

Gerschman, Houssay y la ciencia en argentina*

*Jorge Norberto Cornejo***
*Inés Montiel****

Resumen

En el presente trabajo se describen las contribuciones de la Dra. Rebeca Gerschman a la investigación científica biomédica, así como el contexto socio-científico dentro del que las mismas se desarrollaron. Tales contribuciones abarcan cuatro campos: la concentración del potasio en el plasma sanguíneo, los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes, la acción deletérea de las altas concentraciones de oxígeno y la teoría del envejecimiento por radicales libres.

Las tres últimas reconocen como denominador común a los radicales libres como mediadores en los procesos biológicos oxidativos. Se estudian las implicaciones epistemológicas de esta idea, así como las razones que motivaron su inicial rechazo por la comunidad científica. Se discute la prioridad de la Dra. Gerschman en la conformación de la teoría del envejecimiento por radicales libres, actualmente disputada por el Dr. Denhan Harman.

Se ha contextualizado la obra de la Dra. Gerschman en el marco de la actividad formadora de recursos humanos del Dr. Bernardo

* Una versión anterior de este trabajo será publicada en la Revista de Historia de la Medicina y Epistemología Médica.

** Facultad de Ingeniería (Universidad de Buenos Aires).

*** Universidad Nacional de Tres de Febrero.

Houssay, del que fue discípula. En tal sentido, se presenta la labor científica de la Dra. Gerschman en Estados Unidos como una prolongación fuera de nuestro país de la red de investigadores establecida por el Dr. Houssay.

Palabras clave: Rebeca Gerschman, Bernardo Houssay, ciencia en Argentina, radiación, radicales libres, oxígeno.

Fecha de recepción: septiembre 2009

Fecha de aceptación: abril 2010

Abstract

This paper describes the scientific contributions of Dr Rebecca Gerschman to the biomedical research, and the socio-scientific context within which they develop. Such contributions include: the concentration of potassium in the plasma, the biological effects of ionizing radiation, the deleterious action of high concentrations of oxygen and the theory of aging by free radicals.

The last three recognized as common denominator to free radicals as mediators in oxidative biological processes. We focalize on the epistemological implications of these idea and the reasons for its initial rejection by the scientific community. The priority of Dr. Gerschman in the construction of the theory of aging by free radicals, today disputed by Dr. Denhan Harman, are discussed.

We have contextualized the work of Dr. Gerschman in the context of human resources forming activity of Dr. Bernardo Houssay. In this regard, we present the scientific work of Dr. Gerschman in U.S.A. as an extension outside of Argentina of the network of researchers established by Dr. Houssay.

Key words: Rebeca Gerschman, Bernardo Houssay, science in Argentina, radiation, free radicals, oxygen.

Rebeca Gerschman y la red de investigadores de Houssay

Rebeca Gerschman nació en Carlos Casares, Provincia de Buenos Aires, el 19 de junio de 1903. Estudió en la Universidad de Buenos Aires, donde se graduó como Farmacéutica y Bioquímica, formándose bajo la dirección del Dr. Bernardo Houssay, a cuyo Instituto ingresó en 1930¹.

En 1935, Houssay consiguió que el Doctor Agustín D. Marenzi fuese designado Jefe de Investigaciones Bioquímicas del Instituto de Fisiología de la Facultad de Medicina, puntualizando que la investigación bioquímica era una de las fronteras de desarrollo del Instituto. A ese fin, encomendó temas bioquímicos a sus integrantes: la tiroides, el yodo, el bocio endémico y su profilaxis a Pedro Mazzocco; la acción de la insulina en la hiperglucemia diabética a Ciro Rietti; el metabolismo de las ratas suprarrenoptivas a Argentina Artundo; las suprarrenales y el metabolismo de los hidratos de carbono a Luis Federico Leloir; el calcio, el fósforo y el potasio en el plasma sanguíneo a Rebeca Gerschman; los ácidos biliares a Marcelo Royer; sobre las sustancias grasas del plasma sanguíneo y las modificaciones físico-químicas del suero por la acción de las ponzoñas de serpientes a Dora Potick y Julio Juan Rossignoli, y el metabolismo nitrogenado a Bernardo Braier². Por lo tanto, la deci-

¹ Barrios Medina relata que el Doctor Gregorio Alfaro, al inicio de una Sesión del Consejo Directivo de la Facultad de Medicina (realizada en 1919 y dedicada a los planes de estudio), había informado que, de acuerdo a proyectos anteriores, "*la Química y Física biológicas deben enseñarse en el Instituto de Fisiología bajo la dirección del profesor de esta última materia*". El 21 de noviembre de 1920 el Consejo Directivo resolvió la creación del Instituto de Fisiología bajo la dirección del Profesor de Fisiología, Bernardo A. Houssay, y determinó que quienes cursasen el Doctorado en Bioquímica y Farmacia cursarían Física y Química Biológicas en el mencionado Instituto (Ariel Barrios Medina. *Nueva Historia de la Nación Argentina. IX: La Dimensión Científica y Cultural*, [Buenos Aires, Grupo Editorial Planeta, 2002]). Fue en este Instituto donde recibió su formación la Doctora Gerschman.

² Ariel Barrios Medina, *Un esbozo biográfico de cuatro generaciones*. Publicado en Internet, en la dirección: www.ffyb.uba.ar/academia/premios.htm. Acceso: 23 de octubre de 2006.

sión acerca de la temática de investigación y experimentación que luego constituiría la tesis de doctorado de Rebeca Gerschman fue inducida desde el Instituto, e influenciada por los objetivos que Houssay se había propuesto en su tarea científica junto a colaboradores y colaboradoras.

La tesis doctoral de Rebeca Gerschman, titulada "*El potasio plasmático en el estado normal y en el patológico*" (1939)³, fue realizada bajo la dirección del Dr. Houssay y la guía del Dr. Marenzi. Fue una tesis notable, que posteriormente daría lugar al Método Gerschman-Marenzi, el que constituyó en su momento una técnica de vanguardia para el estudio de las variaciones de la concentración del potasio sanguíneo en distintas condiciones fisiopatológicas.

Es interesante advertir cómo el Dr. Marenzi, en cierta forma, preparó el camino que la Dra. Gerschman luego seguiría en Nueva York. En efecto, Agustín D. Marenzi recibió el título de Doctor en Bioquímica y Farmacia en 1927, con una tesis titulada "*La determinación electrométrica de la acidez real de los líquidos orgánicos*", la que fue calificada de "sobresaliente" por uno sus evaluadores, el profesor Juan A. Sánchez, quien había sido uno de los precursores de la creación del Instituto de Fisiología. En 1928, Houssay gestionó para Marenzi una beca de la Fundación Rockefeller, con el propósito de trabajar en el laboratorio de Otto Folin, en la Facultad de Medicina de la Universidad de Harvard. Folin, uno de los fundadores, en 1905, del *Journal of Biological Chemistry*, y primer profesor de Química Biológica en Harvard, aplicaba técnicas analíticas en la determinación de los productos metabólicos, técnicas que eran los fundamentos de la bioquímica clínica cuantitativa⁴.

³ Rebeca Gerschman, *El potasio plasmático en el estado normal y en el patológico*, Buenos Aires, Sebastián de Amorrortu, 1939.

⁴ Barrios Medina, A., *Un esbozo biográfico...*

La Dra. Gerschman prosiguió con esta colaboración entre los investigadores asociados al Dr. Houssay y las universidades de los Estados Unidos. Al finalizar la Segunda Guerra Mundial, Rebeca Gerschman viajó a ese país para trabajar con el Dr. Wallace O. Fenn en el Departamento de Fisiología de la Universidad de Rochester (Nueva York). Su objetivo era especializarse en el estudio del potasio en la sangre, y aplicar el método Fenn para determinar la concentración de cationes sanguíneos en distintas condiciones. Sin embargo, una vez allí, y a instancias del Dr. Fenn, Gerschman comenzó a interesarse en el tema de los efectos fisiológicos de los gases respiratorios, de gran relevancia para la medicina naval y militar de posguerra (Llesuy y Boveris, 1994)⁵. A partir de estos estudios, la Dra. Gerschman desarrolló su teoría de la acción tóxica de los radicales libres del oxígeno, con la que estableció un marco teórico adecuado para explicar fenómenos en apariencia tan disímiles como los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes y el envejecimiento humano⁶.



El Dr. Wallece O. Fenn (1893-1971)

⁵ Susana Llesuy y Alberto Boveris, "Rebeca Gerschman y la teoría de la toxicidad de los radicales libres del oxígeno", *Antioxidantes y calidad de vida*, Año I, Número 0, Buenos Aires, 1994, pp. 4-5.

⁶ Como veremos más adelante, existen algunas controversias respecto a su contribución a la teoría del envejecimiento.

Al respecto, cabe resaltar que la Universidad de Rochester había sido seleccionada por el Proyecto Manhattan para estudiar los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes. De esta forma, dos temáticas fundamentales para la investigación médico-militar de la época, a saber: los efectos fisiológicos de los gases respiratorios y la acción orgánica de los rayos X, se conjugaron en la obra de la Dra. Gerschman.

Llegados a este punto, detengámonos por un instante para contemplar la obra que el Dr. Houssay estaba llevando a cabo. Nos encontramos en la década de 1950: los discípulos de Houssay conforman una vasta red de investigadores, que desarrollan proyectos a través de diversos institutos que ellos orientan o dirigen. El sistema privado está constituido por, entre otros, el Instituto Mercedes y Martín Ferreira, dirigido por Oscar Orias; el Instituto de Investigaciones Médicas dirigido por Juan T. Lewis; el Instituto de Investigaciones Biomédicas dirigido por Luis F. Leloir y el Laboratorio de Investigaciones dirigido por Alfredo Sordelli y Venancio Deulofeu. En el sistema público también hallamos discípulos de Houssay: Alberto Taquini en el Instituto de Investigaciones Cardiológicas de la Fundación Greco, Andrés Stoppani en la cátedra de Bioquímica, Vicente Héctor Ricardo en la cátedra de Biofísica de la Facultad de Ciencias Bioquímicas de la Universidad de Buenos Aires, Agustín Marenzi en el Instituto de Investigaciones Fisiológicas del Hospital Tornú y en la cátedra de Química Biológica de la Escuela de Farmacia; Juan C. Fasciolo y Jorge E. Suárez en la Facultad de Ciencias Médicas de Tucumán. La actividad de la Dra. Gerschman en Estados Unidos constituyó una presencia de la escuela de Houssay en el exterior, de forma tal que la "red" mencionada llegó a extenderse fuera de las fronteras de nuestro país⁷.

⁷ A. Barrios Medina, *Un esbozo biográfico...* Esta "red" coexistía con otras instituciones, como el Instituto de Investigaciones Bioquímicas de la Fundación Campomar.

Incidente en Estados Unidos

Por supuesto, la extensión de la "red" de Houssay fuera de Argentina también tuvo sus problemas. Uno de ellos dio origen a un incidente con ribetes casi grotescos.

Hacia 1942, Houssay determinó que una hormona segregada por la hipófisis produce la maduración gonadal y provoca la expulsión de espermatozoides en los sapos de la especie *Bufo arenamamum Hensel*. A partir de tal hallazgo, el Dr. Carlos Galli Mainini, discípulo de Houssay, creó el primer test de embarazo, consistente en inyectar orina de la mujer embarazada en el sapo. En 1947, Rebeca Gerschman comprobó que tal test era desconocido en Estados Unidos, y se jactó del mismo ante los profesores de la Universidad de Rochester. Estos la trataron de mentirosa y dijeron que, de existir tal test, ellos lo conocerían. La Dra. Gerschman le escribió entonces a Houssay pidiéndole que le enviara sapos nacionales para efectuar una demostración en Rochester. La demostración tuvo éxito y, al poco tiempo, la Universidad de Rochester publicó el test como un hallazgo propio, lo que provocó un pedido de retractación por parte de Houssay⁸.

Regreso a la Argentina

Después de completar su trabajo con el Dr. Fenn, y a instancias del Dr. Houssay, la Dra. Gerschman prosiguió su tarea de investigación en Argentina, en momentos de tensas circunstancias políticas. En nuestro país, debido fundamentalmente a problemas de presupuesto, no pudo recuperar el nivel de producción que había alcanzado previamente. Pero reemplazó este hecho con una destacadísima labor como docente. La Dra. Gerschman manifestó un gran compromiso con la enseñanza y, desde su cátedra de Fisiología en la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UBA, impuso un concepto renovado de la misma, invitando a sus clases a personalidades

⁸ Hasta ahora, no hemos podido determinar si tal retractación fue luego efectuada en tiempo y forma.

destacadas de la fisiología y la medicina, tales como el propio Dr. Houssay (Boveris, 1996)⁹.

Además, la Dra. Gerschman valorizó el rol de la imagen en la enseñanza, rescatando el empleo del cine científico como método audiovisual de aprendizaje. Eran conocidas sus películas sobre experimentos de fisiología y sobre los efectos de los fármacos en el cuerpo humano, películas que buscaba con afán en cualquier universidad del exterior que pudiese facilitárselas, y que pasaba con ayuda de un proyector operado por el actual decano de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UBA, el Dr. Alberto Boveris¹⁰.

Rebeca Gerschman murió el 4 de abril de 1986, tras varios años de sufrir una penosa enfermedad¹¹. Su trabajo en el estudio de los radicales libres del oxígeno fue reconocido a nivel internacional, tanto que fue considerada como una indiscutible candidata al Premio Nobel de Fisiología y Medicina durante los primeros años de la década de 1980. Cuando debían realizarse las primeras entrevistas para seleccionar los candidatos al Nobel, la Dra. Gerschman ya se encontraba muy enferma, y las formalidades previas a su candidatura no pudieron efectuarse.

⁹ Alberto Boveris, "Rebeca Gerschman: a brilliant woman scientist in the fifties", en: *Free Radical Biology and Medicine*, vol. 21, N° 1, Londres, 1996, pp. 5-6. Se cuenta que, cuando algún investigador solicitaba una ayuda, consejo, crítica, etc., a la Dra. Gerschman, siempre debía "compensar", preparando con mucho cuidado y luego dando con la mayor brillantez posible, una clase especial en un curso de grado. Con los investigadores extranjeros seguía la misma costumbre, pero las clases eran en cursos de posgrado.

¹⁰ Lamentablemente, todas estas películas se han perdido.

¹¹ La Dra. Gerschman murió de anemia aplásica, una patología que puede afectar a las personas sometidas durante largo tiempo a las radiaciones ionizantes y que, de hecho, fue relativamente común en los primeros investigadores que trabajaron con las mismas. Como veremos más adelante, una parte importante de los trabajos experimentales de la Dra. Gerschman refirieron a la acción biológica de la radiación X. Si los efectos de la misma (que pueden diferirse largamente en el tiempo) tuvieron alguna relación con la enfermedad que culminó en su fallecimiento, es algo que no podemos establecer. Al respecto, tampoco debería obviarse su condición de gran fumadora.

El objetivo del presente trabajo consiste en estudiar, dentro del contexto de la obra de Houssay y de la ciencia en Argentina, las contribuciones científicas de la Dra. Gerschman, analizando sus aportes a cuatro campos fundamentales de la investigación biomédica: la determinación de la concentración del potasio plasmático, la teoría de los radicales libres (que involucra, en realidad, dos temáticas: la acción tóxica del oxígeno y los efectos biológicos producidos por las radiaciones ionizantes), y la teoría del envejecimiento, estrechamente relacionada con la anterior.



Rebeca Gerschman

La concentración del potasio plasmático

El rol del potasio en los diversos procesos orgánicos, tanto normales como patológicos, fue el primer interés científico de la Dra. Gerschman.

De acuerdo con sus investigaciones, el potasio contenido en las células interviene en forma fundamental en su funcionamiento. Sin embargo, aunque cuantitativamente hay mucho menos potasio en el medio interno que en los tejidos, el potasio contenido en el plasma sanguíneo tiene una importancia fisiológica indudable, a saber:

El potasio plasmático suministra el potasio a las células.

Establece la interrelación del potasio de órgano a órgano.

Asegura un equilibrio fundamental del ión potasio con los iones sodio, calcio y magnesio, necesario para el funcionamiento correcto de los diversos tejidos del organismo.

La concentración del potasio plasmático, aunque menos estable que la de otros elementos del plasma, varía dentro de límites reducidos, lo cual contribuye a mantener la fijeza del medio interno, asegurando un nivel constante de las funciones basales del organismo.

Esta constancia en la concentración del potasio, que sólo varía dentro de límites determinados, parece ser importante puesto que la disminución brusca y marcada o el aumento franco del potasio plasmático se acompañan de trastornos funcionales¹².

La relativa estabilidad de su concentración parece demostrar, a decir de Gerschman, que existe un cierto equilibrio entre el potasio que contienen las células y el potasio que contienen los plasmas; equilibrio sometido a la influencia de diversos factores que lo regulan.

En efecto, la regulación del potasio plasmático depende de un complejo equilibrio entre las células y el medio interno. Los factores reguladores son fisicoquímicos y fisiológicos, incluyéndose entre estos últimos los endocrinos y nerviosos. Entre los factores fisicoquímicos deben mencionarse las modificaciones en la concentración del oxígeno¹³, el equilibrio ácido-base, el equilibrio iónico, la permeabilidad celular, etc., mientras que los factores endocrinos

¹² Gerschman, R., *El potasio plasmático...cit.*

¹³ Por ejemplo, Gerschman estudió la pérdida de potasio que ocurre en condiciones de anoxia. Al respecto, véase William Fenn y Rebeca Gerschman, "The loss of potassium from frog nerves in anoxia and other conditions", en: *The Journal of General Physiology*, Vol. 33, New York, 1949, pp. 195-203. Mencionamos esto para presentar el contraste entre estas primeras investigaciones sobre los efectos de la anoxia y sus trabajos más importantes, relativos a la acción biológica de las elevadas concentraciones de oxígeno. Entre estos últimos, cabe mencionar: Daniel Gilbert; Rebeca Gerschman; K. Barclay Kuhm y W. Price, "The production of hydrogen peroxide by high oxygen pressure", *The Journal of General Physiology*, New York, 41 (5), New York, 1958, pp. 195-203.

proceden de la corteza suprarrenal, la adrenalina, las sustancias hipofisarias y otras. Los factores nerviosos, por su parte, obran de varias maneras; por ejemplo, existe un mecanismo simpático adrenalino-hepático capaz de liberar bruscamente potasio del hígado, así como un sistema de regulación nerviosa sobre la actividad muscular, basado en la liberación o fijación del potasio.

El dolor o los traumatismos pueden producir disminuciones del potasio mientras no haya contracciones musculares intensas. Houssay, Marenzi y Gerschman (1936)¹⁴ observaron que, en una incisión de la vena yugular y al practicar tomas de sangre escalonadas, se produce una disminución inicial del potasio sanguíneo durante 5 a 15 minutos, o a veces por más tiempo. Esta disminución, cuyo origen es probablemente reflejo, tiene mucha importancia pues podría dar lugar a errores en algunos experimentos.

Existen, por otra parte, distintos mecanismos capaces de movilizar el potasio de los tejidos, vertiéndolo al plasma sanguíneo. Así, en diversas circunstancias fisiológicas o patológicas, se desprende bruscamente potasio del hígado y pasa al plasma, aumentando su concentración. Rebeca Gerschman pudo demostrar que esta liberación hepática se produce principalmente por acción de la brusca llegada de una dosis suficiente de adrenalina, accesoriamente por una acción directa del simpático y en ciertos casos por factores humorales directos.

Finalmente, digamos que la Dra. Gerschman pudo comprobar que los narcóticos y anestésicos provocan la disminución del potasio plasmático, y determinar que el potasio es el principal elemento mineral de los nervios y del sistema nervioso central¹⁵.

¹⁴ Bernardo Houssay, Agustín Marenzi y Rebeca Gerschman, "Mecanismo simpático-adrenalino-hepático y potasio sanguíneo", en: *Revista de la Sociedad Argentina de Biología*, Vol. 12, Buenos Aires, 1936, pp. 434-453.

¹⁵ Ver, por ejemplo, William Fenn; Rebeca Gerschman; G. Fischer; J. Lacy; M. Bailly y J. Wright. "Experiments on the role of potassium in the blocking of neuromuscular transmission by curare and other drugs", *The Journal of General Physiology*, Vol. 34, New York, 1951, pp. 607-617.

La teoría de los radicales libres

El concepto químico de radical libre estaba bien desarrollado cuando, en 1954, Rebeca Gerschman postuló a los radicales libres del oxígeno como responsables de los mecanismos moleculares que dan origen tanto a la toxicidad del oxígeno como a los efectos patológicos de las radiaciones ionizantes (Boveris, 2005)¹⁶.

Se considera un radical libre aquella molécula que, en su estructura atómica, presenta un electrón desapareado o impar en el orbital externo, dándole una configuración espacial que genera una alta inestabilidad. Su existencia fue demostrada originalmente por Gomberg (1900)¹⁷, quien mostró la presencia en fase gaseosa de tales arreglos moleculares. Se los denominó *radicales libres* para diferenciarlos de idénticos grupos moleculares fijos en las moléculas orgánicas.

En los organismos vivos los principales oxidantes son los radicales libres derivados del oxígeno. A partir de la molécula del oxígeno (O_2) se obtienen los siguientes radicales libres: anión superóxido (O_2^-), peróxido de hidrógeno (H_2O_2)¹⁸, radical hidroxilo ($\cdot OH$) y oxígeno singulete (O). En 1939, Michaelis¹⁹ propuso que la oxidación de todas las moléculas orgánicas bivalentes ocurre con la formación de un radical libre intermediario.

En 1954, Rebeca Gerschman publicó "*Oxygen poisoning and X-irradiation: a mechanism in common*"²⁰. Este trabajo se caracterizó por integrar en un solo cuerpo de ideas toda una gama de conceptos y resultados experimentales, a saber:

¹⁶ Alberto Boveris, "La evolución del concepto de radicales libres en biología y medicina", *Ars Pharmaceutica*, 46 (1), Granada, 2005, pp. 85-95.

¹⁷ M. Gomberg "An instance of trivalent carbon: triphenylmethyl", *Journal of the American Chemical Society*, 22 (11), Utah, 1900, pp. 757-771.

¹⁸ El no es estrictamente un radical libre, pero por su capacidad para generar el en presencia de metales como el hierro, se lo incorpora como tal.

¹⁹ Ver Alberto Boveris "La evolución...", pp. 85-95. También puede consultarse Leonor Michaelis, "Free radicals as intermediate steps of oxidation-reduction", *Scientific American*, 94, New York, 1945, p.573.

²⁰ Rebeca Gerschman.; Daniel Gilbert.; S. Nye.; P. Dwyer y William Fenn (1954). "Oxygen poisoning and X-irradiation: a mechanism in common", *Science*, Vol. 119, N° 3097, New York, 1954, pp. 623-626.

El comportamiento paradójico del oxígeno, conocido desde el siglo XIX (Bert, 1878)²¹. Este elemento químico, por un lado, posibilita la vida sobre la Tierra, ofreciendo una fuente eficaz y accesible de energía, pero simultáneamente produce daños celulares que no siempre el sistema inmunológico humano puede contrarrestar.

Los estudios de Ozorio de Almeida (1934)²² sobre las alteraciones patológicas que las radiaciones ionizantes producen en los tejidos mediante la formación de radicales libres.

Los experimentos de la propia doctora Gerschman sobre el efecto sinérgico del oxígeno hiperbárico y la radiación X²³.

La prolongación de la vida de ratones sometidos a oxígeno hiperbárico por tratamiento con sustancias radioprotectoras.

La teoría de la reducción parcial del oxígeno de Michaelis, ya mencionada.

El conocimiento de la formación de peróxido de hidrógeno y radicales libres del oxígeno a través de la radiólisis del agua.



Portada de la edición de "Science" de 1954, en la que fue publicado el artículo fundacional de las ideas de la Dra. Gerschman

²¹ Paul Bert, *La pression barometrique, recherches de physiologie experimental*, Paris, Masson, 1878.

²² A. Ozorio de Almeida, "Recherches sur l'action toxique des hautes pressions d'oxygene", *Comptes Rendus des Seances et Mémoires de la Société de Biologie*, 115, Paris, 1934, pp. 1225-1227.

²³ Además del trabajo de 1954, puede verse, por ejemplo, Daniel Gilbert, Rebeca Gerschman, J. Cohen y W. Sherwood, "The Influence of High Oxygen Pressures on the Viscosity of Solutions of Sodium Desoxyribonucleic Acid on the Sodium Alginate", *Journal of the American Chemical Society*, 79 (21), Washington, 1957, pp. 5677-5680.

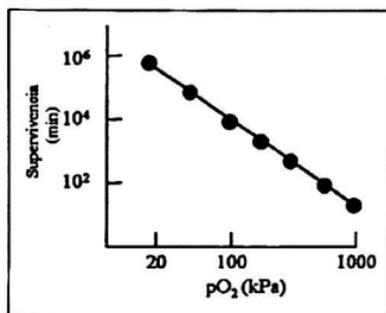
La conjunción de todas estas ideas, conceptos y datos experimentales conformó lo que fue denominado la "Teoría de Gerschman". Esta se fundamenta en tres postulados básicos:

La formación de radicales libres del oxígeno constituye un mecanismo molecular común de daño cuando los animales son sometidos a altas presiones de oxígeno y/o a la radiación ionizante. No todos los procesos oxidativos requieren la formación de radicales libres intermediarios, pero existe evidencia de que tales compuestos efectivamente se forman durante las oxidaciones que tienen lugar en el metabolismo normal.

La toxicidad del oxígeno es un fenómeno continuo²⁴.

Un aumento en la presión parcial de oxígeno o una disminución de la defensa antioxidante lleva igualmente al daño molecular y tisular.

Este último punto puede ilustrarse con el siguiente gráfico, construido a partir de datos de Gerschman y Boveris (1964)²⁵:



La toxicidad del oxígeno
El gráfico (en escala doble logarítmica) muestra la reducción en la supervivencia de ratones sometidos a elevadas presiones parciales de oxígeno

²⁴ Como dato curioso, digamos que Rebeca Gerschman fue designada en 1987 (es decir, un año después de su muerte) primer miembro honorario del "Club del Oxígeno", establecido en Washington, y del que fue uno de los principales dirigentes su discípulo, el Dr. Daniel L. Gilbert.

²⁵ Ver Alberto Boveris, "La evolución...", pp. 85-95.

La Teoría de Gerschman, en su momento, no fue aceptada por dos tipos de cuestiones:

a) *conceptuales*: se consideraba que los radicales libres eran demasiado tóxicos y reactivos para existir en los sistemas biológicos en condiciones fisiológicas. Químicamente, el oxígeno era reconocido como oxidante y la radiación como reductora, debido precisamente a su carácter ionizante y a los electrones liberados durante la radiólisis del agua.

b) *metodológicos*: se criticó que, en los experimentos para demostrar la sinergia entre el oxígeno hiperbárico y la radiación ionizante, Gerschman sólo modificara sistemáticamente el primero de estos parámetros, dejando siempre fijo el valor de la intensidad de la radiación. Por otra parte, la Dra. Gerschman nunca realizó estudios sistemáticos propios sobre la acción patógena de los rayos X, sino que, como dijimos, se apoyó en los resultados de Ozorio de Almeida (1934)²⁶, obtenidos en las primeras épocas de la investigación sobre radiaciones y que, para el año 1954, ya eran considerados obsoletos²⁷.

Las críticas de tipo metodológico fueron muy importantes. Por ejemplo, el Dr. Irwin Fridovich, quien, como veremos, contribuiría a sustentar experimentalmente la teoría de la Dra. Gerschman, al referirse a las deficiencias metodológicas de su trabajo, calificó la hipótesis de Gerschman como una *"intuición brillante de una época pre-científica"*.

Boveris²⁸, agrega un tercer factor: la falta de reconocimiento para el papel de la mujer en la ciencia, actitud todavía importante en la época que nos ocupa. En lo que respecta a la Dra. Gerschman, este

²⁶ A. Ozorio de Almeida, "Recherches sur..." , pp. 1225-1227.

²⁷ Cabe aclarar que, en sus estudios sobre la modificación de la viscosidad del ADN por efecto de las elevadas presiones del oxígeno, publicados en 1957, la Dra. Gerschman se apoyó en trabajos más recientes sobre la producción del mismo fenómeno por rayos X, por ejemplo en R. Conway y J. Butler, *Journal of Chemical Society*, 1952, 834, citado por Gilbert *et al* , "The production..."

²⁸ Alberto Boveris, "La evolución..." , pp. 85-95.

punto, sin embargo, no ha sido todavía suficientemente corroborado, por lo que omitimos abrir juicio definitivo acerca del mismo²⁹.

De todas formas, debemos tener presente que, en el caso de Dr. Houssay, el sexo de sus colaboradores carecía de importancia, pues su obsesión y dedicación exclusiva a los trabajos experimentales que potenciaron el desarrollo de la ciencia biomédica, no se lo permitieron. Es decir, Houssay interpretaba al hombre en su esencia, en sus potencialidades personales, sin efectuar discriminaciones. Pero no estamos en condiciones de afirmar lo mismo del resto de sus colegas.

Más allá de las críticas que puedan formularse, lo cierto es que la intuición de Gerschman fue realmente brillante y avanzada para su época. De hecho, al tomar conocimiento de su teoría, el Dr. Houssay le comentó que: *"Usted se va a quemar. No tomarán en serio su hipótesis, pero en los diez años siguientes se publicarán muchísimos trabajos experimentales que terminarán fundamentándola. De entre esos trabajos saldrá algún Premio Nobel"*³⁰.

Lamentablemente, una vez que la Dra. Gerschman regresó a la Argentina, los experimentos necesarios para contrastar su teoría no volvieron a realizarse, ni por ella misma ni por otros investigadores. El Dr. Boveris atribuye esto a una conjunción de factores, entre los que destacan las restricciones presupuestarias; la pérdida del diseño, creado por la Dra. Gerschman, de una cámara hiperbárica adecuada a los objetivos de la experiencia; y cierta resistencia de los gobier-

²⁹ La Dra. Lidia Costa, bioquímica y sobrina de la Dra. Gerschman, le manifestó a uno de los autores del presente trabajo la opinión que la falta de reconocimiento a la obra de Gerschman es resultado de la conjunción de varios factores, entre los que cabe mencionar los celos profesionales de los investigadores de su época, su condición de mujer y una cierta incapacidad para comprender el alcance de su legado. La Dra. Costa actualmente se desempeña como directora del Laboratorio de Hipoxia y Respiración Celular, dependiente del Instituto de Investigaciones Cardiológicas "Dr. Alberto Taquini", Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires.

³⁰ Esta afirmación de Houssay fue comunicada personalmente por el Dr. Boveris a uno de los autores de este trabajo.

nos de los países desarrollados a realizar (o a informar sobre) experimentos que involucren efectos biológicos de la radiación³¹.

En 1969, cuando Joe M. McCord e Irwin Fridovich descubrieron la enzima superóxido-dismutasa, uno de los catalizadores biológicos que actúan contra los radicales libres del oxígeno³², la hipótesis de Rebeca Gerschman fue confirmada y los científicos debieron abandonar sus reticencias hacia la teoría de los radicales libres del oxígeno y otorgarle su justo lugar entre los aportes fundamentales para la biología y la medicina modernas.

De hecho, la medicina contemporánea ha asignado un papel preponderante al estrés oxidativo y a las formas reactivas del oxígeno en múltiples procesos fisiopatogénicos, tales como cáncer, diabetes, aterosclerosis, trastornos cerebrovasculares, inflamatorios y otros. La toxicidad de los reactivos del oxígeno se ha vuelto un tema importante incluso para el transplante de órganos, particularmente el transplante de riñón.

Por su alta inestabilidad atómica, los radicales libres colisionan con una biomolécula y le sustraen un electrón, oxidándola. La biomolécula pierde de esta manera su función específica en la célula. Si se trata de lípidos se dañarán las estructuras que son ricas en ellos, esencialmente las membranas celulares y las lipoproteínas. El daño de las membranas produce alteraciones en su permeabilidad, conduciendo al edema y la muerte celular.

En el caso de las proteínas, se oxidan preferentemente los aminoácidos fenilalanina, tirosina, triptófano, histidina y metionina. La consecuencia principal de esto es la fragmentación de la proteína. Este efecto es muy importante, porque las decenas de miles de enzimas que regulan el metabolismo celular son proteínas, así como los

³¹ El Dr. Boveris le comunicó a los autores de este trabajo que, en los congresos y revistas internacionales sobre ciencias biomédicas, la información que aparece sobre este tema es mínima.

³² La función de este y otros catalizadores biológicos es, justamente, transformar los radicales libres en moléculas menos peligrosas o reparar los daños que estos ya hayan producido.

transportadores iónicos de membrana, los receptores y los mensajeros celulares. Algunos tejidos, como por ejemplo el del cristalino, se hallan constituidos en más de un 90% por proteínas. La evidencia sugiere que la enfermedad de cataratas es consecuencia de la oxidación proteica del cristalino.

Otra molécula que es dañada por los radicales libres es el ADN, en el que se producen bases modificadas, lo que tiene serias consecuencias en el desarrollo de mutaciones y carcinogénesis y en la pérdida de expresión o síntesis de una proteína por daño al gen específico.

La Teoría del Envejecimiento

Según Denhan Harman (2009) la teoría que afirma que los radicales libres son los agentes fundamentales del envejecimiento (que de ahora en adelante denominaremos "Teoría del Envejecimiento por Radicales Libres") fue primeramente elaborada por él mismo en 1954, en el Laboratorio Donner de Física Médica del campus Berkeley de la Universidad de California³³. Su primera publicación al respecto fue: "Aging: A Theory Based on Free Radical and Radiation Chemistry", en el Journal of Gerontology, Vol. 11, 1956, pp. 298-300, con el auspicio de la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos.

De acuerdo con esto, 1954 fue un año clave para todo lo relacionado con los radicales libres pues, recordemos, fue entonces cuando Rebeca Gerschman publicó su primer y fundamental trabajo sobre la toxicidad del oxígeno y la acción de las radiaciones ionizantes, ambas mediadas por la formación de estos compuestos. El mismo Harman (2009)³⁴, indica que 1954 fue un año en el que la

³³ Denhan Harman, "Origin and evolution of the free radical theory of aging: a brief personal history, 1954-2009", *Biogerontology*, Omaha, publicado online el 24 de mayo 2009, <http://www.springerlink.com/content/w526p7406533w184/>. Acceso 20 de julio 2009.

³⁴ D. Harman, "Origin and evolution..."

especulación biomédica sobre los procesos de crecimiento, declinación y muerte se encontraba en su máxima expresión.

La participación de Rebeca Gerschman en la génesis de la Teoría del Envejecimiento por Radicales Libres es controversial. El ya citado Harman (2009) es muy crítico respecto de la misma. De acuerdo con este autor, el trabajo de Gerschman refería sólo a la acción de las radiaciones ionizantes y a la toxicidad del oxígeno que, en su opinión, son factores mucho menos importantes en el envejecimiento y la muerte que el alcohol, el tabaco o el sobrepeso, por ejemplo³⁵. En verdad, debe reconocerse que el paper de 1954 de la Dra. Gerschman no contiene ninguna referencia explícita al envejecimiento.

Harman no tuvo conocimiento de la obra de la Dra. Gerschman (en realidad, ni siquiera de su existencia), hasta 1976, tal como lo refiere él mismo. Ese año, Harman se encontró en Washington con Daniel L. Gilbert, principal discípulo de Gerschman, con motivo de la Primer Asamblea Anual de la American Aging Association (AGE). Gilbert le preguntó si conocía el trabajo de Gerschman, a lo cual Harman respondió literalmente: *"No, who is she?"*. Enterado, a través de Gilbert, de los trabajos de Gerschman, Harman procedió a estudiarlos, pero su conclusión final fue que tanto Gerschman como Gilbert igualaban toxicidad del oxígeno con envejecimiento cuando, en realidad, si bien ambos procesos presentan características comunes, como la formación de radicales libres, son básicamente diferentes.

³⁵ Es probable que Rebeca Gerschman le otorgase a la toxicidad del oxígeno un rol en el envejecimiento mucho más importante que el que le atribuye Harman. *"Lo que da la vida es lo que la quita"*, refiriéndose al oxígeno, era una de sus máximas preferidas.



El Dr. Daniel L. Gilbert (1925-2000), que fuera uno de los principales discípulos de la Dra. Gerschman.

Una situación similar tuvo lugar en 1996, durante el 5° Simposio Internacional de Medicina Ortomolecular, realizado en San Pablo, Brasil. En esa oportunidad el interlocutor de Harman fue el Dr. Alberto Boveris. Este le refirió que la iniciadora de la Teoría del Envejecimiento por Radicales Libres fue la Dra. Gerschman, concluyendo Harman que Boveris sostenía la misma postura de Gerschman y Gilbert, acerca de igualar toxicidad del oxígeno con envejecimiento, que él considera incorrecta.

Sin embargo, también existen algunas voces favorables a reconocer la prioridad de la Dra. Gerschman respecto de esta teoría. Hayflick (1994)³⁶ escribió que Denhan Harman es el principal proponente de la Teoría del Envejecimiento por Radicales Libres pero que, sin embargo, el germen de la idea fue primeramente introducido por R. Gerschman en 1954. Siguiendo el relato que el propio Harman³⁷ efectúa de este hecho, uno puede inferir que tal afirmación le provocó una cierta incomodidad.

³⁶ Leonard Hayflick, *How and Why We Age*, New York, Ballantine Books, 1994, p.244.

³⁷ D. Harman, "Origin and evolution..."Cit.

En efecto, apenas tomó conocimiento de esto, Harman se contactó con el Dr. Hayflick. Este le comentó que la afirmación sobre la prioridad de Rebeca Gerschman no figuraba en el manuscrito original del libro, sino que la había agregado a instancias de alguno de los pares que arbitraron el texto. Hayflick no conocía efectivamente quiénes habían sido, pero especuló que podían ser el Dr. Raj Sohal o el Dr. Bernie Strehler.

Harman, entonces, se pudo en contacto con ellos. Strehler fue descartado rápidamente, pues al ser consultado sobre el tema, respondió con la misma sorprendida frase que Harman había utilizado en 1976: "*Who is Gerschman?*". Además, Strehler afirmó no haber sido revisor del texto de Hayflick.

Quedaba entonces el Dr. Raj Sohal. Pero ocurrió que este tampoco había sido revisor del libro, y Harman parece no haber podido determinar finalmente quien o quiénes fueron los promotores de la inclusión de esa referencia en el texto de Hayflick. De todas formas, con Sohal hay algo interesante. En 1987, publicó un trabajo en el que afirmó textualmente³⁸: "*It is appropriate to also recognize Gerschman's contribution to the idea of free radical involvement in aging. She was the first to clearly indicate that small 'slipping' in antioxidant defenses could be an important factor in aging*". Cuando Harman lo interrogó acerca de la fuente de la que había obtenido esta referencia, Sohal respondió que no la recordaba.

La cuestión, por lo tanto, aún permanece abierta. Harman insiste enfáticamente en su prioridad sobre las ideas germinales de la teoría, si bien reconoce la importancia de la obra científica de la Dra. Gerschman. Los discípulos de esta, por el contrario, reivindicaban los derechos de nuestra investigadora. Unos y otros presentan argumentos convincentes, pero la última palabra sobre esta cuestión aún no ha sido dicha.

³⁸ Rajindar Sohal, "The free radical theory of aging: A critique", en: M. Rothstein, editor, *Review of Biological Research in Aging*, New York, Alan R. Liss, 1987, pp. 385-415.

Existen, incluso, posiciones intermedias. Por ejemplo, Miquel (2006) considera que Harman y Gerschman publicaron sus teorías en forma independiente y que las ideas de uno y otra, aunque por caminos distintos, conducen igualmente a la Teoría del Envejecimiento por Radicales Libres, respecto de la cual, debemos aclarar, este autor mantiene una postura crítica³⁹.

Gastañaga (2009)⁴⁰ dice que Harman es considerado ampliamente como "el padre de la teoría de los radicales libres del envejecimiento", pero luego reconoce el aporte de Gerschman al afirmar que "contra el Modelo Deficitario que contempla el viejo frente al joven queda patente en Geriatria que el envejecimiento no es un estado, sino un proceso acumulativo de factores acumulativos propios de la materia que modifican su función. Las rocas se erosionan y fragmentan, las tierras se hidratan; los metales se oxidan y quizás los seres vivos también envejezcan por un proceso similar según la teoría del estrés oxidativo de los Radicales Libres de Rebeca Gerschman".

Personalmente, hemos hallado, en los trabajos de Gerschman, referencias explícitas a la utilización de compuestos antioxidantes como protectores de los efectos tóxicos del oxígeno y de las radiaciones ionizantes, pero muy pocas con relación al envejecimiento. Por ejemplo, podemos citar afirmaciones como: "It is plausible that a continuous small "slipping" in the [antioxidant] defense could be a factor contributing to aging and death"⁴¹, las que, sin embargo, no alcanzan para conformar una teoría definida sobre el tema.

³⁹ Jaime Miquel, "Integration of theories of ageing", *Revista Española de Geriatria y Gerontología*, 41(1), Barcelona, 2006, pp. 55-63.

⁴⁰ Mario Gastañaga, *Apuntes de Geriatria en Equipo*, Alicante, Editorial Club Universitario, 2009, p.33.

⁴¹ Rebeca Gerschman, "Oxygen effects in biological systems", en: *Lectures of XXI International Congress of Physiological Sciences*, Buenos Aires, 1959, pp. 222-226.

Sies (1985)⁴² propuso el concepto de “*estrés oxidativo*” como un desbalance respecto de la situación considerada normal, producido por un aumento de oxidantes o una disminución de los antioxidantes. Según Boveris (2005)⁴³, uno de los fundamentos de este concepto es la idea de Gerschman de que tanto la hiperoxia como la disminución de antioxidantes llevan al daño tisular. El éxito de esta idea fue inmediato y promovió la investigación biomédica en el campo de los efectos producidos por la disminución de los antioxidantes, así como las estrategias intervencionistas de suplementación con compuestos y vitaminas antioxidantes⁴⁴.

Hoy, la utilidad real de los antioxidantes para la salud humana es motivo de discusión. Después de algunas décadas de entusiasmo, se alzan desde el campo científico, voces que afirman que los suplementos vitamínicos C y E y otros compuestos antioxidantes han demostrado ser experimentalmente poco efectivos⁴⁵. De todas formas, esto no invalida las ideas originales de Gerschman, cuando menos en lo relativo a la acción tóxica del oxígeno y los efectos biológicos de las radiaciones.

⁴² H. Sies, *Oxidative stress: introductory remarks*, en H. Sies, (ed.), *Oxidative Stress*. San Diego, Academic Press, 1985, pp. 1-7.

⁴³ A. Boveris, “Origin and evolution...”

⁴⁴ Entre las condiciones clínicas relacionados con el estrés oxidativo figura el daño por exposición a radiaciones ionizantes, tanto en forma accidental como consecuencia de acciones terapéuticas, en consonancia con las ideas presentadas por Gerschman en 1954.

⁴⁵ Ch. Hennekens.; J. Buring y R. Peto, “Antioxidants Vitamins – Benefits Not Yet Proved”, *The New England Journal of Medicine*, 330 (15), Massachusetts, 1994, pp. 1080-1081. En el mismo sentido hay otros estudios más actuales, por ejemplo: J. Manson; J. Buring, Ch. Albert y N. Cook, “Women’s Antioxidant and Folic Acid Cardiovascular Study”, grupo de investigación del Brigham and Women’s Hospital, artículo disponible online en:

<http://www.brighamandwomens.org/preventivemedicine/research/wacs.aspx>.

Acceso: 28 de agosto 2009.



El Dr. Denhan Harman, que disputa con la Dra. Gerschman la prioridad en la Teoría del Envejecimiento por Radicales Libres

Conclusiones

A lo largo del presente trabajo hemos estudiado las contribuciones científicas de la Dra. Rebeca Gerschman, las que se refieren a cuatro campos principales: la concentración del potasio en el plasma sanguíneo, los efectos biológicos de las radiaciones ionizantes, la acción deletérea de las elevadas presiones del oxígeno y la teoría del envejecimiento. Las últimas tres reconocen como su denominador común a los radicales libres del oxígeno, en su rol de mediadores en los procesos de oxidación biológica, tanto normales como patológicos.

La obra de la Dra. Gerschman, posiblemente como toda obra o construcción humana, se ha revelado de naturaleza fuertemente paradójica. Por una parte, sus ideas fueron avanzadas y anticipatorias: pensar, por ejemplo, en acciones oxidativas que resultan de las radiaciones ionizantes (en ese momento conocidas básicamente como reductoras) es un pensamiento no sólo creativo, sino también audaz. Por otra parte, sus estudios experimentales presentaron algunas falencias epistemológicas básicas que contribuyeron (aunque no determinaron) el inicial rechazo que sus ideas sufrieron por parte de la comunidad científica.

Creemos que, de todas formas, la brecha entre el pensador revolucionario y el científico rigurosamente formal y ortodoxo es falsa y arbitraria: ambos son necesarios para el progreso de la ciencia.

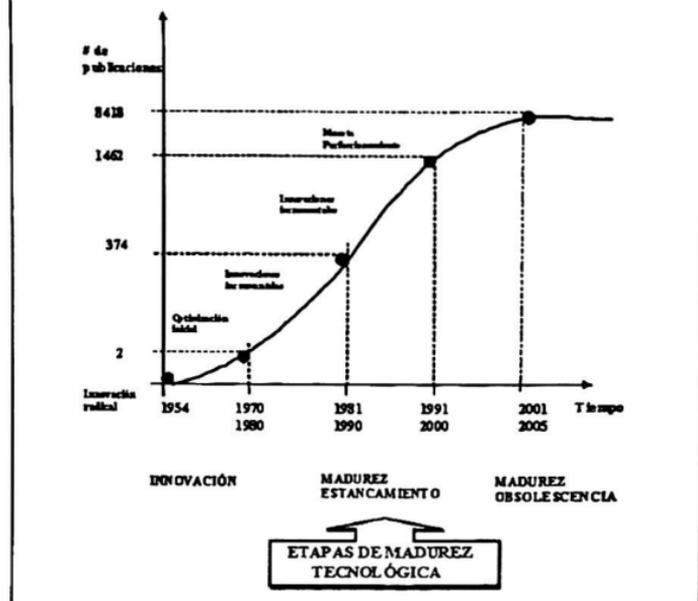
La investigación en radicales libres no ha dejado de crecer. En Argentina, existen actualmente diversos grupos que trabajan en esta temática. Por ejemplo, los últimos trabajos de la Dra. Sacerdote de Lustig versaron sobre este tema buscando, a través de la detección de antioxidantes en el plasma sanguíneo, métodos para diagnosticar precozmente patologías neurológicas tales como el Mal de Alzheimer, el Parkinson y la demencia vascular.

El campo de los radicales libres que, hasta hace relativamente poco tiempo, era patrimonio de físicos y químicos, hoy es transitado con paso firme por numerosos profesionales de la salud⁴⁶. Los estudios en el laboratorio se han multiplicado con el objetivo básico de establecer la magnitud de la participación de los radicales libres en la patogenia de las enfermedades que se les atribuyen. En la imagen siguiente, tomada de Valdés *et al* (2006), podemos ver el incremento en publicaciones sobre radicales libres a través del tiempo.

⁴⁶ María Antonia Acosta Valdés, Jorge Quintana Torres, María Elena Macías Llanes y Dalyla Alonso Rodríguez, "Retos tecnológicos para un diagnóstico actual por el laboratorio: estrés oxidativo en pediatría", *Humanidades Médicas*, 6(3), Camaguey, 2006, pp. 1-27.

Gráfico 1.

TRAYECTORIA TECNOLÓGICA DEL DIAGNÓSTICO DE
ESTRÉS OXIDATIVO SEGÚN PUBLICACIONES DE MEDLINE.



Crecimiento en el número de publicaciones
sobre radicales libres (Valdés *et al*, 2006)

Los mismos autores califican la teoría de los radicales libres y del estrés oxidativo como *“una innovación radical que nace sobre la base de planteamientos teóricos que revolucionan las bases bioquímicas asociadas a la génesis de un rumbo tecnológico nuevo”*⁴⁷.

⁴⁷ Valdés *et al*, “Retos tecnológicos...”, pág. 13.

Y agregan que *"en el caso del estrés oxidativo el inicio de esta etapa se remonta al planteamiento de la Dra. Rebeca Gerschman"*.

Finalmente, no podemos dejar de resaltar que, como científica dedicada a la investigación, la Dra. Gerschman jamás cometió el error de minimizar o despreciar la docencia y la formación de recursos humanos. En esto, seguramente, debemos advertir la benéfica influencia del Dr. Houssay.

En efecto, hemos intentado contextualizar y estudiar los aportes de la Dra. Gerschman a la ciencia biomédica en el marco de la historia de la medicina. Y, por ello y por la dedicación que ambos mostraron por la formación de nuevos investigadores, no podemos dejar de señalar la influencia que ejerció sobre esta científica su primer maestro: el Dr. Houssay, quien la formó y dirigió como a otros tantos fisiólogos y biólogos argentinos de reconocimiento a nivel nacional e internacional.

Al revisar la historia personal de Houssay como profesional de la ciencia, podemos afirmar, sin temor a equivocarnos, que su disciplina, su dedicación exclusiva a la investigación, sus exigencias y su amor por el trabajo, posibilitaron la investigación experimental en medicina, siguiendo la matriz disciplinar de Claude Bernard⁴⁸.

Sus contactos internacionales posibilitaron que varios de sus discípulos continuasen sus investigaciones y formación en Estados Unidos y en Europa. Su Instituto de Fisiología, a su vez, recibió becarios y aspirantes de todas las latitudes. A él también debe, entonces, la Dra. Gerschman su dedicación a la educación y formación de nuevos fisiólogos interesados en la ciencia biomédica.

⁴⁸ Fisiólogo francés (1813-1878). Estudió la secreción interna. Concibió la medicina como ciencia experimental. Su principal obra fue , una de cuyas ediciones fue publicada en español por Emecé Editores, en 1944.



Bernardo Houssay y Rebeca Gerschman

Apéndice: una curiosa votación

El martes 15 de diciembre de 2009, cerró la convocatoria para elegirle el nombre a una calle del Dique 1, en la Ciudad de Buenos Aires, lanzada en noviembre del mismo año. La original iniciativa fue muy bien recibida y generó mucha repercusión. De hecho, importantes medios de comunicación se hicieron eco del concurso y colaboraron en su difusión. Fue la primera vez que la gente tuvo la oportunidad de participar e influir en la elección del nombre de una calle, a través de Internet. Fueron sugeridas los nombres de siete mujeres argentinas: Ana Diaz, Camila O'Gorman, Aurelia Velez, Alejandra Pizarnik, Rebeca Gerschman, Niní Marshall y María Luisa Bemberg.

Votaron en total 6.757 personas. La comediante y humorista Niní Marshall resultó la gran favorita, acaparando casi la mitad de las voluntades y perfilándose, desde el primer momento, como la elegida. El segundo lugar fue obtenido por Camila O'Gorman y también en este caso su posición fue evidente desde el principio, aunque en los últimos días su participación se "estancó" notoriamente.

Sin dudas, en el transcurso del concurso la gran “pelea” se concentró en el tercer, cuatro y quinto puesto, que fueron ocupados en forma alternada por Rebeca Gerschman, la poeta Alejandra Pizarnik y la cineasta María Luisa Bemberg. En un principio, la tercera ubicación fue para Gerschman, pero luego fueron cobrando cada vez más protagonismo Pizarnik y Bemberg, relegando en un momento a Gerschman hasta el quinto lugar. Cuando parecía que esa tendencia se mantendría, Gerschman comenzó a sumar gran cantidad de votos y recuperó casi de un día para el otro el tercer puesto, “despegándose” de Pizarnik y Bemberg y acercándose cada vez más a O’Gorman. De hecho, Niní Marshall y Rebeca Gerschman fueron, en los últimos días, quienes proporcionalmente más votos recibieron respecto de las otras cinco postuladas.

Finalmente, Rebeca Gerschman obtuvo el 12.26 % de los votos emitidos.