

# La historia como una herramienta para promover el aprendizaje

Andoni Garritz\*

**ABSTRACT** (History as a tool to promote learning)

The language, customs, and manners of scientists are frequently unintelligible to the rest of the population, and there is considerable danger in a democratic society that the ideas and forces that are moving mountains will be increasingly inaccessible to those outside the laboratories. The analysis of historical cases inside scholar science may represent a way to set the bridge towards people understanding of what scientist do, what their generation knew of the great subjects of their era, of the problem they set out to examine, and of how they solved it.

**KEYWORDS:** history, science learning, examples of success

## Introducción

El lenguaje, las costumbres y los modos de los científicos son frecuentemente incomprensibles para el resto de la población y se da el peligro considerable en una sociedad democrática de que las ideas y fuerzas que mueven montañas sean crecientemente inaccesibles para quienes no viven en los laboratorios. El análisis de casos históricos en la ciencia escolar puede representar la forma de plantar un puente que nos lleve hacia el entendimiento por parte del pueblo de lo que hacen los científicos, qué sabía su generación acerca de los grandes temas del momento, sobre los problemas que decidieron examinar y cómo los resolvieron (Conant, 1947).

Conant creyó que estudiar el trabajo de grandes científicos puede ilustrar las "táctica y estrategia de la ciencia". Varios casos seminales seleccionados de los primeros días de la ciencia requieren sólo una mínima cantidad de antecedentes factuales o técnicos por parte de los estudiantes y, al mismo tiempo, esos casos tempraneros son los mejores ejemplos de la búsqueda intelectual a tientas involucrada en la investigación científica (Giunta, 1998)<sup>1</sup>. En este último artículo citado Giunta nos presenta, por ejemplo, el descubrimiento del argón por Ramsay y Lord Rayleigh, gracias a la diferente densidad de dos muestras de nitrógeno, una obtenida químicamente (que tenía solamente nitrógeno) y otra producida a partir del aire (que poseía alrededor de 1% de argón).

El profesor Gerald Holton —quien escribió un maravilloso

libro de historia de las ciencias físicas (incluida la química dentro de ellas; Holton & Roller, 1958)— nos explica en un artículo reciente lo que pueden hacer los historiadores de la ciencia con los profesores de ciencia (Holton, 2003). Antes de empezar nos habla del alejamiento relativo entre los historiadores y los profesores, de sus "dos culturas". Lo más notable es en cuanto dice: "La mayor parte de las empresas que publican libros de texto, las cuales en los Estados Unidos actúan como si fueran el Ministerio de Educación, no permiten colocar espacios en los libros de ciencia para algo más que un anécdota histórica." Luego pone algunos grandes ejemplos de científicos que dedicaron buena parte de su vida a realizar estudios históricos para su utilización en la enseñanza —entre ellos vuelve a aparecer James B. Conant.

Quisiéramos remarcar aquí la participación de Millikan, del Instituto de Tecnología de California, en este proceso. Publicó un libro de texto —*La mecánica, la física molecular y el calor* (Millikan, 1902, que sigue siendo impreso en 2009)— para ser utilizado en el curso de Física General en CalTech, poco antes de pasarse trabajando durante ocho años para descubrir la carga del electrón en un aparato digno de quedarse ciego, y verificar la ecuación del efecto fotoeléctrico en un proceso lento del que finalmente dijo: "Me tomó diez años de mi vida poner a prueba aquella ecuación de Einstein, de 1905, y contrariamente a mis suposiciones, en 1915 estuve obligado a declarar su verificación certera a pesar de su irracionalidad,



Antes de ser rector en Harvard, James Bryant Conant era un químico común y corriente.

\* Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Ciudad Universitaria 3000, Ciudad Universitaria, 04510 México, D.F.

Correo electrónico: andoni@unam.mx

<sup>1</sup> Carmen Giunta posee una página electrónica que contiene una buena proporción de los artículos históricos de los químicos más renombrados, <http://web.lemoyne.edu/~giunta/papers.html>

dado que parecía violar todo lo que sabíamos acerca de la interferencia de la luz”, cuando calculó repetidamente que sus resultados eran perfectas rectas de diferencia de potencial vs. frecuencia y que tenían como pendiente inequívoca a la constante de Planck.

Millikan aboga en su libro por una enseñanza centrada en el laboratorio, pero en la que los trabajos prácticos sirvan como un instrumento para la comprensión de los principios físicos y no como meros ejercicios de destreza manual. También decía que cualquier estudiante debía leer algunos clásicos de la ciencia, tales como *Discorsi e dimostrazioni matematiche, intorno a due nuove scienze* (*Two New Sciences*), de 1638 de Galileo, *Philosophiae naturalis Principia Mathematica* (*Mathematical Principles*) de Isaac Newton, *On the Equilibrium of Planes and On Floating Bodies* de Arquímedes, ... y en una bibliografía larga de 21 páginas al final de su libro daba recomendaciones de lectura de varios otros originales. Para dar valor a sus alumnos citaba a Maxwell: “Es una gran ventaja para el estudiante de cualquier tema leer la memoria original del mismo, ya que la ciencia es siempre más completamente asimilada cuando se encuentra en su estado naciente”.

Fueron Monk y Osborne (1997) quienes han vuelto a traer a la palestra el tema de la enseñanza de la historia y la filosofía dentro de la propia enseñanza de la ciencia.

### Algo más de historia de la historia

Hace cinco años, en otro trabajo editorial en esta misma revista nos detuvimos a analizar la consideración de la historia como medio adecuado para transformar los libros de texto de química (Garritz, 2005). En aquella ocasión nos dijo José Antonio Chamizo: “Las aportaciones provenientes de las ciencias cognitivas y la filosofía e historia de la ciencia han permitido construir un mínimo pero certero consenso sobre otra forma de enfrentar los procesos de aprendizaje. Además, cada vez de manera más frecuente, se discute no sólo cómo enseñar, sino qué enseñar.” Nos insiste como conclusión: “El papel de la historia en los libros de texto del siglo XXI es que éstos deben considerarse, desde el principio, como libros de historia y rescribir lo que haya que rescribir (los conceptos fundamentales que son los que permiten transitar hacia el futuro) con una visión histórica, es decir, menos absolutista acerca de cómo es creado el conocimiento.” En esa misma editorial recogimos algunas líneas del programa de la asignatura ‘Estructura de la Materia’, elaborado hacia 1986 a partir de nuestro texto (Cruz, Chamizo y Garritz) y publicadas en un programa de estudios (*Estructura de la Materia*, 1987), en el que pensábamos —cuestión que todavía pienso hoy— que la mejor manera de enseñar y aprender química es imprimiéndole un enfoque histórico-epistemológico. Con ello se buscó el logro de objetivos importantes:

“cómo modificar la actitud de los estudiantes ante la actividad científica, para que evalúen positivamente la necesidad de analizar modelos, con todo y sus limitaciones; mostrarles la interrelación entre ciencia teórica y ciencia



Robert Andrews Millikan fue un gran científico y también un gran profesor.

los créditos), y que sin embargo tuvo grandes aportaciones al enlace covalente y, posteriormente, llevó a cabo estudios sobre el estado de la materia que se ha dado en llamar “plasma” y del cual hizo importantes descubrimientos (trabajó más de 40 años en la compañía General Electric y publicó unos 230 trabajos sobre estructura de la materia, estructura de las proteínas, fenómenos de superficie —por los que recibió el Premio Nobel de Química en 1932—, fenómenos atmosféricos, descargas eléctricas, fenómenos termiónicos, lámparas incandescentes, bulbos al alto vacío, etc.). Es todo un gozo hablar del señor Langmuir mientras se menciona la regla del octeto en el tema del enlace covalente. Y decir hoy que la más importante revista sobre fenómenos de superficie se llama *Langmuir* (la página de la ACS dice ‘An interdisciplinary journal, *Langmuir*’s scope includes colloids, biological interfaces, materials, electrochemistry, and devices and applications’).

### Algunos otros ejemplos

Ricardo Lopes Coelho (2010) es un renombrado educador de la física que ha enfrentado una gran diversidad de temas en relación con la historia incrustada en la enseñanza. En su último trabajo ha encarado un concepto difícil, para el cual nos indica que no se ha dado una definición convincente, el de fuerza. Se ha dedicado a concebir este ente con base en los conceptos y críticas dados en los trabajos de Newton, Euler, d’Alembert, Lagrange, Lazare, Carnot, Saint-Venant, Reech, Kirchhoff, Mach, Hertz y Poincaré, algunos de los cuales no dan una definición de fuerza, a propósito, o buscan otras maneras de otorgar fundamento a la mecánica (p. 91).

Dedes y Ravanis (2009) investigan el cambio conceptual que se logra al aplicar el contexto histórico en la enseñanza de la física, en particular, la formación de sombras por fuentes de luz extendidas. Este par de autores evocan la convicción de que, al poner en contacto a los alumnos con el origen y la evolución de las ideas científicas, éstos se acercan a la meto-

aplicada; transmitirles pruebas históricas de contraste de modelos contra resultados experimentales; hacerlos partícipes del proceso de adquisición de conocimientos por acercamiento sucesivo a la realidad”.

Los mismos autores al año siguiente (Cruz, Chamizo y Garritz, 1988) publicamos el caso paradigmático de Irving Langmuir, como un ejemplo de alguien que ha pasado ciertamente de lado en la historia del enlace químico (siempre acompañado por Gilbert Newton Lewis, a quien se le han dado todos

dología de la ciencia; comprenden la naturaleza de las teorías científicas como entidades históricas con un principio, un pico y un fin; se vuelven interesados e involucrados; adquieren una actitud positiva hacia la ciencia y se les provee de un marco de referencia para entender los fenómenos físicos. Desde el punto de vista del empleo de la historia para la investigación de la educación en ciencias estos mismos autores coinciden en señalar la existencia de similitudes remarcables entre la construcción del conocimiento científico por un individuo y el desarrollo histórico de las ideas en la ciencia (Piaget y García, 1982). Sobre el caso estudiado de las sombras, concluyen que la mayoría de los estudiantes aceptan el modelo de la óptica geométrica, lo cual implica que son capaces de predecir correcta y adecuadamente los resultados con base en el principio puntiforme de emisión de luz.

Un tercer caso de enseñanza de la física, pero con un toque certero de modernidad es el de Masson y Vázquez-Abad (2006), en el cual presentan ejemplos de "micromundo histórico" como un intento de introducir mediante la computadora un ambiente de aprendizaje dentro de la historia de la ciencia, con ejemplos de Aristóteles, Buridan y Newton.

Por el lado de la química, Niaz y Rodríguez (2001) nos muestran varios casos del curso de química general en los que conviene analizar históricamente el tema. Por ejemplo, en el caso de la estructura atómica de la materia citan el objetivo del experimento de Thomson de la determinación del cociente carga/masa de los rayos catódicos como algo crucial de su determinación: ¿Para qué decidió determinar ese cociente Thomson? Igualmente mencionan la pugna que se dio entre Rutherford y Thomson por la razón del desvío a grandes ángulos de las partículas alfa en el experimento de Geiger y Marsden, así como la que ocurrió entre Millikan y Ehrenhaft por el experimento de la gota de aceite. Luego dan más ejemplos, tomados de la teoría cinética, del enlace covalente y cierran con algo más antiguo como si Dalton planteó o no en su modelo atómico la explicación de la ley de volúmenes de combinación de GayLussac. Concluyen Niaz y Rodríguez sobre la importancia de presentar con realismo a los estudiantes una hojeada a los esfuerzos, batallas y vicisitudes en las vidas de los científicos.

Otro autor (de Vries, 2001) nos menciona la compleja relación entre la ciencia y la tecnología como algo que fundamentalmente puede enseñarse a partir de aspectos históricos de los laboratorios industriales de investigación. Se encarga de describir el desarrollo del laboratorio de la empresa Philips con tres ejemplos de dicha relación: 1) la ciencia como posibilitadora de la tecnología; 2) la ciencia como precursora de la tecnología; 3) la ciencia como un conocimiento recurso o fuente para la tecnología.

Resulta importante no quedarse con el desarrollo histórico de la civilización occidental, para englobar en el análisis nuestras propias culturas y ancestros, así como los asiáticos. No debemos cometer el error de decir que 'la ciencia occidental' es ciencia y todo lo demás es antropología. Un ejemplo del por qué no debemos cometer ese error queda patente en la

diversidad de lecturas del libro *Encyclopaedia of the history of science, technology, and medicine in Non-Western Cultures*:

Adicionalmente a leer acerca de la astronomía maya, uno puede leer sobre la matemática y la medicina mesoamericanas, así como un artículo general sobre 'Magia y Ciencia', ya que todos los campos están interrelacionados y entrelazados. Puede ser útil leer algo acerca de astronomía en África o en Australia, para ver qué tan similares o diferentes son esas dos culturas. Uno puede viajar atravesando las disciplinas, siguiendo los logros de una cultura, y atravesando culturas, comparando la misma disciplina (Selin, 1997).

De esta forma, conviene centrarnos en la divulgación de hechos que tengan que ver con el desarrollo de la ciencia de nuestro país. Un ejemplo es el del maíz, un producto cuyo origen es mexicano y que es, por principio, algo ineluctable para hablar de México, porque 'sin maíz no hay país' (Esteva & Marielle, 2003). Está claro, por ejemplo, que entre 6,000 y 10,000 años fue domesticado y dispersado genéticamente de manera temprana en la zona del Balsas, en el estado de Guerrero, a partir de una especie de teocintle (Bedolla y Chávez-Tovar, 2010). Todo parece tomar forma con los hallazgos de Dolores Piperno y colaboradores (2009) en Xihuatotla, Guerrero, donde aparecen restos de maíz domesticado hace unos 9,000 años en un albergue, bajo tierra (Amador-Bedolla, 2010).

## Referencias

- Amador-Bedolla, C., *El maíz viene del Balsas*, documento preliminar no publicado, 2010.
- Bedolla, C. A. y Chávez-Tovar, V. H., Teocintle: el ancestro del maíz, *Claridades Agropecuarias*, 201, 32-42, mayo de 2010.
- Coelho, R. L., On the Concept of Force: How Understanding its History can Improve Physics Teaching, *Science and Education*, 19, 91-113, 2010.
- Conant, J. B., *On Understanding Science*. New Haven, CT: Yale University Press, 1947.
- Cruz, D., Chamizo, J. A. y Garritz, A., *Estructura atómica. Un enfoque químico*, México: Fondo Educativo Interamericano, 1986. Luego fue vuelto a publicar por Addison-Wesley; Wilmington, Delaware, USA, y en México por Sistemas Técnicos de Edición y la última edición por Pearson Educación en el año 2002.
- Cruz, D., Chamizo, J. A. y Garritz, A., Emplear la historia para enseñar la química. Las investigaciones de Irwing Langmuir sobre estructura atómica y molecular, *ContactoS (UAM)*, 3(4), 54-61, 1988.
- de Vries, M., The History of Industrial Research Laboratories as a Resource for Teaching about Science-Technology Relationships, *Research in Science Education*, 31, 15-28, 2001.
- Dedes, C. & Ravanis, K., History of Science and Conceptual Change: The Formation of Shadows by Extended Light Sources, *Science and Education*, 18, 1135-1151, 2009.

Esteva, G. & Marielle, C., *Sin maíz no hay país*, México: Conaculta/Museo Nacional de Culturas Populares, 2003.

Estructura de la materia, programa de la asignatura del plan de estudios de la carrera de químico, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, 1987.

Garritz, A., Consideración de la historia en los libros de texto de química, *Educ. quim.*, **16**(4), 498-502, 2005.

Giunta, C. J., Using History To Teach Scientific Method: The Case of Argon, *Journal of Chemical Education*, **75**(10), 1322-25, 1998.

Holton, Gerald & Roller, Duane Henry DuBos, *Foundations of Modern Physical Science*, Reading, MA, USA: Addison-Wesley, 1958.

Holton, G., What Historians of Science and Science Educators Can Do for One Another, *Science and Education*, **12**, 603-616, 2003.

Masson, S. & Vázquez-Abad, J., Integrating History of Science in Science Education through Historical Microworlds to Promote Conceptual Change, *Journal of Science Education and Technology*, **15**(3), 257-268, 2006.

Millikan, R. A., *Mechanics, Molecular Physics and Heat: A Twelve Weeks' College Course*. New York: Bibliolife LLC, 2009. El libro original fue publicado en Chicago: Foresman, 1902.

Monk, M., and Osborne, J., Placing the history and philosophy of science on the curriculum: a model for the development of pedagogy, *Science Education*, **81**, 405-424, 1997.

Niaz, M. & Rodríguez, M. A., Do we have to introduce history and philosophy of science or is it already 'inside' chemistry?, *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, **2**, 159-164, 2001.

Piaget, J. y García, R., *Psicogénesis e historia de la ciencia*. México: Siglo XXI, 1982.

Piperno D. R., Ranere A. J., Holst I., Iriarte J., Dickau R., Starch grain and phytolith evidence for early ninth millennium B.P. maize from the Central Balsas River Valley, Mexico. *Proceedings of the National Academy of Science, USA*, **106**(13), 5019-5024, 2009. Mismos autores (aunque en otro orden) The cultural and chronological context of early Holocene maize and squash domestication in the Central Balsas River Valley, Mexico. *Proceedings of the National Academy of Science, USA*, **106**(13), 5014-5018, 2009.

Selin, H., *Encyclopaedia of the history of science, technology, and medicine in Non-Western Cultures*, Dodrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publisher, 1997, 1117 páginas.

## VI Jornadas Internacionales y IX Nacionales de Enseñanza Universitaria de la Química en Santa Fe, Argentina

Tuvieron lugar las VI Jornadas Internacionales y IX Nacionales de Enseñanza Universitaria de la Química en Santa Fe, Argentina, del 9 al 11 de junio de 2010. El último día coincidió con la inauguración del Mundial de Fútbol, por lo que bajó la asistencia de los mexicanos, que salimos de prisa a ver el partido entre México y Sudáfrica.



**Foto 1.** Hacía frío en Santa Fe. En la foto, de izquierda a derecha Héctor Odetti, el responsable primario de la organización, Graciela Núñez, Andoni Garritz, conferencista inaugural, y Liliana Matus.



**Figura 2.** Algunos de los participantes en las VI Jornadas Internacionales. De pie, de izquierda a derecha: Alejandro Drewers, Andoni Garritz, Lydia Galagovsky, Ángela Pedro, Elizabeth Nieto, Ana Esther Varillas, Gisela Hernández, Adolfo Obaya, Agustín Adúriz y Andrés Raviolo. Sentadas, de izquierda a derecha: Alicia Benarroch (conferencista de la clausura), Mabel Montiel, Marta Stopello, María Dolores Sánchez y María Irene Vera.