptic delay of motoneurons. **Journal of Neurophysiology**. **1**:187-193
- Lorente de Nó, R. (1938b) Analysis of the activity of the chains of internuncial neurons. **Journal of Neurophysiology**. **1**:207-244.
- Lorente de Nó, R. (1938c): Architectonics and structure of the cerebral cortex. En J. F. Fulton (ed): **Physiology of the Nervous System**. Oxford. London. pp 291-327
- Lorente de Nó, R. (1938d): Synaptic stimulation of motoneurons as a local process. **Journal of Neurophysiology**. **1** 195-206.
- Lorente de Nó, R. (1939): Transmission of impulses through cranial motor nuclei. **Journal of Neurophysiology** **2**: 402-464.
- Lorente de Nó, R y Feng, T.P (1946) Analysis of the effect barium upon nerve, with particular reference to rhythmic activity **Journal of Cellular and Comparative Physiology**. **28**: 397-464.
- Lorente de Nó, R. (1947a): A study of nerve physiology. Part 1 **Studies from the Rockefeller Institute for Medical Research**. **131**: 1-496.
- Lorente de Nó, R. (1947b): A study of nerve physiology Part 2 **Studies from the Rockefeller Institute for Medical Research**.**132**: 1-548.
- Lorente de Nó, R. (1948): Quaternary ammonium ions in nerve physiology. **Bulletin of the John Hopkins Hospital**. **83** 497-529.
- Lorente de Nó, R. (1949): On the effect of certain quaternary ammonium ions upon frog nerve. **Journal of Cellular and Comparative Physiology**. **Suppl.1**. 3-231
- Lorente de Nó, R. (1951a): Equilibria of frog nerve with different external concentration of sodium ions **Journal of General Physiology**. **35**:145-182
- Lorente de Nó, R. (1951b): On the existence of a gradient of sensitivity to lack of sodium in the spinal roots of bullfrog **Journal of General Physiology**. **35**:183-201

- Lorente de Nó, R. (1951c): On the effect of cocaine upon sodium- deficient frog nerve. **Journal of General Physiology**. **35**: 203-225.
- Lorente de Nó, R. (1952): Bases teóricas de la interpretación del electrocardiograma y del encefalograma. **Anales de la Institución Farmacológica Española**. **1** 81-98.
- Lorente de Nó, R. & Condouris, G.A. (1959): Decremental conduction in peripheral nerve: Integration of stimuli in the neuron. **Proc. Nat. Acad. Sci. USA**. **45**: 592-617
- Lorente de Nó, R. & Honrubia, V (1964a) Electrical stimulation of the internodes of single fibers of nerves with intact sheath. **Proc. Nat. Acad. Sci. USA**. **52** 783-790.
- Lorente de Nó, R. & Honrubia, V (1964b) Continuous conduction of action potentials by single myelinated fibers of desheathed nerve: Types of normal nerve fibers. **Proc. Nat. Acad. Sci. USA**. **52**: 1318-1325
- Lorente de Nó, R. & Honrubia, V (1966) Theory of the flow of action currents in isolated myelinated nerve fibers XII. **Proc. Nat. Acad. Sci. USA**. **53**: 938-945
- Lorente de Nó, R. (1981): **The Primary Acoustic Nuclei**. New York. Raven Press.
- Marshall, L.H. (1987) Concise biographies of contributors to progress in Neuroscience, 300 B.C to A.D. 1950 En Adelman, G. (Ed) **Encyclopedia of Neuroscience** Appendix III Birkhäuser Boston
- Milner, P.M. (1986) Donald Olding Hebb (1904-1985) **Trends in Neuroscience**. **9** 347-351
- Ramón y Cajal, S. (1955) **Histologie du Système Nerveux de l'Homme et des Vertébrés**. Tome I y II Madrid. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Rodríguez, F; Mayoral, J. & Salas, C. (1992) Análisis Bibliográfico y Bibliométrico de la obra de Rafael Lorente de Nó. En: **Estudios de Psicología: Primeras Investigaciones** pp: 53-67 Universidad de Sevilla. Sevilla.
- Rodríguez, E.L. (1977) **Así era Cajal** Madrid. Espasa-Calpe. pp. 124-126.
- Salmón, F.; García Ballester, L. & Arrizabalaga, J. (1990). **La Casa Salud Valdecillas**. Universidad de Cantabria pp 231-279.
- Salmón, F; Arrizabalaga, J.; García Ballester, L. (1987) La introducción del hospital contemporáneo en España. **Dynamis**. **7-8**:258-273
- Science Citation Index (1977-1990)** Institute for Scientific Information. Philadelphia.
- Vazquez González-Quevedo, F (1977) **Médicos y Hospitales de Santander. (1930-1976)** Santander Ediciones de Librería Estudio.

Wiener, N. (1948): **Cybernetics or control and communication in the animal and the machine** Massachusetts Institute of technology.

NOTAS

¹ Un listado completo de los trabajos científicos publicados por Rafael Lorente de Nó, se encuentra en Rodríguez, et al. (1992)

AGRADECIMIENTOS:

Estamos en deuda con el Dr. Vicente Honrubia Profesor y Director de Investigación en la Division of Head and Neck Surgery, Department of Surgery, School of Medicine, U.C.L.A., por la amabilidad y el interés con que ha acogido nuestra labor y por las valiosas informaciones que nos ha proporcionado.