



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA

Plan de estudios 1996



Programa
Química IV Área I

Clave 1612	Semestre / Año 6º	Créditos 14	Área	I Ciencias Físico - Matemáticas y de las Ingenierías	
			Campo de conocimiento	Ciencias Naturales	
			Etapa	Propedéutica	
Modalidad	Curso (X) Taller () Lab. () Sem. ()			Tipo	T () P () T/P (X)
Carácter	Obligatorio () Optativo () Obligatorio de elección (X) Optativo de elección ()			Horas	
	Semana		Semestre / Año		
	Teóricas: 3		Teóricas: 90		
	Prácticas: 1		Prácticas: 30		
	Total: 4		Total: 120		

Seriación	
Ninguna ()	
Obligatoria (X)	
Asignatura antecedente	Química III
Asignatura subsecuente	
Indicativa ()	
Asignatura antecedente	
Asignatura subsecuente	

Aprobado por el H. Consejo Técnico el 13 de abril de 2018

I. Presentación

En las últimas décadas, los avances científicos y tecnológicos han transformado no sólo la realidad política, económica y social de nuestras vidas sino también la educativa. Por ello, es importante que los alumnos vislumbren a la química como una asignatura que les proporciona las bases para un futuro sostenible, desde un contexto cotidiano, con el fin de que se asuman como ciudadanos activos, críticos, responsables y conscientes de la realidad en la que se encuentran. Lo anterior se logrará con el enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA). Desde esta perspectiva el rol del alumno deja de ser el de un receptor que memoriza, repite y transcribe contenidos disciplinares y pasa a ser de alguien que trabaja de manera activa, colaborativa y construye su conocimiento. Por otro lado, el profesor además de dominar el área disciplinar debe guiar al estudiante en la construcción de conocimientos significativos y su aplicación.

El propósito del programa es que el alumno desarrolle la capacidad de abstracción mediante la comprensión de los tres niveles de representación de la materia: el macroscópico, el nanoscópico y el simbólico; refuerce el lenguaje propio de la disciplina, que adquirió en el curso de Química III de una manera transversal durante el desarrollo de las tres unidades y que valore el avance tecnológico relacionado con la química y su vida cotidiana, así como el uso adecuado de los recursos energéticos y el manejo responsable de los residuos.

Los contenidos del programa están estructurados en tres unidades, pensados en situaciones que vive la sociedad actual y que merecen ser analizados desde diferentes aristas para su mejor comprensión: 1) Litio: fuente de energía alternativa, 2) La nanotecnología en los vehículos eléctricos y 3) El impacto ambiental de los polímeros: el reciclado y surgimiento de los bioplásticos.

La asignatura contribuye al perfil de egreso del alumno al promover la comprensión de la naturaleza de la ciencia, de sus procedimientos, sus limitaciones y fortalezas para que de esta forma los estudiantes sean capaces de argumentar y sostener una postura crítica ante la sociedad. Lo anterior se logrará mediante la realización individual o colaborativa de actividades orientadas al análisis de problemas, mediante la búsqueda, selección y organización de la información que dé respuesta a sus interrogantes, de manera que pueda comunicar satisfactoriamente los resultados generados. En este sentido, el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) es una herramienta importante para la búsqueda de información, elaboración de materiales, publicación digital de los productos obtenidos por los estudiantes, entre otras aplicaciones. La relación entre el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico con diversas situaciones contextualizadas, permitirá la construcción de una cultura científica aunada al desarrollo de valores.

II. Objetivo general

El alumno integrará los conceptos de la química aprendidos en el curso anterior con algunos avances tecnológicos y su impacto en el ambiente, como son el uso de fuentes de energía alternativa a través de procesos electroquímicos, la elaboración de materiales a escala nanoscópica y el empleo de los plásticos; mediante el análisis de textos científicos en español y otro idioma, la resolución de problemas, la realización de cálculos e interpretación de datos apoyados en las TIC, para que profundice su conocimiento y comprenda la problemática en la sociedad actual, asumiendo una postura crítica y responsable dentro de su entorno, mediante el desarrollo de valores.

III. Unidades y número de horas

Unidad 1. Litio: una fuente de energía alternativa

Número de horas teóricas: 30

Número de horas prácticas: 10

Unidad 2. La nanotecnología en los vehículos eléctricos

Número de horas teóricas: 30

Número de horas prácticas: 10

Unidad 3. El impacto ambiental de los polímeros: el reciclado y surgimiento de los bioplásticos

Número de horas teóricas: 30

Número de horas prácticas: 10

IV. Descripción por unidad

Unidad 1. Baterías de litio: tecnología de almacenamiento energético

Objetivos específicos

El alumno:

- Analizará el papel de las baterías de litio como unidades de almacenamiento de grandes cantidades de energía eléctrica, a través de la búsqueda, selección y procesamiento de la información, con el fin de que valore las implicaciones de la explotación de este recurso en diversos ámbitos: químico, económico, social y ambiental, y con ello asuma una postura crítica hacia la sostenibilidad del planeta.

- Aplicará los fundamentos de la electroquímica mediante la explicación del funcionamiento de las pilas y baterías de litio y los usos de nuevos materiales para relacionarlos con sus aplicaciones en la vida diaria.
- Valorará el impacto de las pilas y baterías como desechos sobre el ambiente a través de la revisión de información impresa y digital con el fin de proponer medidas encaminadas a la reducción y reciclaje de estos materiales.

Contenidos conceptuales

- 1.1 El litio, desde los salares hasta los aparatos tecnológicos
 - a) Conflictos geopolíticos, económicos y sociales derivados de la extracción y comercialización
 - b) Distribución de los yacimientos de litio en el mundo
 - c) Propiedades físicas y químicas del litio que los hacen un elemento químico especial
- 1.2 Celdas electroquímicas: fuente de energía eléctrica
 - a) Reacciones de oxidación-reducción: determinación del estado de oxidación, balanceo redox, agente oxidante y reductor. Estequiometría masa-masa, mol-mol
 - b) Predicción de procesos redox: potencial estándar de reducción y fuerza electromotriz
 - c) Celdas galvánicas y electrolíticas; sus aplicaciones
 - d) Ventajas y desventajas del uso de las baterías de litio
- 1.3 Nuevos materiales en la construcción de las baterías
 - a) Nanomateriales de carbono: aplicación como ánodos en baterías de ion-litio
 - b) Funcionamiento y usos de pilas y baterías
- 1.4 Pilas y baterías, un problema global
 - a) Pilas y baterías. Unidades de almacenamiento de energía y su consumo desmedido
 - b) Toxicidad de los metales presentes en pilas y baterías
 - c) Disposición y reciclaje de pilas y baterías: alternativa para disminuir el deterioro ambiental. Normatividad mexicana

Contenidos procedimentales

- 1.5 Búsqueda, lectura y análisis de textos en español y otra lengua, que aborden la importancia de la industria del litio en relación con las consecuencias sociales, económicas y geopolíticas implícitas en la explotación y comercialización de este elemento químico
- 1.6 Modelación del funcionamiento de las celdas galvánicas y electrolíticas
- 1.7 Realización de experimentos que apliquen las reacciones de oxidación-reducción en la construcción de celdas galvánicas y electrolíticas

- 1.8 Realización de ejercicios que involucren al balanceo de ecuaciones químicas por el método de oxidación-reducción así como la determinación del estado de oxidación y cálculos estequiométricos masa-masa y mol-mol
- 1.9 Redacción de textos académicos relacionados con la importancia de las baterías en la generación de energía y sus aplicaciones
- 1.10 Realización de actividades bajo el esquema de trabajo colaborativo en el aula y el laboratorio como metodología para el aprendizaje del funcionamiento de las celdas galvánicas y electrolíticas
- 1.11 Planteamiento, resolución de problemas y/o casos sobre la importancia de las baterías de ion litio en la generación de energía
- 1.12 Búsqueda de información, análisis y discusión grupal acerca de la normatividad mexicana sobre la disposición y/o el reciclaje de pilas y baterías
- 1.13 Elaboración y análisis de gráficos que muestren el tiempo de autonomía de diversas baterías en los dispositivos tecnológicos para conocer la relación costo-beneficio
- 1.14 Realización de trabajos prácticos que promuevan hacer predicciones sobre la espontaneidad de un proceso químico óxido-reducción, con base en el potencial estándar de reducción

Contenidos actitudinales

- 1.15 Valoración del conocimiento químico en el desarrollo científico-tecnológico de las baterías de litio y sus repercusiones sociales y ambientales
- 1.16 Adopción de una postura crítica y responsable respecto al consumo y desecho de pilas y baterías de los aparatos tecnológicos
- 1.17 Respeto y tolerancia a las ideas y aportaciones de sus compañeros relacionadas con el uso de baterías en aparatos electrónicos

Unidad 2. La nanotecnología en los vehículos eléctricos

Objetivos específicos

El alumno:

- Explicará los conceptos de nanotecnología y nanomateriales a partir de su estructura y propiedades para entender sus aplicaciones a nivel ambiental, social y económico.
- Valorará la importancia de la nanotecnología en la industria automotriz, en los procesos de eficiencia energética, a través de la comparación entre las diferentes fuentes de energía, para contribuir al desarrollo sostenible en las grandes urbes.

- Reflexionará en torno a las aplicaciones de la nanotecnología en la industria automotriz así como sus posibles implicaciones positivas y negativas, a través de la búsqueda y el análisis de la información en revistas y textos (impresos o digitales) para que sea consciente del uso de dicha tecnología.

Contenidos conceptuales

- 2.1 Autos eléctricos, nuevo estilo de vida ¿Solución viable?
 - a) Importancia de los autos eléctricos para el desarrollo sostenible
 - b) Tipos de vehículos eléctricos: de Batería (BEVs), Híbridos (HEV), Autonomía extendida (E-REV). Características, ventajas y desventajas
 - c) Costo-beneficio de los automóviles eléctricos vs los de combustión
- 2.2 Nanociencia y nanotecnología: ciencia
 - a) Nanomateriales en el transporte sostenible
 - b) Origen de la nanotecnología. Antecedentes históricos
 - c) Dimensiones en la nanotecnología. Tablas comparativas de los diámetros de las nanopartículas
 - d) Electrones en el plano nanoscópico
- 2.3 Comprendiendo la naturaleza de la nanotecnología
 - a) Modelo atómico derivado de la ecuación de onda de Schrödinger
 - b) Orbitales atómicos y modelos de hibridación, base de la estructura de los nanotubos de carbono y los fullerenos C60 (sp³, sp², sp)
 - c) Configuraciones electrónicas, hibridación y geometría molecular de compuestos del carbono involucrados en los nanomateriales
 - d) Modelo de enlace (iónico, covalente y metálico), estructura y reactividad de sólidos iónicos y moleculares como base de los materiales nanoscópicos
 - e) Celdas de hidrógeno o de combustión (entalpía de combustión). Eficiencia energética
- 2.4 Beneficios y riesgos de la nanotecnología
 - a) El desarrollo de la nanociencia y nanotecnología en México
 - b) Ética científica: Implicaciones positivas y negativas

Contenidos procedimentales

- 2.5 Búsqueda de textos, artículos y medio audiovisuales (en español y otros idiomas) para analizar y reflexionar sobre la importancia de la aplicación de la nanotecnología en la sociedad
- 2.6 Modelización de algunos nanomateriales como el fullereno y nanotubos
- 2.7 Elaboración de infografías como resultado de las investigaciones acerca de la aplicación de algunos nanomateriales en vehículos eléctricos
- 2.8 Redacción de textos relacionados con las implicaciones sociales del uso de la nanotecnología en el estilo de vida actual

2.9 Análisis de gráficas comparativas de la eficiencia energéticas de los automóviles eléctricos y de combustión

Contenidos actitudinales

2.10 Valoración de la importancia de la nanotecnología en la fabricación y uso de los vehículos eléctricos en la Ciudad de México

2.11 Adopción de una postura responsable sobre el uso de vehículos eléctricos

Unidad 3. El impacto ambiental de los polímeros: el reciclado y surgimiento de los bioplásticos

Objetivos específicos

El alumno:

- Analizará los problemas ambientales, sociales y económicos relacionados con los plásticos, a través de la investigación documental en textos de divulgación científica para explicar las causas y efectos de los polímeros en el ambiente, que le permitan tomar decisiones relacionadas con el consumo y manejo de éstos en su vida cotidiana.
- Reflexionará sobre la importancia de la reducción del uso de los plásticos, así como su reutilización y reciclaje a través de acciones encaminadas para evitar el incremento de basura.
- Evaluará la viabilidad de los bioplásticos y los plásticos biodegradables sintéticos, a través de la lectura y comprensión de artículos científicos o de divulgación en español y en otro idioma, para participar en debates o propuestas en beneficio del ambiente.

Contenidos conceptuales

3.1 Los plásticos: un problema de mar y tierra

- a) El séptimo continente (islas de basura en el mar). Impacto ambiental, social y económico
- b) Producción y consumo de plásticos a nivel mundial
- c) Reducción del uso de los plásticos y su proceso de reciclaje en México (códigos de identificación, reciclaje primario o re-extrusión, reciclaje secundario o mecánico, reciclaje terciario o químico, reciclaje cuaternario o valorización energética)

3.2 La revolución de los plásticos. Polímeros derivados del petróleo

- a) El petróleo, materia prima de los polímeros (destilación fraccionada y cracking)

- b) El carbono, base de los monómeros: enlace covalente (polímero, monómero, estructura de los polímeros, clasificación de los polímeros, usos y sus propiedades químicas)
 - c) Grupos funcionales presentes en los monómeros (estructura y nomenclatura IUPAC): alquenos, halogenuros de alquilo, alcoholes, fenoles, aldehídos, ácidos carboxílicos, ésteres, amidas y nitrilos
 - d) Reacciones de polimerización por adición y condensación; ejemplos
- 3.3 Innovación en materiales: Biopolímeros
- a) Biopolímeros renovables: una aplicación de los polímeros naturales (almidón y celulosa)
 - b) Polímeros biodegradables sintéticos: estructura y propiedades físicas. Aplicaciones del ácido poliláctico (PLA) y poli ácido glicólico (PGA)
 - c) Aspectos ambientales de los polímeros biodegradables sintéticos y de los biopolímeros: tiempo de degradación, viabilidad para su comercialización y toxicidad

Contenidos procedimentales

- 3.4 Búsqueda, selección y análisis de artículos científicos y de divulgación en español y otro idioma, relacionados con los problemas ambientales, el consumo, la reutilización y el reciclaje de plásticos no degradables en su vida cotidiana
- 3.5 Realización de prácticas de laboratorio para analizar las propiedades físicas y químicas de los plásticos y bioplásticos, aplicando las medidas de seguridad
- 3.6 Identificación química de algunos grupos funcionales presentes en los monómeros de diferentes polímeros a través del trabajo práctico
- 3.7 Exposición oral y escrita de la búsqueda de información sobre la importancia de la reutilización, reducción en el uso y reciclaje de los plásticos, haciendo uso de las TIC

Contenidos actitudinales

- 3.8 Valoración crítica del consumo de los polímeros en su vida cotidiana
- 3.9 Adopción de una postura honesta y responsable sobre la reutilización, la reducción en el uso y el reciclaje de los plásticos mediante un cambio de mentalidad
- 3.10 Apreciación del conocimiento científico como una herramienta para la elaboración de los bioplásticos y plásticos biodegradables, para fomentar la contribución del alumno en el cuidado, la conservación, la protección y mejora del ambiente

V. Sugerencias de trabajo

Este programa fue diseñado con un enfoque que se centra en el estudiante en donde el docente guiará y propiciará ambientes que motiven al alumno a buscar nuevas explicaciones y confrontarlas con sus conocimientos previos. Las estrategias didácticas promoverán la

participación activa del estudiante en su aprendizaje a través del desarrollo de ejes transversales. Por lo tanto, se sugiere el diseño de actividades que incluyan:

- el uso de las TIC como una herramienta de trabajo que permita al estudiante realizar la representación gráfica de algunos fenómenos o la modelización de la estructura tridimensional de moléculas, a través de programas como *Isis draw*, *Chem draw*, *ChemSketch* y simuladores como el de la Universidad de Colorado (PhET), *Cocodrile* o el de celdas galvánicas de la Universidad de Iowa;
- la lectura de artículos de divulgación científica en revistas en español como *Ciencias*, *Ciencia y Desarrollo*, *¿Cómo ves?*, *Revista Digital Universitaria*, *AIMPLAS* (Instituto tecnológico del plástico), *Saber Más* (Revista de Divulgación de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo), *RIIT* (Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica, Tlaxcala México). En otra lengua se sugiere *Science News for students*, *Journal Chemical Education* y *Science Dail* y la *revueTDC en particular los fascículos de "LA CHIMIE"*. La lectura debe ir acompañada de una actividad de aprendizaje como el debate, presencial o a través de un medio electrónico, un cuestionario dirigido, un crucigrama o la solicitud de elaboración de un mapa conceptual, mental o ensayo, por mencionar algunos. Estas actividades ayudan al estudiante a mejorar el manejo de una lengua extranjera y a comprender la importancia de la disciplina para explicar y proponer soluciones a los problemas del entorno, por ejemplo: la contaminación de los plásticos, el reciclaje de las pilas o la generación de los bioplásticos;
- trabajos prácticos como un medio para fortalecer los conocimientos propios de la disciplina y para adquirir una serie de habilidades procedimentales y científicas, desde las más básicas (utilización de aparatos, medición, tratamiento de datos, entre otros) hasta las más complejas (investigar y resolver problemas haciendo uso de la experimentación) para la promoción del trabajo colaborativo. Se recomienda en el trabajo de laboratorio considerar los principios de la Química Verde, con el fin de fomentar el cuidado al ambiente. También se busca que contribuyan al desarrollo de habilidades actitudinales en la construcción de un pensamiento crítico y reflexivo;
- el uso del video como una herramienta didáctica en el proceso de enseñanza y aprendizaje, que favorezca en los alumnos la apropiación del contenido de manera reflexiva y consciente, en temas como el uso de la nanotecnología en la fabricación de vehículos eléctricos, los problemas ambientales que causan los plásticos o bien los conflictos geopolíticos ocasionados por la explotación de litio. Los videos que se recomiendan son: *Isla Flotante De Basura*, *El Séptimo Continente* (<https://www.youtube.com/watch?v=M-UnMZRYEKU>), *La isla de basura/ documentales*

en español (<https://www.youtube.com/watch?v=dHMFsNbAgEY>), *Comunicación de Sustentabilidad y RSE* <http://www.expok.com.mx/>; *Chile desarrollo sustentable* <http://www.chiledesarrollosustentable.cl/>. Otro ejemplo es el video *Bolivia eyes lithium with hopes to transform economy* (<https://www.youtube.com/watch?v=kcJVY8fXFcl>). En el caso del uso de vehículos eléctricos: *¿estamos preparados para los coches eléctricos? ventajas y desventajas de la movilidad sostenible* (<https://www.youtube.com/watch?v=7XZAZUXxsRE>) y, *Nanotecnología: Ventajas y desventajas* (https://www.youtube.com/watch?v=H_t6h6iA48).

VI. Sugerencias de evaluación del aprendizaje

El programa de estudios de la asignatura de Química IV área 1 propone una evaluación integral acorde con el enfoque CTSA durante todo el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Desde esta perspectiva se tomarán en cuenta no sólo los conocimientos propios de la disciplina, sino además las habilidades y actitudes necesarias para el estudio del área científica. Esto permitirá integrar la mayor información posible de los estudiantes para lograr una evaluación cualitativa y cuantitativa más pertinente, acorde al enfoque disciplinar de la asignatura y del perfil de egreso de la Institución.

Los instrumentos, estrategias y técnicas de evaluación podrán estar desarrollados y aplicados con las TIC en cualquier momento de las tres etapas de evaluación:

a) Diagnóstica:

En esta etapa el docente podrá conocer el nivel de conocimientos, actitudes y aptitudes de los estudiantes respecto al curso de Química III. Para ello se propone el uso de diferentes instrumentos y estrategias como: la aplicación de cuestionarios diagnósticos abiertos, de opción múltiple, lluvia de ideas, entrevistas; asimismo se recomienda hacer una indagación de habilidades que tienen los estudiantes en el trabajo práctico mediante la realización de experimentos sencillos, con el propósito de reunir información que permita retroalimentar tanto al estudiante como al docente y potencializar un buen desempeño en el curso de Química IV y en sus estudios posteriores. El uso de las TIC puede ser una herramienta útil en esta fase diagnóstica, por lo que se sugiere el empleo exámenes en línea utilizando *Socrative*, *Google Formulario* o la elaboración automática de exámenes diagnósticos en www.saber.unam.mx

b) Formativa o durante el proceso:

Durante la realización del curso se deberá evaluar el desempeño académico de los estudiantes, para ello se propone la evaluación entre pares (coevaluación), autoevaluación y heteroevaluación a través de diferentes instrumentos y/o estrategias como: la realización de pruebas escritas abiertas, de opción múltiple, debates, elaboración de portafolio de evidencias, realización de seminarios de temas asignados como parte formativa para el buen desempeño en sus estudios superiores. También se sugiere la lectura y análisis de artículos científicos y tecnológicos en español, inglés, francés o alemán, mismos que deberán ir acompañados por diversas actividades como: cuestionarios dirigidos, mapas conceptuales, mapas mentales, elaboración de resúmenes, crucigramas, entre otros. Por otro lado, en el aula se podrán utilizar solución de problemas, exposiciones, discusiones en plenaria, debate, cuestionarios entre otros.

El trabajo práctico deberá ser evaluado tomando en cuenta los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales. Para ello se propone realizar prácticas, experimentos caseros y de pupitre. Se sugiere para la evaluación de la actividad práctica el uso de la V de Gowin, lista de cotejo, rúbrica o el informe tradicional.

c) Sumativa o final:

Esta etapa se realizará al final del curso y se tomarán en cuenta todas las actividades realizadas por parte del estudiante durante el proceso. Se hará un balance entre los objetivos propuestos y el alcance de los mismos. Se propone para esta etapa la elaboración de reseñas, monografías, ensayos, proyectos personales o colaborativos creativos con propuestas de solución o de prevención de problemas actuales y temas transversales, que ayuden a promover el aprendizaje cognitivo, donde se manifieste la aplicación del conocimiento adquirido sobre los procesos relevantes de su entorno y ante nuevas situaciones.

El docente dará seguimiento y retroalimentación de los avances del estudiante con relación al desarrollo de habilidades, actitudes y conocimientos disciplinares que permitan lograr una evaluación integral.

VII. Fuentes básicas

Águila, S., Antúnez, J., Cota, L., Maytorena, J., Morales, L. Pérez, M., Petranovski, I., Raymond, O. (2014). *Preguntas y Respuestas Sobre el MUNDO NANO*. México: Centro de Nanociencias y Nanotecnología, UNAM.

- Brown, T., LeMay, H., Bursten, B. y Burdge, J. (2014). *Química. La ciencia central*. (12ª ed.). México: Pearson Educación de México.
- Chang, R. (2013). *Química*. (11ª ed). China: McGraw Hill Education.
- Flores, T. y Ramírez, A. (2008). *Química IV. La materia, sus reacciones y procesos*. México: Esfinge.
- Flores, Y., et al. (2009). *Libro de Texto Química IV Área I*. México: UNAM.
- Kotz, J. C., Treichel, P. y Weaver, G. C. (2005). *Química y reactividad química*. (6a. Ed.). México, D.F.: International Thomson.
- Petrucci, R. (2011). *Química General*. (10a ed.). México: Prentice Hall.
- Poole C. P. y Owens, F. J. (2007). *Introducción a la nanotecnología*. España; México: Reverté.
- Seager, S. L. & Slabaugh, M. R. (2014). *Organic and Biochemistry for Today*. (8a. Ed.). USA: Cengage Learning.
- Whitten, K. W., Peck, M. L., Davis, R. E. y Stanley, G. G. (2015). *Química*. (10a. Ed.). México: Cengage Learning.

VIII. Fuentes complementarias

- Berry, I., Khusid, M., Kasseris, M. & Mak, A. (2009). What's the Deal with Hybrid and Electric Cars? Recuperado de http://web.mit.edu/evt/EVT2009_IAPClass_Day1.pdf
- Cameán, I. (2016) Nanomateriales de carbono: aplicaciones en baterías ion-litio. *Boletín del Grupo Español del Carbón*. 41, 15-18. Recuperado el 9 de noviembre del 2016, de: http://www.gecarbon.org/boletines/articulos/BoletinGEC_041_art5.pdf
- Conde, M. (2012). Presente Futuro de la Industria del Plástico en México. Ambiente Plástico. *La revista con visión global*. Recuperado el 7 de noviembre de 2016, de: <http://www.ptq.pemex.com/productosyservicios/eventosdescargas/Documents/Foro%20PEMEX%20Petroqu%C3%ADmica/2012/03%20Mercado%20pl%C3%A1sticos%202012.pdf>
- Crocco, E. (2015). Il futuro è l'auto elettrica? Torino; Italia. Recuperado el 28 de septiembre de 2017, de: <http://www.fondazionetelios.it/documents/ReportDefinitivo.pdf>
- De la Hoz, M., Martínez, V. R. y Vedia, J. L. (2013). El litio: desde los salares de la Puna a nuestros celulares. *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas* 3(3); 58-67. Recuperado el 9 de noviembre del 2016, de: [http://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/2588/de%20la%20Hoz%20et%20al%20\(2013\)%20El%20litio%20-%20desde%20los%20salar%20de%20la%20Puna%20a%20nuestros%20celulares.pdf?sequence=4](http://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/2588/de%20la%20Hoz%20et%20al%20(2013)%20El%20litio%20-%20desde%20los%20salar%20de%20la%20Puna%20a%20nuestros%20celulares.pdf?sequence=4)

- Euroresidentes. (s.f.) Riesgos de la nanotecnología: plaga gris o pasta gris. [Mensaje de Blog] Recuperado de https://www.euroresidentes.com/futuro/nanotecnologia/nanotecnologia_responsable/riesgos_nanotecnologia_plaga_gris.htm
- EV ZERO MÉXICO (06 de julio de 2015). Cómo lo hacen Baterías de litio. [Archivo de vídeo] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=FYHO60rSPI8>
- Gavilán, A; Rojas, L y Barrera, J. (2009). Las pilas en México: un diagnóstico ambiental. *Instituto Nacional de Ecología (SEMARNAT)*. Recuperado de http://www.inecc.gob.mx/descargas/sqre/pilas_diag_amb.pdf
- Idealista/news. (03 de junio de 2014). ¿Estamos preparados para los coches eléctricos? ventajas y desventajas de la movilidad sostenible. [Archivo de vídeo] Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=7XZAZUXXsRE>
- Launois, P., Benisly, H., Berthoz, A., Corriu, R., Dupas, C., Fert, A., Grangier, P., Henry, C., Joachim, C., Joblin, C., Kapsa, P., Ledoux-Rak, P., Marzin, J., Nozères, J., Pannetier, B., Pérez, A., Stievenard, D., Vieu, C., Yvon, J. & Zyss, J. (2004). Nanosciences et nanotechnologies. *Rapport de Conjoncture*. Recuperado de <http://www.cnrs.fr/comitenational/doc/rapport/2004/lesateliers/023-046-Chap2-Nanosciences.pdf>
- Morales, M.L., Martínez, J.O., Reyes-Sánchez, L.B., Martín, O., Arroyo, G. A., Obaya, A., y Miranda, R. (2011) ¿Qué tan verde es un experimento? *Educación Química*, 22(3), 240-248. Recuperado el 28 de septiembre de 2017, de: http://www.quimicageneralpapimeunam.org.mx/Acceso_alumnos_archivos/Que_tan_verde_es_un_experimento.pdf
- ¿Qué es la nanotecnología? (2014). Recuperado el 2 de febrero de 2018, de: <http://www.youtube.com/watch?v=dkhmVvCFn9s&t=206s>
- Reinhard, C. J. (2012). Products and applications of biopolymers. INTECH. Recuperado el 24 de noviembre de 2016, de <http://library.umac.mo/ebooks/b28314864.pdf>
- Šprajcar, M., Horvat, P. & Kržan A. Biopolymers and bioplastics. *National Institute of Chemistry, Ljubljana*. Recuperado el 24 de noviembre de 2016, de <https://www.umsicht.fraunhofer.de/content/dam/umsicht/de/dokumente/nationale-infostelle-nachhaltige-kunststoffe/biopolymers-bioplastics-brochure-for-teachers.pdf>
- TecMilenio. (29 de marzo de 2012). Nanotecnología: Ventajas y desventajas. [Archivo de vídeo] Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=H_t6h6iA48
- Treptow, R. (2003). Lithium batteries: a practical application of chemical principle. *Journal Chemical Education*. 80(9), 1015-1020
- Weiss, P. (2010). La Chimie des polymères. *Université Médicale Virtuelle Francophone, France*. Recuperado el 29 de septiembre de 2017, de: <http://campus.cerimes.fr/odontologie/enseignement/chap3/site/html/cours.pdf>