

LA CÁTEDRA DE HIDROLOGÍA MÉDICA Y LOS ANÁLISIS DE AGUAS MINERALES

Pf. Dr. Francisco Armijo Castro

*Doctor en Farmacia y Licenciado en Ciencias Químicas.
Universidad Complutense de Madrid.*

Sumario

Se repasan en este trabajo la relación entre el análisis físico químico de las aguas mineromedicinales y la Cátedra de Hidrología Médica. En sus primeros cien años de existencia la Cátedra ha procurado disponer de laboratorios adecuados para realizar estos trabajos, siendo, en el caso de la Absorción Atómica y la Cromatografía Iónica, pionera en su uso. Fruto de esta actividad han sido la publicación de muchos trabajos, varios libros y once tesis doctorales.

Palabras clave: Aguas mineromedicinales, Cátedra y Escuela de Hidrología Médica, Análisis químico.

Summary

The relationship between the physical chemical analysis of mineral medicinal water and the School of Medical Hydrology is studied in this paper. During the first hundred years of the School it has tried to have the most suitable laboratories to be able to offer this type of analysis being pioneer in the use of Atomic Absorption and Ionic Chromatography. As a result of this activity, many papers have been published, several books written and eleven doctoral thesis have been prepared.

Key words: Mineral medicinal water, School of Medical Hydrology, Chemical analysis.

Como no puede ser de otra manera, y más en mi caso, mis primeras palabras son en recuerdo del doctor **Manuel Armijo Valenzuela**, recientemente fallecido, gracias a él estoy ahora aquí dirigiéndome a ustedes y gracias a él conseguí una de mis primeras actividades profesionales y siempre sus generosos y acertados consejos.

El texto: *“El sentido analítico acompaña constantemente a la humanidad en su proceso de perfección. Probar, deducir resultados, separar y aislar es un evidente rasgo de inteligencia que se ha manifestado en innumerables ocasiones desde la más remota antigüedad”*, pertenece al profesor **Fermín Vazquez López**, catedrático de Tecnología Farmacéutica Industrial, buen amigo y colaborador de la Cátedra de Hidrología. (1)

Analizar es el acto de inteligencia que ha ayudado a desarrollarse a la humanidad, el método de prueba y error han sido, infinidad de veces, el método de avance de las ciencias y la vida.

Hoy no tenemos duda de la importancia del agua para la vida, de las virtudes de las aguas mineromedicinales para la salud, de la necesidad del análisis químico para su conocimiento y de la aplicación de técnicas muy específicas y normalizadas para realizarlos.

Un ejemplo de ello lo tenemos en un libro de viajes, una de mis aficiones, como ha dicho la doctora **Josefina San Martín** en la presentación. El viajero irlandés **John Talbot Dillon**, en su viaje a España 1778 al visitar el balneario de Trillo, le pregunta sobre los

análisis de las aguas al doctor **Casimiro Ortega**, este le remite al químico francés **Pierre Joseph Macquer**, y a otros químicos eminentes, quienes están de acuerdo en que los análisis del agua es la más difícil de las operaciones de la química, ya que intenta descubrir esta composición, que la naturaleza al fluir y en etapas secretas, moldea el agua, y otras sustancias, en sus mociones mas sueltas. (2)

El conocimiento de los componentes de las aguas mineromedicinales ha sido siempre un desafío para los analistas que desde tiempos muy remotos intentaron conocer la causa de sus virtudes sanadoras.

La publicación en 1778 de la gran obra de **Torbern Olof Bergman**, *De analysi aquarum*, constituye la pieza clave en el desarrollo del análisis cuantitativo de las aguas, siendo inmediatamente traducida al inglés y ampliada con análisis de aguas minerales suecas. (3)

El químico sueco deseaba conocer la composición de las aguas y además quería comprobar la calidad de sus resultados analíticos, sintetizando las aguas posteriormente y fue capaz de aplicar sus conocimientos sobre las propiedades del dióxido de carbono y sus habilidades en el análisis para proponer un método de producir aguas minerales artificiales.

En España **Antonio Casares Rodríguez** (1812-1888) químico y farmacéutico gallego promovido, en 1845, como primer catedrático de Química General de la Universidad de Santiago. En 1859 pasó a ocupar la Cátedra de Química inorgánica de la Facultad de Farmacia de esa universidad, donde realizó toda su labor docente y científica. Su laboratorio fue el primero en España en utilizar el análisis espectral como técnica instrumental, dedicándose al análisis de aguas mineromedicinales. En ese mismo año, el científico gallego recogió sus análisis en el “Tratado práctico de Análisis Química de las aguas minerales y potables”. (4)

Voces más doctas que yo a han hablado ya de la fundación, por Real Decreto de 5 de enero de 1912 de la Cátedra de Hidrología Médica, y del profesor **Hipólito Rodríguez Pinilla**, médico libre pensador, que la ganó en 1913. Sus trabajos están más relacionados con la medicina que con la química, pero publicó en los Anales de la Sociedad Española de Hidrología Médica trabajos sobre las aguas de Calzadilla y del Molar de los que fue médico director. (5)

Tras la jubilación de **Hipólito Rodríguez Pinilla** en 1931, quedó como profesora encargada de la cátedra **Antonia Martínez Casado**. La Guerra Civil supuso

un cese de las actividades de la cátedra que se volvió a sus quehaceres con la incorporación de **José de San Román** como profesor auxiliar. Convocadas nuevamente oposiciones en 1945, la plaza fue adjudicada a **San Román**.

La figura de **José San Román Rouyer** ha sido glosada con cariño y rigor por **Carlos San Román**, uno de sus hijos. Relacionado con el Análisis de las aguas, tenemos su labor como director e impulsor del Instituto de Hidrología y Climatología Alfonso Limón Montero, perteneciente al Patronato Santiago Ramón y Cajal del CSIC (1951-1961). (6)

El Laboratorio de Hidrología del Instituto estaba ubicado en la Facultad de Medicina, Atocha número 106 y los resultados de los trabajos se publicaron en los Anales Hispanoamericanos de Hidrología Médica y Climatología. La sección dedicada al Estudio de las Aguas Mineromedicinales estaba dirigida por el doctor **Jesús Aravio Torre** con la colaboración de **Pedro Diez**, **Augusto Blanco** y **María de la Iglesia Navarro**.

El doctor **Aravio Torre** en el período 1952 -1954, con medios escasos analizó las aguas mineromedicinales de varios balnearios como Tanger, Insalus, Carballino, Los Berrazales y Lugo, y corrigió la notación de viejos análisis expresados en sales publicándolos con el título “*Determinaciones analíticas. Rectificación de datos. Notación moderna y nuevas representaciones gráficas de las aguas minero-medicinales*”. Entre 1955 a 1957, se analizaron los manantiales de Daimiel, Ledesma, Betelu, Insalus y Montemayor y en 1958, los de Marmolejo, Pórtugos. (7)

Cuando fallece **José San Román Rouyer** en 1961 **Antonio Castillo Lucas** (1898-1972), quedó encargado de la Cátedra de 1961 a 1963. De los 67 trabajos presentados por los alumnos de doctorado entre 1960 y 1963 ninguno estaba dedicado a temas relacionados con el análisis de las aguas mineromedicinales, todos se dirigieron a sus aplicaciones médicas.

En 1963 obtiene la Cátedra **Manuel Armijo Valenzuela**, proveniente de la llamada, por **Ricardo Horno Liria** presidente de la Academia de Medicina de Zaragoza, escuela aragonesa de farmacología. El profesor **Benigno Lorenzo Velázquez** había formado una escuela de farmacología aragonesa y discípulos suyos y catedráticos fueron **Mariano Mateo Tinao**, **Félix Sanz Sánchez**, **Manuel Armijo Valenzuela**, **Perfecto García de Jalón**, **Jose María Bayo Bayo**, **Pascual López Lorenzo** y **Francisco Javier Elio Membrado**. (8)

Todos los discípulos del profesor **Benigno Lorenzo Velázquez**, tenían una muy buena base química obtenida en la facultad zaragozana que proporcionaron profesores como **Bruno Solano** y **Antonio de Gregorio Rocasolano**. Dispongo del programa de **Manuel Armijo Valenzuela** y sus cuarenta lecciones harían pasar un mal rato a los licenciados actuales. (9)

Manuel Armijo Valenzuela, pertenecía desde 1945 al Cuerpo de Baños, era catedrático de Farmacología en la Universidad de Valladolid y presidente de la Sociedad Española de Hidrología Médica. (10)

En 1969 me incorporé al equipo de la Cátedra de Hidrología, situado en los locales de Farmacología y que disponía de algunos equipos para el análisis de aguas y al que pertenecían los doctores Luis Pablo Rodríguez y Alfonso Velasco.

En julio de 1969, con la inestimable colaboración del decano de la Facultad el profesor **Benigno Lorenzo Velázquez**, se adquirió un Espectrofotómetro de Absorción Atómica con sistema de atomización de llama marca Perkin Elmer modelo 290 B que se instaló inicialmente en el laboratorio de Farmacología. La técnica había sido propuesta por sir **Alan Walsh** en 1955 en Australia y, los primeros equipos comerciales se pusieron a punto a mediados de la década de los 60. (11)

Durante el curso 1970-1971 se trasladó la Cátedra de Hidrología Médica desde su ubicación en la de Farmacología a su propio local en la 5ª planta del Pabellón 5º. Las instalaciones de análisis pasaron de disponer de tres mesas, a cuatro laboratorios: dos de análisis instrumental, uno de química húmeda y otro de microbiología, tres despachos de profesores, una biblioteca y un aula.

Estas mejoras propiciaron que el equipo de la Cátedra, junto con otros importantes laboratorios de referencia, y, mediante acuerdo con el INDIME* (Ministerio de Comercio: Dirección General de Comercio Interior. Servicio de Inspección de la Disciplina de Mercado), realizara durante los años 1973 y 1974 el control de las aguas envasadas españolas. Este esfuerzo contribuyó al despegue de esta industria ya que se actualizaron a los modernos sistemas de expresión de los análisis de muchas etiquetas, algunas muy decorativas, pero que estaban ya obsoletas en su contenido.

Otro hito importante para la Hidrología Médica española fue la puesta en funcionamiento en 1978 de

la Escuela Profesional de Hidrología Médica e Hidroterapia que ha tenido tres directores; el profesor **Manuel Armijo Valenzuela**, (1978 a 1994), la profesora **Josefina San Martín Bacaicoa**, (1994-2000), y desde entonces el profesor **Francisco Maraver Eyzaguirre**. Desde la primera promoción, más de 400 especialistas en Hidrología Médica e Hidroterapia han recibido formación en el análisis de aguas mineromedicinales realizando el análisis fisicoquímico y bacteriológico completo de un manantial o balneario para cumplimentar la Memoria preceptiva, durante su primer año de permanencia en la Escuela. (12)

En 1983 los profesores **Francisco Armijo** y **Josefina San Martín** obtuvieron una beca del CSIC para realizar el análisis de los manantiales y balnearios de la provincia de Teruel. Se localizaron 42 manantiales, se realizaron la toma de muestras y los análisis completos, a pie de manantial y de laboratorio, a ninguno de los muestreos faltó el profesor **Manuel Armijo Valenzuela**. (13)

La empresa norteamericana Dionex en los años 1975-1977 comercializó los primeros cromatógrafos iónicos en USA, en el año 1989 la Cátedra de Hidrología adquirió un equipo con el que se realizó el análisis completo de varias aguas mineromedicinales por cromatografía iónica con supresión química. Con sus resultados se publicó un trabajo presentado en el XXXI Congreso Internacional de Hidrología y Climatología Médicas celebrado en Madrid en 1991. (14), (15)

En los libros de Hidrología médica publicados por los profesores de la Cátedra no faltó información sobre el análisis de las aguas. En el Compendio de Hidrología Médica publicado en 1968 por **Manuel Armijo Valenzuela** se incluían algunas técnicas de análisis de las aguas mineromedicinales y Las Curas Balnearias y Climáticas de 1994 de **Manuel Armijo, Josefina San Martín** y otros colaboradores, disponían de un capítulo de Análisis de las aguas mineromedicinales y otro de Expresión de los resultados del análisis de las aguas mineromedicinales redactado por **Francisco Armijo Castro**. (16), (17)

Esta actividad analítica no pasó desapercibida para los organismos oficiales españoles y así el IGME en sus Jornadas de Aguas minero medicinales celebradas en Madrid en 1992 incluyó una ponencia dedicada a las técnicas analíticas de las aguas, redactadas por Francisco Armijo, que se volvió a repetir en las Jornadas celebradas en el Balneario de la Toja en 1999. (18), (19)

No sólo las aguas minero medicinales constituyen el motivo de trabajo del laboratorio de la Cátedra, desde

1991 también ha venido poniendo a punto el análisis de peloides y parapeloides introduciendo equipos, técnicas y parámetros hasta ahora no utilizados, para un mejor conocimiento de estos productos. (20)

La dirección de la Escuela de Hidrología Médica por parte del profesor **Francisco Maraver** dinamizó el trabajo del laboratorio y en el año 2001 se adquiere el nuevo equipo completo de espectrofotometría de absorción atómica marca GBC, su predecesor había funcionado durante 30 años, fue la estrella del laboratorio, pero se había convertido en una reliquia fuera de cualquier mejora posible.

También en el año 2003 se adquiere el nuevo equipo de cromatografía iónica con sistema informático incorporado que facilita su manejo y permite acortar los tiempos de análisis, el anterior con 15 años de correcto funcionamiento ininterrumpido no admitió la necesaria puesta al día de su informática.

Consecuencias de la utilización de equipos adecuados y su manejo por personal profesional con una excelente formación, como es la técnico **Izaskun Hurtado**, fue la publicación de los Vademécum de aguas minero medicinales españolas, en 2003 y 2010, el segundo de ellos reñe los análisis de 97 manantiales de 91 balnearios y supuso 17000 km de desplazamientos para las tomas de muestras. (21), (22)

En los laboratorios de la Cátedra no solo se han realizado trabajos analíticos para proyectos externos también han colaborado muy activamente en la realización de Tesis doctorales con aportación analítica. Cronológicamente podemos incluir las de los doctores:

San Martín J. “Relación entre la conductividad específica y la densidad relativa de las aguas minero-medicinales y su residuo seco”. 1975

Maraver F. “Consideraciones sobre las acciones terapéuticas de las aguas minero-medicinales de Baños de Montemayor (Cáceres)”. 1986

San José JC. “Estudio histórico-científico del Balneario de Fuencaliente (Ciudad Real)”. 1990

Gascón E. “El balneario de Vallfogona de Riucorb (Tarragona)”. 1997

Martínez I. “Balnearios y manantiales de aguas minero-medicinales de la Comunidad de Madrid”. 1997

López A. “Balneario de Fortuna”. 1999

Gonzalo ML. “Estudio del balneario de Alhama de Aragón (Zaragoza)”. 1999

Castillo E. “Estudio de las aguas minerales de la provincia de Toledo”. 2002

Palacín E. “Estudio de las aguas minerales de la provincia de Valladolid”. 2004

Perea L. “Efecto del agua minero medicinal de Carabaña en las personas mayores”. 2006

Armijo O. “Estudio de los Peloides españoles”. 2007

Monasterio A. “Estudio de las aguas minerales de la provincia de Neuquén-República Argentina”. 2010

El trabajo analítico continua día a día y en el trigésimo octavo Congreso de la ISMH una de nuestras aportaciones fue el trabajo Los nitratos en las aguas españolas potables y envasadas, de los profesores **Armijo F, Corvillo I, Vázquez I, Maraver F.** El trabajo incluye el análisis de 97 botellas de aguas minerales naturales españolas envasadas, adquiridas en comercios del ramo alimentario y 117 muestras de aguas de red de poblaciones españolas de más de 50.000 habitantes, tomadas en domicilios. (23)

En el año 2012, plagado de acontecimientos relacionados con la Hidrología Médica, como el centenario de la Cátedra, el ciento treinta y cinco aniversario de la fundación de la Sociedad española de Hidrología Médica y la celebración en Lanjarón del 38 Congreso mundial de la ISMH, he procurado colaborar con estos eventos con un trabajo relativo al tema del análisis de las aguas como es la monografía “Cien años de análisis de la aguas minero medicinales”. Publicada en el Balnea número cinco, anexo de los Anales de Hidrología Médica del Servicio de Publicaciones de la UCM, recoge la historia de esta rama de la Química durante un centenar de años, 1784 a 1884, desde Lavoisier a Arrhenius, a la que no fueron ajenos los científicos españoles y en concreto los médicos hidrólogos. (24)

A MANERA DE CONCLUSIONES

El análisis Químico ha ido siempre emparejado a las aguas minero medicinales.

Los médicos hidrólogos tenían formación en Análisis Químico ya que realizaban esta asignatura en Facultad de Farmacia.

La Cátedra y la Escuela han impartido formación para que los médicos hidrólogos pudieran realizar y entender los análisis.

La Cátedra ha sido pionera en la utilización de técnicas analíticas como los Electrodos específicos, la Espectroscopia de Absorción Atómica, la Cromatografía Iónica, la Texturimetría y la Osmometría.

Se han analizado y publicado los resultados de más de mil aguas de manantiales, de balnearios, envasadas y potables.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Vázquez López, Fermín. Teoría y práctica de las membranas semipermeables. *Diag Biol.*, vol XXV. 5, 44. 1975
- (2) Dillon, John Talbot. *Travels Through Spain*. Londres. 1780.
- (3) Bergman Torbern Olof. *De Analysi Aquarum Holmiae. Upsaliae Aboae 1779*.
- (4) Casares, Antonio. *Tratado practico de Análisis Química de las Aguas minerales y potables*. Ingel Calleja. Madrid. 1866.
- (5) Rodríguez Sánchez, Juan Antonio. *Cómo se crea una Cátedra; Hipólito Rodríguez Pinilla y la institucionalización de la Hidrología Médica en España. Conmemoración del Centenario de la Creación de la Cátedra de Hidrología Médica de la Universidad Española 1912-2012*
- (6) San Román Terán, Carlos. Dr. D. José San Román Rouyer (1932 a 1962). Acto académico en Conmemoración del Centenario de la Creación de la Cátedra de Hidrología Médica de la Universidad Española 1912-2012. Facultad de Medicina. UCM. 2012, 17 abril. <http://www.ucm.es/BUCM/med/doc19731.pdf>
- (7) Aravio Torres, Jesús. Determinaciones analíticas. Rectificación de datos. Notación moderna y nuevas representaciones gráficas de las aguas minero-medicinales. *Anales Hispanoamericanos de Hidrología Médica y Climatología*. Instituto Alfonso Limón Montero. Madrid. 1954. 69-92.
- (8) Zubiri A, El profesor Velázquez y los médicos aragoneses. *Heraldo de Aragón*. 29 de junio de 1986
- (9) Armijo, Francisco. Manuel Armijo Valenzuela. En: *Cien años de la Cátedra de Hidrología Médica*. Balnea 7. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. 2012: 93-132.
- (10) Rodríguez LP. Excmo Sr. D. Manuel Armijo Valenzuela, Catedrático (1963-1986). Acto académico en Conmemoración del Centenario de la Creación de la Cátedra de Hidrología Médica de la Universidad Española 1912-2012. Facultad de Medicina. UCM. 2012, 17 abril. <http://www.ucm.es/BUCM/med/doc19731.pdf>
- (11) Bermejo, Francisco. *Tratado de Química Analítica Cuantitativa*. Santiago de Compostela. 1963
- (12) Maraver, Francisco.; Aguilera, Lourdes.; Corvillo, Iuminada.; Morer, Carla.; Armijo, Francisco. *L'Enseignement de l'Hidrologie à l'Univerdité Complutense de Madrid. Trente années de l'Ecole professionnelle d'Hydrologie Médicale et d'Hydrothérapie*. Press Therm Climat 2007; 144: 167-176.
- (13) San Martin, J. Armijo F. *Balnearios y manantiales de aguas minerales de la provincia de Teruel. Estudio histórico científico y proyección social y turística*. Teruel (C.S.I.C.). 1986. 75. 49-94
- (14) Small, Hamish. *Ion Chromatography*. Plenum Press. New York. 1989.
- (15) Armijo, F. Mena, JC. Maraver F. *Aplicación de la cromatografía iónica al análisis de aguas mineromedicinales*. *Boletín Sociedad Española de Hidrología Médica*. 1990. 5 (1). 36
- (16) Armijo Valenzuela. Manuel. *Compendio de Hidrología Médica*. Oteo. Madrid. 1968
- (17) Armijo Valenzuela, Manuel. *San Martín Bacaicoa, Josefina. Curas balnearias y climáticas. Talasoterapia y Helioterapia*. Editorial Complutense. Madrid. 1994
- (18) Armijo F. *Nuevas tendencias en las técnicas analíticas de las aguas. Jornadas de Aguas Minerales y Mineromedicinales en España*. Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Madrid. 1992. 5.1-5.20
- (19) Armijo F. *Tendencias en las técnicas analíticas de las aguas. Panorama actual de las aguas minerales y minero-medicinales en España*. Instituto Tecnológico GeoMinero de España. La Toja. 2000.127-152
- (20) Armijo, F. Armijo, O. Maraver F. *Los peloides terapéuticos: Experiencia de la Cátedra de Hidrología Médica. Sesión Científica sobre termalismo*. Termatalia. Orense. 2008. 191-222
- (21) Armijo, F. Hurtado, I. Maraver, F. *Aguas mineromedicinales españolas*. En: *Vademécum de aguas mineromedicinales españolas*. Instituto de Salud Carlos III, 2004. 47-293
- (22) Maraver, F. Armijo, F. *Vademécum II de aguas mineromedicinales españolas*. Editorial Complutense. Madrid. 2010.
- (23) Armijo F, Corvillo I, Vázquez I, Maraver F. *Nitrates in spanish waters: natural mineral water and tap water*. In proceeding of: 38 th ISMH Worl Congress, At Lanjarón Granada, Volume: Balnea 6 Medical Hydrology and Balneology: Environmental Aspects.
- (24) Armijo Castro, Francisco. *Cien años de análisis de la Aguas Mineromedicinales*. Balnea 5. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. 2012.