

HISTORIAS DE QUÍMICA Y SOCIEDAD

Presentadas en la IV Jornada de Docencia e Investigación en Enseñanza de la Química.

Liliana Lacolla¹, Aldana Martín¹, Vanina Tedesco¹, Leila Rodríguez² y, Silvia Brandariz¹

1. Profesorado en Química. Instituto Superior Joaquín V. González. 2. Profesorado de Química Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA)

E-mail: lilianaele@yahoo.com.ar

Resumen. En este artículo se presentan los debates surgidos en una Mesa Redonda que pone sobre el tapete de discusión la idea de que es posible y necesario plantear una Enseñanza de las Ciencias que muestre a la Ciencia como una actividad humana, realizada por personas que han trabajado y trabajan en instituciones enmarcadas en un contexto socio histórico que los condiciona. Para ellos se analizan cuestiones relacionados con la sociedad, cuestiones de género y debates sociales que deberían incorporarse al aula enmarcando los conocimientos científicos que se pretenden impartir. En especial se plantean cuestiones relacionadas con la Enseñanza y el Aprendizaje de la Química a 150 años de la presentación en sociedad de la Tabla Periódica de Mendeleiev. Se propone acá que revelar a los científicos con sus incertidumbres, pasiones e intereses es también comprender el carácter social de la ciencia y su relación con otros aspectos de la cultura.

Palabras clave. Enseñanza, química en contexto, género y sociedad

INTRODUCCIÓN

El 12 de septiembre el departamento de Química del Instituto Joaquín V, González (JVG) llevó a cabo la IV Jornada de Docencia e Investigación en Enseñanza de la Química. El Encuentro contó con gran participación de estudiantes de otros profesorados, docentes de varias provincias, de países limítrofes y de toda la comunidad de "El Joaquín" que disfrutaron con entusiasmo y ganas de intercambiar sus experiencias. En este marco, fue presentada la Mesa Redonda **Historias de Química y Sociedad** en la cual fueron tratados temas de género, históricos y sociales que atraviesan el pasado y el presente de la Química como ciencia. En ella, un grupo de cuatro estudiantes del Profesorado en Química del JVG y del Profesorado en Química de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA), presentaron investigaciones bibliográficas y expusieron sus reflexiones, importantes a la hora de plantear una enseñanza de Química en contexto.

En primer lugar, Aldana Martín, estudiante del profesorado en Química del Joaquín V. González, planteó un debate entre "Agroquímicos sí o no";

A continuación, Vanina Tedesco, también estudiante del profesorado en Química del JVG, relató lo que investigó acerca de la vida de Fritz Haber, en relación con el contexto en el cual le tocó vivir. Luego expuso su investigación Leila Rodríguez, alumna del Profesorado de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA) quien relató el papel que Madame Lavoisier cumplió en las investigaciones de su esposo, para así analizar cuestiones de género en la historia de la Ciencia y en esta Jornada dedicada a la Tabla Periódica, Silvia Brandariz del Profesorado de Química de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales nos habló de Mendeleiev al cumplirse 150 años de haber presentado en sociedad su Tabla Periódica.

AGROQUÍMICOS SÍ O NO

Aldana Martín

La primera exposición planteó si es posible considerar a los agroquímicos usados en las plantaciones como "buenos o malos"

Este es un tema amplio, atravesado por numerosas disciplinas y que entraña una discusión científica, ética y tecnológica porque se relaciona estrechamente con el tópico de cultivos transgénicos y de la tecnología puesta al servicio de la industria y de la sociedad. Existen actualmente controversias por los efectos ambientales y en la salud humana del uso de agroquímicos.

Para comenzar, debemos aclarar que los plaguicidas son sustancias químicas de origen sintético o natural destinadas a matar, repeler, regular o interrumpir el crecimiento de plagas. Aunque estas sustancias han traídos numerosos beneficios para la producción agrícola y el combate de enfermedades humanas y de animales, el problema de su uso reside en la forma de aplicación de los mismos y el consecuente mal manejo del suelo. Esto produjo y produce ambientes contaminados, degradados y desérticos.

Por otro lado, con la ingeniería genética se comenzaron a rediseñar organismos adaptados de forma rápida y controlada para aumentar la producción agrícola. Estos organismos se conocen como transgénicos u organismos modificados genéticamente (OMG) y presentan genes modificados para un fin determinado como, por ejemplo, ser resistente a una determinada plaga. Al resultar estos cultivos cada vez más resistentes a los plaguicidas, consecuentemente se debe incrementar su uso y aquí radica el mayor de los problemas dialogados en esta exposición.

Según la OMS, *"Los plaguicidas pueden tener efectos perjudiciales para la salud, por ejemplo, provocar cáncer o acarrear consecuencias para los sistemas reproductivo, inmunitario o nervioso. Antes de que se autorice su uso, los plaguicidas deben estudiarse a fin de determinar todos sus posibles efectos para la salud, y los resultados deben ser analizados por*

expertos que evalúen cualquier riesgo que los productos puedan entrañar para las personas."

En Argentina en 1996 comienza la implantación de la semilla transgénica de la soja y la utilización del glifosato, un agroquímico exclusivo aplicable a aquella implantación y que es utilizado en cantidades cada vez mayores. La soja actualmente es el principal cultivo responsable del crecimiento de la utilización de agroquímicos en Argentina. Demanda alrededor del 46 % del total de pesticidas utilizados por los agricultores, seguida por el maíz con el 10 %, el girasol con otro 10 % y el algodón con alrededor del 7%.

En febrero de 2018, en el diario "El Federal" se afirmaba que el 55% de los niños y adultos internados en el Hospital Garrahan y en el Hospital Italiano, por casos de cáncer o malformaciones son entrerrianos. Entre Ríos es la provincia más contaminada con pesticidas, insecticidas y herbicidas del país, precisamente en el distrito de Urdinarrain, donde la concentración de glifosato constatada se encuentra entre las más altas a nivel mundial.

Esto nos hace pensar... ¿Qué reflexión se puede hacer acerca del uso de agroquímicos y el de cultivos transgénicos? ¿Aumentar la productividad es viable, pero a costa de qué consecuencias? Si bien los agroquímicos permiten combatir plagas y los transgénicos aumentar la producción agrícola, lo cual genera puestos de trabajo, más ganancias y más alimentos (entre otros beneficios), no debe dejar de analizarse en qué medida utilizarlos y cómo.

A modo de reflexión final, podemos decir que el conocimiento científico no es inerte, cristaliza en la técnica con la que el ser humano, desde los tiempos más remotos, va transformando el mundo y su forma de vivir, cambiando así la cultura y nuestra manera de pensar y de actuar. La tecnificación de la sociedad ha beneficiado nuestro modo de vida y nos ha brindado comodidades, pero también responde a intereses económicos que deben transparentarse. Nos debemos una reflexión bioética que analice las controversias planteadas, así como el valor de los transgénicos y agroquímicos y la manera en que pueden afectar al equilibrio ecológico y la biodiversidad.

VIDA Y OBRA DE FRITZ HABER

Vanina Tedesco

En esta presentación se tuvo especialmente cuenta el contexto en el cual le tocó vivir a este científico. Haber fue un químico alemán, que vivió en una época de grandes científicos que tuvieron influencia sobre él ya que tuvo de profesores a Robert Bunsen, August von Hoffman y Hermann von Helmholtz entre otros y fue amigo de Albert Einstein, de

Emil Fisher y de Richard Willstätter, pero también sufrió decepciones, las más grandes quizás con Ostwald y Nernst.

Después de graduarse, en 1891 Haber trabajó como asistente de diferentes profesores. Iba creciendo en sus investigaciones y aumentando su popularidad entre la comunidad científica y ambicionaba una carrera académica, que estaba impedida en ese tiempo por ser judío (no fue hasta a los 38 años que logró el cargo de Profesor Titular). Aunque tampoco era el tiempo de las mujeres y la muestra de ello la encontramos en la esposa de Fritz Haber, Clara Immerwahr. Ella fue la primera mujer que se doctoró en Química en una universidad alemana pero lejos de poder seguir sus propias investigaciones, se vio obligada a realizar las tareas de la casa y apenas ayudar a su marido en sus indagaciones, el mérito de las cuales sólo estaba asociado a Haber..

Respecto de los destratos que sufrió por parte de Ostwald y Nernst, Haber trabajaba en Química Orgánica y estaba interesado en la Físico-química, campo en el que por ese entonces, se destacaba la Universidad en la que Ostwald dirigía sus investigaciones. Por tal motivo le solicitó entrevistas, pero fue rechazado por tener buenos conocimientos teóricos pero poca experiencia en la práctica. Y en cuanto a Nernst, lo trató públicamente de mentiroso en una revista porque sus resultados no coincidían con los que él mismo había obtenido (a largo plazo se pudo comprobar que la razón estaba de parte de Haber). Eran tiempos en los cuales pocas voces podían considerarse autorizadas, y frente a estos científicos respetados, Haber estaba apenas empezando a hacerse conocido, lo cual muestra como las cuestiones sociales se imponen también en el avance de la ciencia.

Haber puso en práctica sus conocimientos, en dos contextos muy diferentes. Bajo el contexto de su vida de investigador, su logro máximo que fue sintetizar (con la ayuda de Bosch y Mittasch) a escala industrial, el amoníaco a partir de las sustancias elementales. En ese momento, dado que la población estaba creciendo, la síntesis de amoníaco fue imprescindible para la elaboración de fertilizantes que pudieran mejorar la producción agrícola y así contribuir a paliar el hambre. En ese momento la imagen de Haber se hizo gigante, y no sólo sus colegas se acercaban a él, sino que los empresarios también le ofrecían trabajo.

El idilio con Haber duró hasta que estalló la Primera Guerra Mundial. Haber se declaraba patriota ante todo, y en el contexto de la Gran Guerra, aunque suene cruento, lo que buscaba era destruir al enemigo de su país. Afirmaba que, en tiempos de paz, un científico pertenece al mundo, pero en tiempos de guerra pertenece a su país. Su lema era "en la paz por la humanidad y en la guerra por Alemania". Desde su papel como científico ofreció colaboración al ejército y en este contexto se convirtió en el "padre" de las armas químicas, por la utilización del

cloro como agente agresivo que *la masacre de Ypres* mató a miles de soldados franceses.

Ante este éxito para los alemanes, Haber fue promovido al cargo de capitán y en la noche en que celebraba en su casa su nuevo cargo y la victoria, su mujer Clara, que se declaraba pacifista y en contra de las acciones de su marido, se suicidó con un tiro luego de una fuerte discusión con él. Dicen que Haber no habría escuchado el disparo por los efectos de los sedantes que solía usar para dormir, y a la mañana siguiente volvió con el ejército alemán y fue su hijo quien descubrió el cuerpo de la madre en su habitación dos días después.

Luego de que Alemania perdiera la guerra, el tratado de Versalles prohibía investigar sobre armas químicas, pero Haber siguió con las investigaciones en otros países. Entre tantos productos que sintetizó, se destaca el Zyclon B que paradójicamente fue usado años más tarde en los campos de concentración de Auschwitz, en las cámaras de gas, donde murieron familiares de él. Posteriormente los hijos que tuvo con su segunda esposa, ante la masiva publicidad de este pesticida y la repercusión durante el juicio de Nuremberg de que lo había sintetizado su padre, se suicidaron.

Haber ganó el Nobel de química 1918 y muchos científicos no concurrieron a la ceremonia por considerar inmoral su comportamiento en la Primera Guerra. El gobierno sueco debió aclarar que le otorgaban el premio por la síntesis de amoníaco, previa a la guerra y que sería de gran valor para el mundo por sus aplicaciones a la agricultura. Luego de la Primera Guerra, con Alemania devastada, llegaron los nazis al poder y se dice que Max Planck habló en persona con Hitler para convencerlo de que no cerrara el Instituto dirigido por Haber y así mantenerle el puesto, pero obligándolo a despedir a sus 12 colaboradores también judíos. Entonces Haber presentó la renuncia y se fue a Inglaterra, donde no sólo Rutherford se negó abiertamente a colaborar con él, sino que toda la sociedad le hizo sentir su repudio. Meses después se refugió en lo que hoy es Israel y un año más tarde murió de un paro cardíaco.

Podemos plantear una serie de reflexiones de esta historia: ¿Si no hubiese ocurrido la guerra, hasta dónde hubiese llegado el talento de Haber? Y pensando en Clara, su primera mujer ¿Cuántas grandes científicas no pudieron desarrollarse? ¿Cuánto conocimiento perdemos por prejuicios e imposiciones sociales? Y esto lleva a plantearnos como futuros docentes la importancia de investigar el contexto histórico de los científicos, de los descubrimientos, de cada modelo que enseñamos para que los alumnos puedan entender los conocimientos científicos como producto de una empresa humana realizada en un contexto social definido.

MADAME LAVOISIER

Leila Rodríguez

En esta presentación se destacó el papel que Madame Lavoisier cumplió en las investigaciones de su esposo, para así analizar cuestiones de género en la historia de la Ciencia.

La ciencia y la cuestión de género no son esferas disociadas. El acceso diferenciado por género asignado a las actividades jerarquizadas por la sociedad moderna es un saldo de muchas generaciones de feminismos y feministas que se han dado la tarea de visibilizar y analizar los mecanismos mediante los cuales las mujeres son expulsadas de ciertos circuitos que resultan reservados principalmente para los varones. Sin embargo, no todo es blanco o negro y efectivamente las mujeres tenemos y hemos tenido un lugar en la historia de la ciencia en general y de la química en particular. Hoy son muchas las figuras femeninas de la ciencia y la tecnología que son revisadas y visibilizadas, y, quienes ejercemos la docencia tenemos la oportunidad de discutir los relatos que reproducimos sobre nuestra propia disciplina. En particular, en el caso de la química moderna, se erige ante la figura del históricamente denominado *Padre de la Química*, Antoine Lavoisier, la de su esposa *Madame Lavoisier*. Al revisar su caso podemos desandar el entramado social, económico y cultural que no le permitió tener a Marie-Anne un lugar en la historia de la química.

Marie-Anne Pierette-Paulze era hija de la aristocracia francesa, y por tanto depositaria de una espesa educación en disciplinas como idiomas, pintura e historia, además de naturalmente encaminada a un matrimonio arreglado, en el marco del cual debería cumplir con todas las tareas propias de una señora de la época. Apenas iniciado su matrimonio con Lavoisier, demostró gran interés por sus actividades científicas, ante lo cual su esposo le propició maestros que la instruyeran, con la ventaja de contar con un enorme y bien equipado laboratorio en su propia casa. Laboratorio que, debemos resaltar, Lavoisier pudo adquirir por medio de la dote que recibiera al casarse. Así, la cuestión económica, la dote y la educación se dejan ver como elementos que le permitieron a Marie-Anne acceder a este reservado mundo. Pudo participar de un laboratorio al estar el mismo en la casa, realizar esquemas detallados de los equipos y experimentos por su formación en grabados y dibujos, y fundamentalmente traducir del y al francés obras de Lavoisier para ser difundidas, y obras de otros autores para avanzar en sus investigaciones. Agreguemos que ocupaba muy bien su rol de esposa-anfitriona en términos de los espacios de sociabilización que generaba en su casa con miembros de la comunidad científica.

Además, si bien imaginamos a Lavoisier como el típico científico que

pasaba horas en su laboratorio detallando y repitiendo experimentos, la realidad es que trabajaba tiempo completo recaudando impuestos para la Corona (cargo por el cual la Revolución se cobró su cabeza). Era ella quien, como constatan relatos de la época, pasaba horas en el laboratorio llevando adelante los experimentos y tomando notas bien organizadas de los mismos.

Resumiendo, Marie-Anne pasaba horas experimentando en el laboratorio, registrando rigurosamente los resultados y los detalles de los equipos utilizados y, por si fuera poco, era responsable de la comunicación de resultados en otros idiomas y de proveerle a Lavoisier de los resultados y discusiones no publicadas en francés, incluyendo en ocasiones sus propias observaciones sobre los mismos. Sin embargo, Lavoisier jamás le permitió siquiera figurar como traductora de su obra y era quien recibía los méritos del trabajo evidentemente conjunto.

Podemos ver entonces, como los privilegios de clase funcionaron como vías de acceso a un mundo no habitado por las mujeres, y cómo, a su vez, las lógicas patriarcales en la construcción de relatos sobre mujeres y varones invisibilizaron el lugar fundamental de la actividad científica de Marie-Anne en conjunto con quien pasara efectivamente a la historia oficial como *Padre de la Química*.

En este relato, podemos encontrar reflejada la realidad de muchísimas mujeres que han dejado huellas en la historia de la ciencia, pero sin que hayan trascendido sus datos personales invisibilizados por un relato sesgado de esta historia en las voces masculinas que lo construyeron.

MENDELEIEV: 150 AÑOS DE SU TABLA PERIÓDICA

Silvia Brandariz

Hablar de Dimitri Mendeleiev y de su genio, quien pudo descifrar el "orden químico" de los elementos que forman el universo todo, en una herramienta bidimensional organizada en grupos y períodos en donde pesos atómicos y propiedades pueden ordenarse, es también hablar de una suerte de "profeta", con toda la connotación que esa palabra implica. El profeta predice por inspiración divina, se acerca al conocimiento, a la verdad lejana, con una suerte de iluminación, pero en el relato descubriremos otras características de este científico.

El estereotipo en donde alojamos la figura de Mendeleev, suele ser la de un genio químico ruso, tres rasgos fijos, en donde pareciera no existir lugar a otras cuestiones. No es la idea demistificar a Mendeleev, al "profeta el orden químico", sino por el contrario, revisar su lado no visible y lo imprescindible de estas influencias en sus logros y legados. Hablar de Dimitri, no sólo en su contexto social político de hace casi dos siglos, sino en sus ideas, convicciones y su modo de ver las ciencias, en parti-

cular la Química.

Asomarse a la vida en 1834, en Tobolsk, capital de Siberia, en la Rusia zarista, ser el menor de 17 hijos en una familia repartida entre la docencia y una fábrica de vidrio, ser rechazado de las Universidades de Moscú y San Petersburgo, fueron situaciones en la vida de Dimitri que lo condujeron al Instituto de Pedagogía de las Ciencias donde se graduó de Profesor en Química. Luego de sus tesis de grado, fue becado por la universidad de San Petersburgo, desde donde viaja a Europa y conoce a muchos personajes del mundo científico como Regnault, Kirchoff, Bunsen, Avogadro, Cannizaro, despertando en él la necesidad de volver a su patria y socializar lo aprendido no solo a sus alumnos, por medio de producciones escritas en manuales química, sino a campesinos y vecinos aplicando conocimientos a la producción agrícola y ganadera.

En 1869, hace hoy 150 años, presenta su famosa "clasificación de los elementos químicos" en lo que conocemos como Tabla Periódica, una suerte de arreglo de los elementos a modo de rompecabezas o solitario de naipes ordenados por similitudes, con *lugares vacíos* que le costaría la incredulidad de sus pares, a lo que con humildad decía "*Supongo que cuando se descubran estos elementos desconocidos, muchas más personas nos prestarán atención*". Un profesor de química ruso tratando de representar sus ideas en el centro de poder científico europeo, no es una imagen amistosa, sin embargo, la historia le daría la razón y 20 años más tarde comenzaría su parcial reconocimiento. Mientras tanto, él siguió empeñado en la enseñanza de la química aplicada en la universidad hasta renunciar a su cargo por cuestiones políticas, en donde sus convicciones sociales y el rol que asignaba a la mujer no compatibilizaban con las ideas conservadoras del momento.

Los avatares de su historia, los hechos vivenciados y las figuras importantes que influenciaron y le dieron sentido a su humanidad, sin duda han sido fundantes en su vida tanto personal como pública. Su visión de una Ciencia aplicada, útil, cercana, dista bastante de algunas concepciones de ciencia lejana, pura, verdadera, a la que solo pocos tienen acceso. En el mismo sentido va la imagen que a menudo se tiene todavía hoy del científico, como genio que estudia cosas imposibles de entender como la química, ajeno al mundo sensible y aún más al artístico y en donde generalmente no se priorizan las necesidades mundanas al investigar.

La deuda de justicia social, la brecha que existe entre la ciencia y sus popes con el mundo real nos pone en un lugar de compromiso como docentes y hombres y mujeres de ciencia de tender puentes entre la producción de conocimiento y el mejoramiento de la calidad de vida de las personas. Dimitri en su frase "*Lo que la ciencia siembre, el pueblo lo cosechará*" viene a traernos otro modelo de personaje de Ciencia, de-

contracturado, osado y con una mirada social y aplicada "al servicio de" y de ninguna otra manera.

En resumen, la intención que ha guiado esta presentación ha sido revisar y deconstruir la idea de Mendeleev como solamente un "genio químico ruso", para pensarlo como un servidor con toda su sapiencia, y entender que la gente común que es la Patria, y la Educación en Ciencias fueron motivadores de compromiso y convicción en la vida de Dimitri.

REFLEXIÓN FINAL

A modo de cierre, podemos decir que intención de esta Mesa Redonda fue poner sobre el tapete de discusión la idea de que es posible y necesario plantear una Enseñanza de las Ciencias que muestre a la Ciencia como una actividad humana, realizada por personas que han trabajado y trabajan en instituciones enmarcadas en un contexto socio histórico que los condiciona. Revelar a los científicos con sus incertidumbres, pasiones e intereses es también comprender el carácter social de la ciencia y su relación con otros aspectos de la cultura.

En los Diseños Curriculares de la escuela secundaria, así como en los Planes de Estudio de las carreras de Formación Docente se contempla la necesidad de introducir el estudio de la llamada «naturaleza de la ciencia» como un conjunto de contenidos metacientíficos que se considera que deberían ser parte del bagaje cultural de la ciudadanía (Aduriz Bravo, 2014). De manera coincidente con las palabras de Santos (2007) podemos afirmar al respecto que "*Considerando la naturaleza del conocimiento científico, no es posible pensar en la enseñanza de sus contenidos de forma neutra, sin que se contextualice su carácter social, ni hay cómo discutir la función social del conocimiento científico sin una comprensión de su contenido*"

En definitiva, es necesaria la toma de conciencia de la necesidad de revertir una enseñanza de la Química descontextualizada de su génesis histórica, de sus recorridos experimentales, de sus aplicaciones en la vida cotidiana entre otros aspectos, como estrategia necesaria para mejorar su aprendizaje y contribuir así a la formación de los futuros ciudadanos. (Lacolla y Di Giacomo, 2015).

Bibliografía consultada

- Aduriz-Bravo, A. (2014). La historia de la ciencia en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: Maria Skłodowska-Curie y la radiactividad, *Revista Educató Química*, 16.
- Angelini, M. y col. (2006). *Temas de química general*. Buenos Aires: Editorial EUDEBA.
- Berthelot, M. (1890). *La revolution Chimique, Lavoisier*. Paris: Editeur

Felix Alcan.

- Brescia, F. (1970). *Fundamentos de química: Métodos de laboratorio químico*. México: Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional (AID).
- Brown, T. L., y Hernández, A. R. (2014). *Química: La ciencia central*. México: Pearson Educación.
- Bruni, G., Levi, G. R. y Rollier, M. A. (1964). *Química general*. México: Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana.
- del Puerto Rodríguez, A., Tamayo, S., Palacio Estrada, E. (2014). Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología (INHEM). La Habana, Cuba.
- Errea, M. y otros (2011). *La química subyacente al cultivo de soja. Un balance necesario entre el beneficio económico y la preservación del ambiente*. En *Química y Civilización*. Buenos Aires: Asociación Química Argentina.
- Katz, M. (2011). *Mujeres en la ciencia: Marie Anne Pierrette Paulze Lavoisier; en Química y Civilización*. Buenos Aires: Asociación Química Argentina.
- Katz, M. (2011). *La química y sus contextos: El caso Fritz Haber en Química y Civilización*. Buenos Aires: Asociación Química Argentina.
- Kaufman, T. (2011). Jugando al solitario con los naipes del creador en *Química y Civilización*. Buenos Aires: Asociación Química Argentina.
- Lacolla, L., Di Giacomo, M.A. (2015). Enseñanza de Química con enfoque QTS (Química, Tecnología y Sociedad) en X Jornadas Nacionales y VII Jornadas Internacionales de Enseñanza de la Química Universitaria, Superior, Secundaria y Técnica. 6 al 10 de Octubre de 2015. Buenos Aires: Asociación Química Argentina. Libro de Resúmenes.
- Lewis, John R. (1979). *Química Elemental*. México: Compañía Editorial Continental.
- Porter, R. (2003). *The Cambridge history of science, Volume 4: The Eighteenth Century*. Cambridge University Press.
- Román Polo, P. (2002). *El profeta del orden químico*. Madrid: Nivola Libros y Ediciones.
- Santos, W. L. P. (2007). *Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios*. *Revista Brasileira de Educação*, 12(36), pp. 474-550.
- Tévez, H., dos Santos Afonso, M. (2011). *Degradación y movilidad de*

los agroquímicos en suelos y aguas naturales. Casos de estudio en Argentina. En Química y Civilización. Buenos Aires: Asociación Química Argentina.

- Thorpe, T. E. (1902). *Essays in historical chemistry*. London: Macmillan
- Vinyals, L. (2013). *Transgénicos, mirada desde la ética. Revista Soberanía Alimentaria Biodiversidad y Culturas*. Barcelona. Disponible en <https://www.soberaniaalimentaria.info/publicados/numero-13/413-transgenicos-mirada-desde-la-etica>. Última consulta Octubre 2019
- Young, A. (1792). *Travels in France during the years 1787, 1788 and 1789*. George Bell y Sons. Londres. Disponible en <https://oll.libertyfund.org/titles/young-arthur-youngs-travels-in-france-during-the-years-1787-1788-1789> Última consulta Octubre 2019
- Yunta E. R. (2010). Reflexión bioética sobre el uso de organismos genéticamente modificados. *Bioethikos*, 4(2), 222–227. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3173775/> Última consulta Octubre 2019

Páginas web consultadas

- Documento del Observatorio de las Empresas Transnacionales (OET) de FOCO – Foro Ciudadano de Participación por la Justicia y los Derechos Humanos, sobre el sector agrario; “Glifosato y Transgénicos en el mundo, el caso argentino y las consecuencias sobre la salud”. https://www.ecoportel.net/temas-especiales/contaminacion/glifosato_y_transgenicos_el_caso_argentino_y_las_consecuencias_sobre_la_salud/
- Sitio web de Greenpeace. <https://www.greenpeace.org/argentina/>
- Sitio web de Monsanto. <https://monsanto.com/company/locations/argentina/>
- Sitio web de la Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es>
- Blog de educación científica El Tamiz <https://eltamiz.com/> Consultado en Septiembre de 2019.
- La nube verde tomado del Blog Mujeres con ciencia , sección Ciencia y más <https://mujeresconciencia.com/>. Consultado en Septiembre de 2019.