



Sobre la confusión actual acerca del origen del término hidrogel

Cristóbal Lárez Velásquez*

Grupo de Polímeros, Departamento de Química, Facultad de Ciencias,
Universidad de Los Andes, Mérida 5101, Venezuela

(*) clarez@ula.ve

Recibido: 10/06/2019

Revisado: 23/08/2019

Aceptado: 28/08/2019

Resumen

Los hidrogeles son materiales que han ganado un espacio importante en muchas actividades del quehacer humano, como por ejemplo en la remediación de aguas y suelos, en aplicaciones agrícolas para liberación controlada de agroquímicos y, especialmente, en el campo biomédico. Sus aplicaciones en este último sector incluyen desde la liberación controlada de fármacos hasta su empleo como andamiajes para el crecimiento de células. Sin embargo, a pesar de todos los avances experimentados por estos materiales en los últimos años, el origen del término “hidrogel” aparece errónea o muy confusamente reportado en la literatura relacionada al tema, especialmente en los trabajos más recientes. En este artículo se presentan los resultados de una investigación bibliográfica realizada con el objetivo de aclarar en lo posible este asunto, obteniendo evidencia de que el término fue acuñado por el químico escocés Thomas Graham en el año 1864, junto a otros términos relacionados como alcogel, sulfagel, glicerogel, lo que sin duda permite considerar a Graham como el creador del término gel en un sentido algo similar al que se emplea actualmente.

Keywords: historia de los hidrogeles; hidratos gelatinosos; coloides; Jakob van Bemmelen, Thomas Graham

Abstract

On the current confusion about the origin of the hydrogel term. Hydrogels are materials that have gained an important place in many human activities, i.e., water and soil remediation, agricultural applications as the controlled release of agrochemicals, and especially in the biomedical field. Its applications in this sector include from the controlled release of drugs to its use as scaffolds for cell growth. However, despite all the advances experienced by these materials in recent years, the origin of the term "hydrogel" appears erroneously or very confusedly reported in the literature related to this topic, especially in the most recent works. This paper presents the results of a bibliographic research carried out with the aim of clarifying this issue as far as possible, obtaining evidence that the term was coined by Scottish chemist Thomas Graham in 1864, along with other related terms such as alcogel, sulphagel, glycerogel, which undoubtedly allows to consider Graham as the creator of the term gel in a sense somewhat similar to that currently used.

Keywords: Hydrogel's history; gelatinous hydrates; Colloids; Jakob van Bemmelen, Thomas Graham

Introducción

Numerosos autores, especialmente en los últimos años¹⁻⁶, coinciden erróneamente en considerar el trabajo del científico holandés Jakob Maarten van Bemmelen⁷ (Almelo, 3 de noviembre de - Leiden, 13 de marzo de 1911) como la fuente donde aparece por primera vez reportado el término “hidrogel”. Dicho trabajo, escrito en alemán y referenciado usualmente en el año 1894, parece haber sido publicado realmente en 1893, como podría inferirse de la nota al final de este artículo, la cual señala que fue recibido en la redacción el 25 de noviembre de 1893. Adicionalmente, habría que indicar que una especie de resumen de este trabajo, realizado por el mismo autor y publicado en francés en 1894⁸, confirmaría el año 1893 como el año de publicación del mencionado trabajo.

Por otra parte, se pueden encontrar también algunos trabajos donde la información sobre el origen del término necesitaría ser revisada porque se expone de manera confusa^{9,10}.

En este artículo se presentan los resultados de una investigación bibliográfica realizada con el objetivo de aclarar en lo posible el origen del término hidrogel, de uso tan extendido en nuestros días.

Los aportes de van Bemmelen

En los dos trabajos comentados anteriormente^{7,8} van Bemmelen usa el término “hydrogel”, tanto en alemán como en francés, de una manera llamativamente familiar, lo que permite suponer que era ya conocido para la época. Por ello, se podría decir con un alto grado de seguridad que el término fue utilizado por este reconocido científico – para un sistema distinto (dispersiones de un óxido metálico en agua que mostraban un comportamiento gelatinoso) a los sistemas para los cuales se aplica hoy en día (redes tridimensionales poliméricas entrecruzadas que pueden absorber grandes cantidad de agua manteniendo su forma) – debido a la influencia de la

descripción de los sistemas coloidales hecha en 1860^{11a} por el científico escocés Thomas Graham (Glasgow, 21 de diciembre de 1805 – Londres, 16 de septiembre de 1869), como se infiere de la alusión directa que hace van Bemmelen a los “*Hydrogels von Graham*”⁷. Es destacable el hecho que van Bemmelen lograra discutir en este tiempo⁸ sobre la presencia en estos “hidrogeles” de un tipo de agua (que llamó agua de absorción o de imbibición), distinta a la que existe en los hidratos de dichos óxidos. Adicionalmente, logró establecer que la cantidad de esta agua de absorción depende “...de la presión de vapor del medio (es decir, la concentración de la fase gaseosa), la temperatura y los cambios que transforman el cuerpo coloidal poco a poco durante el secado o bajo agua. ...” (traducción propia de la referencia 8).

Los trabajos pioneros de Graham

En este punto merece la pena indicar que en su trabajo pionero sobre la ciencia de los coloides “*La difusión líquida aplicada al análisis*”^{11b}, Graham dividió las sustancias en cristaloideas y coloides, indicando en relación a estos últimos que pueden ser ejemplificados por la gelatina animal pero incluyendo también entre ellos “... el ácido silícico hidratado y un número de peróxidos metálicos hidratados solubles, de los cuales poco se conoce hasta ahora; también almidón, gomas vegetales y dextrina, caramelo, taninos, albúmina y extractos vegetales y animales. ...” (traducción propia de la referencia 11).

Con la sospecha que el término “hydrogel” podía haber sido usado antes de 1893, y sabiendo que para esa época van Bemmelen hablaba de los “hidrogeles de Graham”, se inició una búsqueda de dicho término en referencias que pudieran ser accesibles a través de Internet. En tal sentido, se pudo encontrar en una biografía de van Bemmelen, publicada en el sitio web del Instituto de Química Inorgánica de la Universidad de Kiel, Alemania, una lista de sus publicaciones¹². Entre ellas destacan dos trabajos en cuyos títulos aparece el término “hydrogel”, el primero fechado en 1888, relacionado con el estudio de sistemas basados en el ácido silícico¹³, y el segundo publicado en 1882, relacionado con “hidrogeles” de los óxidos de berilio y de aluminio^{14a}. Este último trabajo parece haber sido publicado previamente en 1881^{14b}.

En este punto, la evidencia apuntaba fuertemente a que el término “hidrogel” podría haber sido acuñado por Graham, como había sido propuesto en 1979 por el Profesor Jerker Porath, de la Universidad de Upsala en Suecia, durante una reunión de la Sociedad Bioquímica realizada el 28 de junio en la Universidad de Cambridge¹⁵. Aún cuando en este trabajo no se presenta alguna referencia asociada al uso del término por vez primera, permitió enfocar la búsqueda hacia los trabajos de Graham, lo cual arrojó resultados altamente positivos. En efecto, en un trabajo publicado por Graham en 1864, relacionado con las propiedades del ácido silícico y otras sustancias coloidales¹⁶, el asunto parece resolverse en uno solo de

sus párrafos, en el cual Graham indica “*Si se me permite distinguir los hidratos líquidos y gelatinosos del ácido silícico por los términos formados irregularmente de hidrosol e hidrogel de ácido silícico, los dos cuerpos alcohólicos correspondientes que ahora se presentan pueden denominarse alcosol y alcogel del ácido silícico.*” (traducción propia de la referencia 16)

La búsqueda de trabajos previos de Graham donde se hiciera alusión a los hidratos líquidos y gelatinosos del ácido silícico mediante los términos hidrosol e hidrogel del ácido silícico, respectivamente, no ha logrado algún resultado concreto. Dicha búsqueda se realizó minuciosamente en el compendio de todos los trabajos de Graham publicado en Edinburgo por Young y Smith en 1876¹⁷. Este compendio ha sido digitalizado y puesto en línea gratuitamente por el proyecto Libros Google.

Es importante indicar que Graham no menciona el término hidrogel en el trabajo de 1861^{11b}, aún cuando se describen varios sistemas coloidales, incluyendo el del ácido silícico y el de la gelatina, que él denomina hidratos gelatinosos (*gelatinous hydrates*), sospechándose que el origen del término “hydrogel” está en dicha denominación, la cual pudo haber sido combinada y reducida posteriormente en el término irregularmente formado de “hydrogel”, como él mismo Graham lo indica en 1864¹⁶. Igualmente, se podría asumir que el término más amplio “gel” derivó también de este trabajo¹⁶, donde se crean nombres más específicos para algunos de los sistemas estudiados, como por ejemplo “alcogel”, “sulfagel”, y “glicerogel”. Es decir, que el término “gel” derivó del comportamiento similar de estos sistemas con el de la gelatina. Una de las versiones del origen de la palabra gelatina es que ésta se tomó del extinto idioma Dalmata, usada en la Croacia antigua (*galatina*, que se refería a la sustancia gelatinosa con la que se conservaba y exportaba pescado desde la actual ciudad de Dubrovnik), pasando al francés (*galantine*) y transformándose en el idioma italiano en *gelatina*, probablemente por influencia del término *gelato* (que se endurece al enfriar)¹⁸.

Conclusiones

En la literatura reciente se ha establecido de manera errónea el origen del término hidrogel en el trabajo de van Bemmelen de 1894⁷. También es posible encontrar algunos trabajos que presentan información confusa con relación al origen del término.

En el presente trabajo se logró rastrear el origen del término “hidrogel” (al igual que el origen del término “hidrosol”) unos 30 años antes, en el trabajo de Thomas Graham de 1864, relacionado con el ácido silícico y otros sistemas coloidales¹⁶. Similarmente, en ese mismo trabajo se encuentra el origen de otros términos específicos relacionados, como “alcogel”, “sulfagel” y “glicerogel” (al igual que el de los términos “al-

cosol”, ” sulfasol” y “glicerosol”) los cuales pudieron haber motivado la aparición de los términos más generales “gel” y “sol”, lo cual reafirmaría a Thomas Graham como el acuñador de los nombres que definen estos tipos de materiales y como su investigador pionero más relevante.

Referencias

1. SC Lee, IK Kwon, K Park. Hydrogels for delivery of bioactive agents: a historical perspective. **Adv. Drug Deliv. Rev.**, **65**, 17-20 (2013).
2. SJ Buwalda, KWM Boere, PJ Dijkstra, J Feijen, T Vermonden, WE Hennink, J. Controlled Release, **190**, 254-273 (2014).
3. VW Ng, JM Chan, H Sardon, RJ Ono, JM Garcia, YY Yang, JL Hedrick. Antimicrobial hydrogels: A new weapon in the arsenal against multidrug-resistant infections. **Advanced Drug Delivery Reviews**, **78**, 46-62 (2014).
4. P Lulński, M Woźnica. Molecularly Imprinted Hydrogels for the Selective Release of Therapeutics. En: *Functional Hydrogels in Drug Delivery* (pp. 64-87). CRC Press (2017).
5. S Thakur, VK Thakur, OA Arotiba. History, Classification, Properties and Application of Hydrogels: An Overview. En: *Hydrogels, Gels Horizons: From Science to Smart Materials*. Eds. VK Thakur y MK Thakur. Chapter 2. © Springer Nature Singapore Pte Ltd. (2018).
6. RD Pyarasani, T Jayaramudu, AJ John. Polyaniline-based conducting hydrogels. **J. Mater. Sci.**, **54**(2), 974-996 (2019).
7. JM Van Bemmelen. Der Hydrogel und das kristallinische Hydrat des Kupferoxydes. **Z. Anorg. Chem.**, **5**, 466-483 (1894).
8. JM Van Bemmelen. L'hydrogel et l'hydrate cristallin de l'oxyde de cuivre. **Recl. Trav. Chim. Pays-Bas**, **13**(8), 271-274 (1894).
9. P Lulński, M Woźnica. Molecularly Imprinted Hydrogels for the Selective Release of Therapeutics. En: *Functional Hydrogels in Drug Delivery* (pp. 64-87). CRC Press (2017).
10. M Rizwan, R Yahya, A Hassan, M Yar, AD Azzahari, V Selvanathan, F Sonsudin, CN Abouloula. pH Sensitive Hydrogels in Drug Delivery: Brief History, Properties, Swelling, and Release Mechanism, Material Selection and Applications. **Polymers**, **9**, Article 137, 32 pags. (2017).
11. (a) T Graham. Liquid Diffusion Applied to Analysis. Proceedings of the Royal Society of **London**, **11**, 243-247 (1860); (b) T Graham. Liquid Diffusion Applied to Analysis. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, **151**, 183-224 (1861).
12. K Beneke, G Lagaly. Jakob Maarten van Bemmelen (November 3, 1830 Amelo – March 13, 1911 Leiden) and the history of the theory of adsorption from solution (2005). Disponible en línea en: https://doi.org/www.unikiel.de/anorg/lagaly/group/klaus_Schiver/bemmelen.pdf. Consultado: 07/07/2019 y se obtuvo el permiso escrito de los autores para la cita.
13. JM Van Bemmelen. L'hydrogel de l'acide silicique. **Rec. Trav. Chim. Pays-Bas**, **7**, 69 (1888).
14. (a) JM Van Bemmelen. Das Hydrogel und das Hydrat des Beryllloxyds und des Magnesiumoxyds. **Journal für Praktische Chemie. Leipzig, Bd. 26**, S. 227 (1882); (b) JM Van Bemmelen. Das Hydrogel und das Hydrat des Beryllloxyds und des Magnesiumoxyds. **Kon. Akad. v. Wetensch. 24 Sept.** (1881). Amsterdam
15. J Porath. Molecular-Sieving and Non-Ionic Adsorption in Polysaccharide Gels. **Biochemical Society Transactions**, **7**, 1197-1222 (1979).
16. T Graham. XXXV.- On the Properties of the Silicic Acid and Other Colloidal Substances. **J. Chem. Soc.**, **17**, 318-327 (1864).
17. J Young, RA Smith. Chemical and Physics Researches by Thomas Graham. Impreso por T. y A. Constable en Edinburg University Press (1976).
18. Etimología de Gelatina. Disponible en: <http://etimologias.dechile.net/?gelatina>. Consultado: 24/07/2019