

CAPÍTULO 1

¿Qué es la química? Origen e impacto en la sociedad

Virginia Vetere

En este capítulo describiremos brevemente cuáles fueron los orígenes de la rama de la ciencia que denominamos **Química** y qué es lo que en ella se estudia.

Compartiremos algunos aspectos acerca del rol que ha tenido y tiene la química en la construcción del conocimiento científico y tecnológico, en nuestra vida cotidiana y en el desarrollo de nuestra sociedad. Te mostraremos la importancia de esta ciencia en diversas disciplinas.

Haremos un breve recorrido por algunos de los aportes más significativos que han hecho las mujeres en la química y en áreas relacionadas.

Te invitamos a reflexionar sobre los temas abordados en este capítulo y sobre tu rol social como futurx profesional vinculadx a esta disciplina.

¿Qué es la química?

La química es la ciencia de la materia y sus transformaciones. Estudia la composición, la estructura y las propiedades de la materia, los cambios que ésta experimenta durante los procesos químicos y la energía puesta en juego en ellos.

La palabra **química** procede de *alquimia*, el nombre de un antiguo conjunto de prácticas que abarcaba diversas dimensiones de la química actual, además de otras disciplinas muy variadas como la metalurgia, la astronomía, la astrología, la filosofía, la medicina, y algunas vertientes del ocultismo y el esoterismo. La alquimia, practicada al menos desde alrededor del año 300, además de buscar la transmutación de metales en oro y plata, estudiaba la composición de las aguas, la naturaleza del movimiento, del crecimiento, de la formación de los cuerpos y su descomposición. Puede considerarse como un sistema de pensamiento filosófico y científico para interpretar los procesos de la naturaleza y el cosmos (Bribiesca y Robles, 2005). Unx alquimista solía ser llamado en lenguaje cotidiano “químicx”.

Se considera que los principios básicos de la química moderna surgen en el siglo XVII, a partir de la obra del químico irlandés Robert Boyle “*El químico escéptico*”, publicada en 1661. Un siglo después, se producen grandes avances que consolidaron esta ciencia del modo que hoy la conocemos gracias a los aportes realizados por el químico francés Antoine-Laurent de Lavoisier,

considerado el “padre de la química moderna”. Lavoisier descubrió en 1785 la ley de conservación de la masa (elaborada de forma independiente por el científico ruso Mijaíl Lomonósov en 1748) y estudió la participación del oxígeno en diferentes procesos, entre ellos la combustión (Robles y Bribiesca, 2005). Aunque a veces olvidada, Marie-Anne Pierrette Paulze, apodada “la madre de la química moderna”, trabajó junto a su esposo, Antoine-Laurent de Lavoisier, en los experimentos sobre la combustión que llevaron a refutar la teoría del flogisto, según la cual todo compuesto que puede combustionar contiene *flogisto*, una sustancia hipotética que representaba la inflamabilidad.

En la figura 1.1 se muestra, de manera simplificada, un recorrido histórico de las épocas que marcaron hitos en el desarrollo de la química.

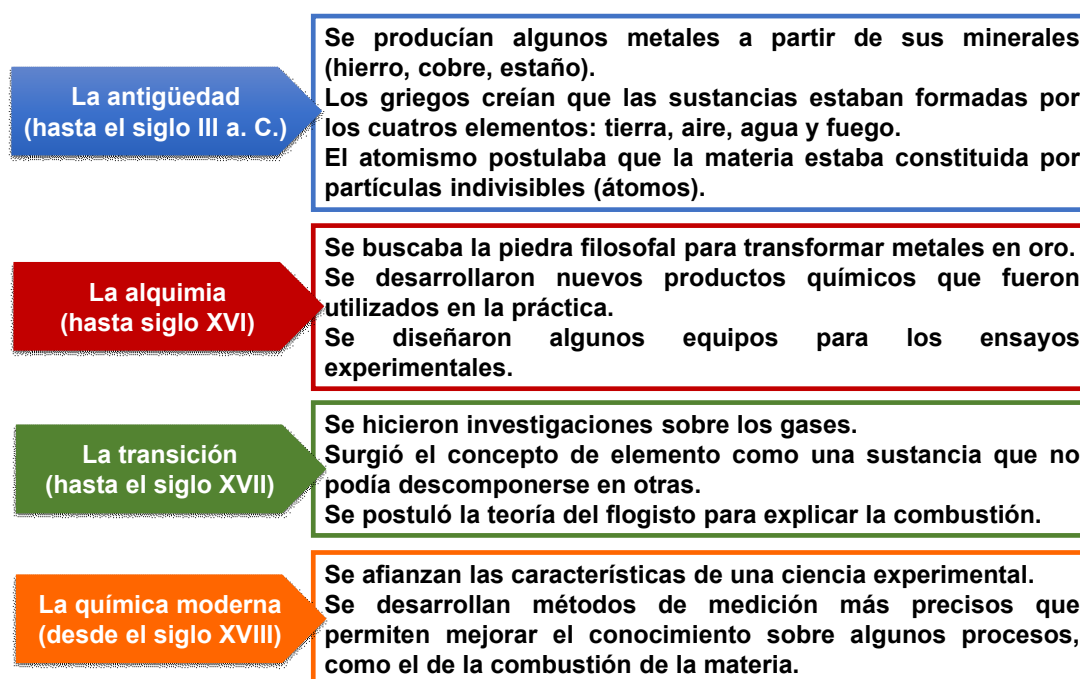


Figura 1.1. Hitos históricos en el desarrollo de la química

Los avances de la química y su impacto en la sociedad

La química es una ciencia fundamental en la que se sustenta la sociedad contemporánea. Todas nuestras actividades cotidianas se ven influenciadas en mayor o menor medida por ella. La Asamblea General de las Naciones Unidas proclamó el 2011 como “Año internacional de la Química” con el objetivo de enfatizar y difundir la contribución de la química como ciencia que puede dar respuesta a las necesidades del mundo, mejorando la calidad de vida y resolviendo los problemas esenciales de la humanidad, como el cambio climático, la alimentación, el agua, la salud y la energía, manteniendo un ambiente sano para el bienestar de todas las personas. Otros de los objetivos principales de esta conmemoración fueron celebrar las contribuciones

de las mujeres a esta ciencia y fomentar el interés de lxs jóvenes por ella. El 2011 fue elegido por ser el primer centenario del otorgamiento del Premio Nobel a Marie Skłodowska-Curie y de la creación de la Asociación Internacional de Sociedades Químicas (Asamblea General de la ONU, 2008).

Está fuera del alcance de este libro hacer una descripción detallada de todos los descubrimientos que han sido importantes en el desarrollo de la química. A continuación, describiremos brevemente algunos acontecimientos que provocaron grandes cambios en la humanidad. En este punto consideramos interesante reflexionar acerca de la construcción de conocimiento como herramienta que nos permite entender nuestro entorno, predecir su comportamiento, desarrollar nuevas formas de producción, mejorar la vida de las personas y habitar el mundo en armonía con el ambiente. El uso que han hecho de estos saberes los sectores que han ejercido el poder a lo largo de la historia determinó el modo en que ciertos descubrimientos esenciales han impactado en la sociedad.

Impacto de la química en el desarrollo pretecnológico

El primer cambio radical producido por la química en la vida de nuestra especie se produjo cuando lxs seres humanxs encendieron por primera vez el fuego. Algunxs investigadorxs ubican temporalmente el uso controlado del fuego hace 1.000.000 de años, otrxs consideran que las evidencias más contundentes datan de 500.000 años. Sin embargo, todxs coinciden en que esta práctica permitió a lxs personas cocinar sus alimentos, mejorando sus propiedades energéticas, digestivas y eliminando agentes patógenos, además de proveerlas de luz, calor y ahuyentar a sus predadores.

Los hitos en la historia de la química que siguieron a esta habilidad fundamental se produjeron en el período Neolítico con la introducción de la alfarería y alrededor del año 6.000 a. C., e incluso antes según algunxs antropólogxs, con la utilización del cobre y el comienzo de la metalurgia.

Desde el descubrimiento de la metalurgia hasta el inicio de la Revolución Industrial en el siglo XVIII, se produjeron avances significativos en la química, especialmente en el hallazgo de nuevos elementos químicos y en el empleo de fármacos para tratar enfermedades. Durante este período la alquimia se transformó en química y se descubrieron dos ácidos fundamentales para la industria moderna, el ácido nítrico y el sulfúrico. Sin embargo, el invento con mayor impacto social de este largo período fue la pólvora negra, descubierta en China en el siglo IX, para hacer fuegos artificiales y armas, y distribuida más tarde en Asia y Europa. En nuestro continente fue introducida por los colonizadores españoles y portugueses en el siglo XV.

La química en la mitad del siglo XVIII experimentó avances que cambiaron el mundo. Durante la Revolución Industrial, las formas de vida tradicionales basadas en la agricultura, la ganadería y la producción artesanal, se transformaron en otras sustentadas en la producción industrial y la mecanización. En este período de profundos cambios sociales, se desarrollaron dos procesos químicos muy importantes: la producción de ácido sulfúrico por el método conocido como de las

“cámaras de plomo” y la producción de carbonato de sodio por el método de Leblanc, que usaba precisamente este ácido. Probablemente, la disponibilidad de estos compuestos fue decisiva para el desarrollo de la industria textil y de la industria del vidrio, así como para las primeras fases de producción de superfosfatos y derivados y el incremento en la producción agrícola.

Impacto de la Química en la sociedad contemporánea

La Revolución Industrial produjo un incremento muy significativo en la población, con un crecimiento notable en las ciudades. La explosión demográfica ocurrida desde el siglo XIX hasta la fecha trajo aparejada la aparición de epidemias por efecto de patógenos y la necesidad de alimentación, acceso al agua potable y al saneamiento para gran cantidad de personas. El desarrollo de fármacos, la cloración masiva de las aguas, la depuración de las aguas residuales, la producción de grandes cantidades de alimentos, son algunos de los aspectos en donde la química ha hecho aportes fundamentales que contribuyeron al bienestar de la sociedad.

Química y salud

A fines del siglo XIX, la esperanza de vida media era de 35 años. La aplicación de la química a la farmacología permitió el desarrollo y producción de vacunas, antibióticos, antisépticos, analgésicos, antiinflamatorios, antitérmicos, antidepresivos y muchos otros medicamentos que redujeron notablemente los índices de mortalidad y mejoraron nuestra calidad de vida. Los insumos para una intervención quirúrgica (fármacos, jeringas, gases medicinales, guantes, bolsas para sangre y suero, instrumental, prótesis, etc.) se producen con materiales provenientes de investigaciones y desarrollos en el área de la química. Se estima que más de 50 millones de personas en todo el mundo tienen implantado algún tipo de prótesis fabricadas con polímeros y aleaciones especiales de base química.

En la actualidad estamos atravesando la pandemia producida por la Covid-19 (enfermedad por coronavirus de 2019, cuyas siglas provienen del inglés *coronavirus disease 2019*). Gracias a los conocimientos generados en el área de química, y de todas las disciplinas relacionadas, ha sido posible el desarrollo y producción de las vacunas contra el virus que causa esta enfermedad, SARS-CoV-2, así como de diversas pruebas de detección del mismo. Hasta el día de hoy, se continúan haciendo grandes esfuerzos en la investigación de fármacos y tratamientos específicos para afrontar esta enfermedad.

De este modo, en los últimos 100 años, la química aplicada a la salud ha duplicado nuestra esperanza de vida. Se espera que, en un futuro próximo, los avances en esta ciencia permitan producir medicamentos para la prevención y cura de enfermedades que aún no cuentan con tratamiento, así como el desarrollo de nuevos materiales con aplicaciones que resultan difíciles de imaginar. La nanotecnología, manipulación de la materia a escala nanométrica, seguirá avanzando en el diseño de biosensores para medir con precisión parámetros químicos y bioquímicos, en el transporte de medicamentos hacia zonas específicas y en liberación controlada de fármacos, entre otras aplicaciones.

Química y alimentación

Se estima que la población mundial aumenta diariamente en aproximadamente 240000 personas. Para obtener alimento en grandes cantidades, el modelo productivo imperante utiliza agentes químicos que permiten mejorar el rendimiento de las cosechas y evitar las enfermedades de los animales que se consumen (agroquímicos, fitosanitarios, fertilizantes, fármacos zoonos, etc.). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) prevé que en los próximos años el nivel de las cosechas se debe incrementar por un factor de seis para cubrir las necesidades de la población mundial. Algunos especialistas consideran que el uso de plaguicidas (insecticidas, fungicidas, rodenticidas, etc.) es necesario para obtener este incremento. Sin embargo, el uso de estos compuestos químicos está cuestionado por varios sectores de la sociedad. En los últimos años se han hecho grandes avances en el desarrollo y utilización de los denominados bioinsumos, productos de origen biológico, elaborados a partir de organismos benéficos tales como bacterias, hongos, virus, e insectos, como así también de extractos naturales obtenidos de plantas, y que pueden ser utilizados para promover el crecimiento vegetal y para controlar las plagas. La producción de bioinsumos es una alternativa importante para el desarrollo de una agricultura sostenible, preservando los recursos naturales y el ambiente. Este es uno de los aspectos de la denominada transición agroecológica, una forma de producción agrícola que está teniendo cada vez mayor impulso en nuestra región y en el mundo (Ferraris, Mónaco y Marasas, 2018).

La química también aporta a la alimentación en el uso de diferentes aditivos, como los conservantes, que prolongan el período en que los alimentos mantienen su calidad de comestibles habilitando su distribución y comercialización en lugares alejados de los sitios de producción. Además, proporciona los gases criogénicos que permiten el transporte y almacenamiento de alimentos en cámaras frías preservando sus propiedades. Asimismo, provee de los plásticos para envases y embalajes que protegen los productos alimenticios. En los últimos años se han desarrollado gran cantidad de materiales biodegradables que permiten minimizar los daños ambientales de la acumulación de residuos plásticos y no degradables (Iqbal y colaboradores, 2019).

Química y agua

El agua, fuente y origen de la vida, es un recurso básico para la salud y la alimentación. En la actualidad, la contaminación, el aumento de la población, las crecientes demandas de la agricultura y la industria y los impactos del cambio climático están poniendo en riesgo el acceso al agua potable. Desde la química se han hecho importantes aportes a esta problemática que presenta aún grandes desafíos.

La Asamblea General de las Naciones Unidas en 2010 ha reconocido el acceso al agua y al saneamiento como un derecho humano. El cloro y otros productos permiten potabilizar el agua evitando el contagio de enfermedades cuando se la consume. Asimismo, la investigación y desarrollo sobre procesos de producción menos contaminantes tienen su base en esta ciencia. La

química aporta, además, diversos métodos para el tratamiento de efluentes industriales y el saneamiento de aguas residuales, fundamental para la prevención de numerosas enfermedades que sufren millones de personas en el mundo y para la salud ambiental.

Otras aplicaciones de la química

Los compuestos químicos son indispensables en casi todas las áreas de nuestra vida. Los productos de higiene personal (jabón, champú, pasta dental, cremas y diversos productos cosméticos) y de los espacios que habitamos (desinfectantes, detergentes, desengrasantes, aromatizantes, etc.) posibilitan el desarrollo de nuestras actividades en forma segura e higiénica.

En el transporte, se utilizan combustibles, lubricantes, cauchos, pinturas, polímeros, entre otros productos químicos. La química ha permitido el desarrollo de nuevos materiales y formulaciones de combustibles para hacer al transporte más eficiente y ecológico. El *airbag*, elemento de seguridad que reduce el riesgo de muerte ante un impacto en un 30 %, está fabricado con una fibra sintética de nylon que, mediante un detector activa su inflado debido a una reacción entre boro y nitrato de sodio que produce una gran cantidad de nitrógeno en centésimas de segundo.

En el deporte, la indumentaria, el arte, la construcción y las nuevas tecnologías la química ha permitido reemplazar los materiales tradicionales por otros más livianos, resistentes y que impacten menos sobre el ambiente (Foro Química y Sociedad, 2011).

Contribución de las mujeres a la química

Durante toda la historia de la humanidad las mujeres han hecho importantes aportes a la ciencia a través de sus investigaciones y descubrimientos vanguardistas, que, en la mayoría de los casos, fueron subestimados o apropiados por otros científicos. La desigualdad de género se hace presente en la ciencia con la misma fuerza que en otras dimensiones de nuestra sociedad. A continuación, presentaremos algunas de las mujeres que han hecho contribuciones fundamentales para el desarrollo de la química (ONU MUJERES, 2020; Pérez, 2021; Mujeres Químicas, 2021). ¿A cuántas de ellas conocés?

María La Jueva: conocida también como María la Judía, María la Hebrea o Miriam la Profetisa. Nacida en Alejandría entre el siglo I y el III, es considerada la primera mujer alquimista. Inventó sofisticados aparatos de destilación y sublimación. Fue la creadora del procedimiento de calentamiento de sustancias de manera uniforme conocido popularmente como “baño (de) María”.

Isabella Cortese: química/alquimista nacida en Italia en siglo XVI. Escribió el libro “Los secretos sobre Alquimia” que constaba de explicaciones sobre remedios para diversas enfermedades, ácidos y cosmética.

María Le Jars: nacida en París en 1565, fue una alquimista autodidacta y defensora del acceso al conocimiento por parte de las mujeres. Escribió entre otros libros, “Igualdad entre hombres y mujeres” en 1622 y “Agravio de las mujeres” en 1626.

Marie Meurdrac: nacida en París en 1687. Fue la primera mujer en escribir un libro de química “La química comprensible y fácil a favor de las damas”. Con este libro de divulgación desafió los mandatos de la época, quedando evidenciado en sus propias palabras “estuve indecisa de publicarlo, ya que la enseñanza no era profesión de mujer, que debería estar callada, escuchar y aprender, sin desplegar sus conocimientos”.

Elizabeth Fullhame: química escocesa nacida en siglo XVII. Realizó importantes experimentos sobre la combustión que plasmó en su escrito “Ensayos sobre la combustión”, en 1794. Fue miembro honorario de la Sociedad Química de Filadelfia.

Marie-Anne Pierrette Paulze: apodada como “la madre de la química moderna”. Nació en Francia en 1758. Fue investigadora, ilustradora y co-autora del “Tratado de química de Lavoisier”, considerado el primer libro de la ciencia química.

Jane Marcet: destacada investigadora y divulgadora, nacida en Ginebra en 1769. Escribió varios libros, entre ellos “Conversaciones sobre química”, publicado en forma anónima en 1805, que recopila un diálogo informal entre una profesora y sus alumnas acerca de grandes descubrimientos de la época.

Marie Sklodowska-Curie: física y química nacida en Polonia en 1867. Fue pionera en estudios sobre la radiactividad. Sentó las bases para la ciencia nuclear moderna, desde los rayos X hasta la radioterapia para el tratamiento del cáncer. Fundó un instituto de investigación médica en Varsovia e inventó unidades móviles de rayos X que ayudaron a más de un millón de soldados heridos en la Primera Guerra Mundial. Fue la primera mujer en ganar un premio Nobel y la primera persona en obtener dos premios Nobel en distintas ciencias. En 1903 se le otorgó el premio Nobel de Física, junto a su marido Pierre Curie, y en 1911 ganó el premio Nobel de Química.

Irene Joliot-Curie: hija de Marie Sklodowska-Curie, nació en París en 1897. Junto a su marido Federico Joliot, descubrió la radiactividad artificial y obtuvo el premio Nobel de Química en 1935. Fue directora del Instituto de Radio y la Comisión de Energía Atómica de Francia.

Dorotea Barnés González: química española nacida en 1904. Se destacó por sus estudios sobre técnicas espectroscópicas aplicadas al análisis químico. Su trabajo de investigación fue clave para la incorporación de técnicas como espectroscopia Raman en su país.

Dorothy Crowfoot-Hodgkin: química británica nacida en 1910. Se especializó en cristalografía de biomoléculas. Entre sus descubrimientos más importantes se encuentran la confirmación de la estructura de la penicilina. En 1964 recibió el premio Nobel de Química por determinar la estructura de la vitamina B12. Otros de sus descubrimientos fueron la estructura de la insulina, el colesterol y el calciferol (vitamina B2).

Kamala Sohoni: física y química, nacida en India en 1912. Se convirtió en la primera mujer india en obtener un doctorado en una disciplina científica. Sus investigaciones se enfocaron en el valor nutricional de los alimentos consumidos por los sectores más pobres de su país, ayudando a remediar las carencias nutricionales.

Rosalind Franklin: nacida en Inglaterra en 1920, fue una de las químicas más influyentes del siglo XX. Experta en el uso de los rayos X, reveló la estructura helicoidal de la molécula del ADN. Esa investigación fue utilizada por el científico estadounidense James Dewey Watson y el británico Francis Harry Compton Crick, para la célebre hipótesis de la "doble hélice". En 1962 estos investigadores recibieron, junto con Maurice Wilkins, el premio Nobel en Fisiología y Medicina. Los aportes fundamentales de Rosalind Franklin al modelo de la doble hélice no le fueron reconocidos en vida.

Marie Maynard Daly: nacida en Estados Unidos en 1921, fue la primera mujer afroamericana en obtener un doctorado en química en ese país. Realizó grandes contribuciones a la ciencia a través de sus estudios sobre los efectos en el corazón y las arterias de factores como el envejecimiento, el tabaquismo, la hipertensión o el colesterol. En 1999 fue reconocida como una de las 50 mejores mujeres en ciencia, ingeniería y tecnología.

Stephanie Kwolek: química estadounidense nacida en 1923. Fue pionera en el estudio de los materiales poliméricos e inventora de una fibra sintética conocida como Kevlar®, que puede ser hasta diez veces más resistente que el acero y que en la actualidad es utilizada en la elaboración de chalecos antibalas. Esta fibra tiene aplicación en diversas áreas, como la construcción y la ingeniería aeroespacial.

To YouYou: química china, especializada en el área farmacéutica, nacida en 1930. Gracias a su descubrimiento para el tratamiento de la malaria ha salvado miles de vidas. Luego de muchos años de investigación, y sobre la base de estudios de una planta utilizada por la milenaria medicina china, el ajeno dulce, Yoyou y su equipo de trabajo extrajeron un compuesto denominado artemisinina, que reduce los parásitos que se encuentran en la sangre de los pacientes con malaria. En 2015 recibió el premio nobel de Fisiología y Medicina, junto a otros dos investigadores, convirtiéndose en la primera mujer china que recibió este galardón.

El aporte de las mujeres a la ciencia y el número de científicas prestigiosas en todo el mundo y en todas las disciplinas es tan importante que sería imposible abarcarlo en un libro introductorio de química. Con esta pequeña selección de químicas destacadas pretendemos visibilizar una parte de la historia de esta ciencia que, tal vez, no nos ha sido contada.

Compromiso social y ambiental

Durante este capítulo hemos recorrido brevemente los principales aportes que la química ha hecho a la humanidad a lo largo de la historia. Esta ciencia contribuyó con importantes conocimientos, que aumentaron de forma exponencial en las últimas décadas, y que cambiaron el mundo y mejoraron la calidad de vida de las personas. Sin embargo, no podemos ignorar que algunos logros científicos y tecnológicos han producido efectos negativos sobre el ambiente, entendido éste de una forma amplia, como el conjunto de elementos naturales y sociales y sus relaciones. El cambio climático, la degradación de la biodiversidad, la contaminación de las aguas, los efectos sobre la salud de las personas, la desigualdad social, la vulneración de los derechos humanos, son algunas de las consecuencias no deseadas y en la que debemos trabajar intensamente para remediarlas.

Las personas vinculadas a la química tenemos el desafío de trabajar en dar respuesta a las principales necesidades del mundo, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de las personas y de la sociedad en su conjunto. Lamentablemente, gran parte de la población mundial es vulnerada en sus derechos. En la actualidad, se estima que 690 millones de personas en el mundo padecen hambre (aproximadamente el 9 % de la población), 2000 millones de personas no dispone de acceso regular a alimentos inocuos, nutritivos y suficientes, 2200 millones de personas carecen de acceso a agua potable y 4200 millones de personas (más de la mitad de la población mundial) a servicios de saneamiento (WHO/UNICEF 2017; OMS/UNICEF; 2019, Naciones Unidas, 2021). Es obligación de los estados garantizar estos y otros derechos. Desde la química podemos hacer grandes aportes en la generación de herramientas y estrategias que promuevan la equidad y favorezcan modelos productivos inclusivos y que preserven el ambiente. Es nuestra responsabilidad, individual y colectiva, hacer que esto ocurra.

Referencias

- Asamblea General de la ONU (2008). *Resolución aprobada por la Asamblea General sobre la base del informe de la Segunda Comisión (A/63/414 y Corr.1) 63/209. Año Internacional de la Química*. Recuperado de <https://www.un.org/es/events/chemistry2011/resolution.shtml>
- Bribiesca, L. y Robles, J. (2005). *En Busca de la Piedra Filosofal: O ¿Debería Todo Químico Moderno Saber Algo de Alquimia? Parte I: La Alquimia como Sistema de Pensamiento*. Educación Química, Número extraordinario 16(4e) 199-207.
- Ferraris, G., Mónaco, C. I., Marasas, M. E. (2018). La transición agroecológica en sistemas intensivos. Validando tecnologías en el cinturón hortícola platense. X Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología Rural (ALASRU). ISBN: 978-9974-8434-8-6
- Foro Química y Sociedad (2011). *Tienes química, tienes vida*. Editorial Química y sociedad. España. Recuperado de <https://www.quimicaysociedad.org/libros/tienes-quimica-tienes-vida/>
- Iqbal, N., Khan, A.S., Asif, A., Yar, M., Haycock, J. W., Rehman, I. U. (2019). Recent concepts in biodegradable polymers for tissue engineering paradigms: a critical review. *International Materials Reviews*, 64(2) 91-126.
- Mujeres químicas (2021). *Observatorio de la Igualdad de la Universidad Rovira i Virgili*. Recuperado de <https://www.urv.cat/es/vida-campus/universidad-responsable/observatorio-igualdad/ano-mujeres-ciencias/dones-i-ciencias/dones-quimiques/>
- Naciones Unidas (2021). Desafíos globales. Alimentación. Recuperado de <https://www.un.org/es/global-issues/food>
- OMS/UNICEF (14 de junio de 2019). Agua. Recuperado de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- ONU Mujeres (7 de febrero de 2020). Dedicación por el descubrimiento: siete mujeres científicas que formaron el mundo. Recuperado de <https://www.unwomen.org/es/news/stories/2020/2/compilation-seven-women-scientists-who-shaped-our-world>

- Pérez, J.I. (2021). *Mujeres con ciencia*, Cátedra de Cultura Científica de la Universidad del País Vasco. ISSN 2529-900X. Editado por Macho-Stadler, M. Recuperado de <https://mujeresconciencia.com/mujeres-con-ciencia/>
- Robles, J. y Bribiesca, L. (2005). En busca de la Piedra Filosofal: O ¿debería todo químico moderno saber algo de alquimia? Parte II: Historia de la alquimia como búsqueda de conocimiento y práctica. *Educación Química*, 16(2), 338-346.
- WHO/UNICEF (febrero de 2017). Seguimiento del suministro de agua, el saneamiento y la higiene. Recuperado de https://www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/coverage/es/