

QUÍMICA III.

Unidad 1. Industria química en México: factor de desarrollo

<p>Propósitos:</p> <p>Al finalizar la unidad el alumno: Reconocerá la importancia del aprovechamiento de los recursos naturales, como materias primas para la industria química a partir del análisis de información y estudio de las cadenas productivas de algunos procesos industriales, para valorar el papel que juega la Industria en el desarrollo económico-social e impacto ambiental en México.</p>	<p>Tiempo: 8 horas</p>
--	-----------------------------------

***Nota:** Las literales que aparecen entre paréntesis en la primera columna se refieren al tipo de aprendizaje: conocimiento (C), habilidad (H), actitud (A) y valor (V). Las notaciones A1, A2, etcétera, que aparecen al final de cada estrategia sugerida señalan el número de aprendizaje. Finalmente N1, N2 y N3 que aparecen en las columnas de aprendizajes y temática, corresponden al nivel cognitivo que se desea alcanzar.

Aprendizajes	Temática	Estrategias sugeridas
<p>El alumno:</p> <p>A1. (C, H, V) Reconoce a los recursos naturales como fuente de materias primas para la industria, a partir de la investigación y análisis de información documental. (N1)</p> <p>A2. (C) Identifica la presencia de mezclas, compuestos y/o elementos en los recursos naturales, las condiciones de reacción de los reactivos y productos en los procesos de una cadena productiva. (N3)</p>	<p>La industria química (N1):</p> <p>Recursos naturales en México y su aprovechamiento como materia prima para la industria química.</p> <p>Aplicación de los conceptos (N3):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mezcla. • Compuesto. • Elemento. • Reactivos. • Productos. • Condiciones de reacción. 	<p>¿Cuáles son los recursos naturales con los que cuenta México y cómo podemos aprovecharlos?</p> <p>El profesor promueve que los alumnos investiguen y analicen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los sectores económicos. • Qué es la industria química, sus ramas y su clasificación • Análisis de diagramas, esquemáticos, didácticos, centrados en lo esencial de los procesos industriales para que distingan la procedencia de los recursos naturales que utiliza la industria química • De la atmósfera: gases (N₂, O₂, CO₂, gases nobles). • En la litosfera: sólidos, líquidos y gases (mezclas: minerales, petróleo, disoluciones acuosas; compuestos: sales y óxidos metálicos y no metálicos; elementos: metales y no metales). • De hidrosfera: agua, mares, ríos, mantos acuíferos, lagos y sus sales disueltas. A1 <p>El profesor promueve que los alumnos en trabajo colaborativo realicen alguna de estas actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de algún producto de uso cotidiano. • Análisis de una cadena productiva de productos, como el amoníaco, sosa, ácido sulfúrico, etcétera. Se recomiendan esquemas didácticamente sencillos acordes al nivel de los alumnos.

Aprendizajes	Temática	Estrategias sugeridas
<p>A3. (V) Valora el papel de la industria química como factor de desarrollo, al analizar información sobre las cadenas productivas de la industria química y su relación con la economía de un país.</p>	<p>Reacción química. (N2)</p>	<p>Lo anterior para identificar el origen de las materias primas, clasificarlas en elementos, compuestos y mezclas. Cuando se presenten reacciones químicas en los procesos se deben identificar los reactivos, productos y las condiciones de la reacción. A2</p> <p>Para el cierre de este tema, solicitar a los alumnos que investiguen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recursos con los que cuenta México y cómo son transformados por las industrias. • Aportaciones de la industria al país (PIB). • Crecimiento industrial en México. <p>Concluir que las cadenas productivas aportan empleo y valor agregado maximizando el aprovechamiento de nuestros recursos con lo que contribuyen al desarrollo del país. A3</p>

Evaluación

Nivel de desempeño del alumno en la unidad 1 de Química III

El alumno comprende cómo la industria química aprovecha los recursos naturales del país en la obtención de productos útiles, a través de procesos físico-químicos. Analiza e interpreta información química en relación con las cadenas productivas para valorar su contribución a la economía del país.

Evaluación de los aprendizajes en la unidad 1 de Química III

Para evaluar **la investigación** requerida en el aprendizaje **A1**, es apropiada una escala o rúbrica centrada en valorar los recursos naturales y a la industria química que los aprovecha, en identificar las materias primas que de ellos provienen. El aprendizaje **A2** demanda **la capacidad para relacionar** los recursos naturales, los productos que de ellos se obtienen, los intermedios más importantes y los procesos físicos y químicos en las cadenas productivas de la industria por lo que son recomendables los multirreactivos en los que a partir de una información el alumno identifique estos aspectos. Otro recurso para la evaluación de la capacidad de asociación, son los esquemas (organizadores gráficos, mapas de conceptos, diagramas

de flujo) que los alumnos realizan o complementan, a partir de una información concreta sobre las cadenas de producción.

En la evaluación del aprendizaje **A3**, la **investigación** requiere una escala o rúbrica en las que se especifique los conceptos de valor agregado, cadenas de producción, PIB, la relación empleo-desarrollo de los países. La rúbrica debe señalar la forma en la cual el alumno demuestra **su aprecio por la producción** industrial como factor de desarrollo.

Referencias

Para alumnos

Basica

- Atkins, J. (2009). *Principios de química. Los caminos del descubrimiento*. México: Editorial Médica Panamericana.
- Burns, R. (2011). *Fundamentos de química*. 5ª edición. México: Pearson Educación.
- Cárdenas, A. (2001). *Introducción a la química industrial*. México: CCH Naucalpan–UNAM.
- Chang, R. (2010). *Fundamentos de química*. México: McGraw–Hill Interamericana Editores.
- Dingrando, L., Gregg, K., Hainen, N. y Wistrom, C. (2010). *Química: materia y cambio*. Colombia: McGraw–Hill Interamericana editores.
- Phillips, J., Strozak, V. (2012). *Química. Conceptos y aplicaciones*. México: McGraw–Hill Interamericana Editores.
- Spencer, J., Bodner, G., Rickard, L. (2000). *Química estructura y dinámica*. México: CECSA.
- Timberlake, K. (2013). *Química general, orgánica y biológica*. México: Pearson Educación de México.
- Whitten, K. (2008). *Química*. México: Cengage Learning.

Complementaria

- Allier, R. (2011). *Química general*. México: McGraw–Hill Interamericana Editores.
- Burns, R. (2011). *Fundamentos de química*. México: Pearson Education de México.
- Castro, A. y Martínez, V. (2007). *Química*. México: Editorial Santillana (Preuniversitario).
- Chang, R; Larray, P. (2011). *Química*. México: Cengage Learning.
- Garriz, R., Gasque, S. y Martínez, V. (2005). *Química universitaria*. México: Pearson Education de México.
- Hein, M. (2005). *Fundamentos de química*. México: International Thompson Editores.
- Kenneth, L. (2012). *Química inorgánica. Aprende haciendo*. México: Pearson Educación de México.
- Recio del Bosque, F. (2012). *Química inorgánica*. México: McGraw–Hill Interamericana Editores.

- Rosenberg–Epstein–Krieger. (2009). *Química*. México: McGraw–Hill Interamericana editores.
- Timberlake, K. (2013). *Química general, orgánica y biológica*. México: Pearson Educación de México.
- Whitten, K. (2008). *Química*. México: Cengage Learning.
- Zárraga, J. (2004). *Química*. México: McGraw–Hill Interamericana.

Páginas web consultadas en junio de 2016

- Recursos naturales de México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/>>.

Para profesores

Básica

- Atkins, J. (2009). *Principios de química. Los caminos del descubrimiento*. México: Editorial Médica Panamericana.
- Cárdenas, A. (2001). *Introducción a la química industrial*. México: CCH Naucalpan–UNAM.
- Chang, R. (2010). *Fundamentos de química*. México: McGraw–Hill Interamericana Editores.
- Dingrando, L., Gregg, K., Hainen, N. y Wistrom, C. (2010). *Química: materia y cambio*. Colombia: McGraw–Hill Interamericana editores.
- Jenkins, Kessel, H., Tompkins, D. y Lantz, O. (2009). *Chemistry*. Nelson, Canadá: International Thomson Publishing Company.
- Jiménez, R. Cristina, Pinelo, V. L., Rebosa, G. C. y Rojano, R. R. (2001). *Química básica en el contexto de los procesos minero–metalúrgicos y de fertilizantes*. México: CCH–UNAM.
- Kotz, J., Treichel, P., Weaver, G. (2008). *Química y reactividad química*. México: CENGAGE Learning.
- Petrucci, R. (2011). *Química general*, 10ª edición. México: Prentice Hall.
- Spencer, J., Bodner, G., Rickard, L. (2000). *Química estructura y dinámica*. México: CECSA.
- Timberlake, K. (2013). *Química general, orgánica y biológica*. México: Pearson Educación de México.
- Whitten, K. (2008). *Química*. México: Cengage Learning.

Complementaria

- Álvarez, F., Álvarez, I., Dzul, V., Dzul, J., Román, P. (2015) *Curso de química III*. México: CCH Oriente–UNAM.
- Ayala Espinoza, Leticia, Adrian Morales López y colaboradores. (2014). *Guía para el profesor de química III*. México: CCH Vallejo–UNAM.
- Becerril, P., Castelán, M., García, R., Torres, F. (2012). *Apoyando a química III*. México: CCH–UNAM.
- García, P. et al. (2014). *Paquete didáctico: estrategias experimentales para el bachillerato química III y IV*. México: CCH Oriente–UNAM.
- Kotz, J., Treichel, P., Weaver, G. (2008). *Química y reactividad química*. México: CENGAGE
- Petrucci, R. (2011). *Química general*, 10ª edición. México: Prentice Hall.
- Navarro, L., C., Montagutt, P., B., Carrillo, M., Ch., Nieto, E., C., González, R., M., Sansón, C., O., Lira, S. (2007) *Enseñanza experimental en microescala en el bachillerato, Química III* (en CD). México: CCH Sur–UNAM.
- Jiménez, R. Cristina, Pinelo, V. L., Rebosa, G. C. y Rojano, R. R. (2001). *Química básica en el contexto de los procesos minero–metalúrgicos y de fertilizantes*. México: CCH–UNAM.

Referencias electrónicas:**Consultadas en junio de 2016**

- Anuario estadístico de minería ampliado (2012), <http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/informacion_sectorial/mineria/anuario_estadistico_mineria_ampliada_2011.pdf>

Unidad 2. De los minerales a los metales: procesos químicos, usos e importancia.

<p>Propósito:</p> <p>Al finalizar la unidad el alumno: Reconocerá la importancia nacional de los recursos mineros, identificará los cambios físicos y químicos que experimentan los minerales durante el proceso de extracción de metales, las reacciones de óxido reducción involucradas en los procesos minero-metalúrgicos y su estequiometría, la reactividad de los metales y su relación con la energía requerida para liberarlos del mineral, así como, la utilidad del modelo de enlace metálico para explicar, a nivel partícula, las propiedades que se observan en los metales. Todo ello a través de la indagación documental y experimental y mediante el trabajo en equipo, para reforzar los valores, fomentar la participación y evaluar algunos riesgos ambientales por la inadecuada explotación de los recursos mineros en México.</p>	<p>Tiempo: 28 horas</p>
--	------------------------------------

***Nota:** Las literales que aparecen entre paréntesis en la primera columna se refieren al tipo de aprendizaje: conocimiento (C), habilidad (H), actitud (A) y valor (V). Las notaciones A1, A2, etcétera, que aparecen al final de cada estrategia sugerida señalan el número de aprendizaje. Finalmente N1, N2 y N3 que aparecen en las columnas de aprendizajes y temática corresponden al nivel cognitivo que se desea alcanzar.

Aprendizajes	Temática	Estrategias sugeridas
<p>El alumno:</p> <p>A1. (C, H) Comprende que los minerales se encuentran en las rocas y que son compuestos o elementos al investigar su composición y observar y describir sus propiedades mediante el trabajo experimental. (N2)</p> <p>A2. (C) Clasifica a los minerales con base en su composición y utiliza constantemente la nomenclatura química (IUPAC, Stock y tradicional), en la escritura de nombres y fórmulas sencillas de algunos minerales. (N2)</p>	<p>Recursos minerales y su aprovechamiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplica el concepto de mezcla, compuesto y elemento, en rocas y minerales. (N3) • Clasificación de minerales: haluros, carbonatos, sulfuros, sulfatos, óxidos, silicatos, elementos nativos, entre otros. (N2) <p>Nomenclatura (N2).</p> <p>Nomenclatura de óxidos y sales (haluros, carbonatos, sulfuros, sulfatos, nitratos, fosfatos, y silicatos) (stock).</p>	<p style="text-align: right;">2 horas</p> <p>¿Qué tipo de recursos minerales se aprovechan en México?</p> <p>El maestro:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solicita a los alumnos localizar en un mapa las principales zonas mineras de nuestro país, registrando los minerales que producen y los elementos metálicos o no metálicos que se extraen. • Orienta la observación y análisis de un muestrario de minerales para describir sus características y clasificar los minerales en óxidos, sulfuros, haluros, silicatos, carbonatos y elementos nativos, entre otros. En una tabla describe los minerales y registra nombre común del mineral, fórmula y nombre químico. • Concluye que las rocas son fuente de minerales constituidas por compuestos y/o elementos. A1 <p>Nota: Se propone la escritura de fórmulas, nombres químicos de los minerales analizados y su clasificación en óxidos, sulfuros, haluros, silicatos, carbonatos y sulfatos. A2</p>

Aprendizajes	Temática	Estrategias sugeridas
	Clasificación de compuestos inorgánicos. (N2) Óxidos y sales (haluros, carbonatos, sulfuros, sulfatos, nitratos, fosfatos, y silicatos).	
		12 horas
<p>A3. (C, H) Identifica los principales procesos en la obtención de metales y comprende que éstos pueden ser físicos y químicos, al analizar información documental y al experimentar. (N2).</p> <p>A4. (C, H) Utiliza la serie de actividad y el conocimiento de las propiedades periódicas para predecir reacciones de desplazamiento entre metales y explicar la presencia de metales libres en la naturaleza. (N3)</p>	<p>Procesos para la obtención de metales. (N2)</p> <p>Etapas que involucran cambios físicos y químicos para obtener un metal.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concentración del mineral. • Reducción. <p>Tipos de reacciones químicas. (N3)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reacción química de desplazamiento. • Propiedades químicas de metales. <p>Propiedades periódicas: (N3)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Electronegatividad. • Radio atómico. • Carácter metálico. • Energía de ionización. <p>Serie de actividad de metales. (N3)</p>	<p>¿Qué cambios físicos y químicos se encuentran involucrados en la obtención de metales?</p> <p>Para poner de manifiesto los cambios físicos, químicos y las operaciones básicas involucradas en la obtención de metales, el docente orienta la realización de diversas actividades en las que se contemple: la investigación, análisis de información y experimentación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un trabajo de investigación sobre las etapas de obtención de metales, en la cual los alumnos apoyándose en videos que se encuentran en la red, presentarán por ejemplo la obtención del hierro, cobre o zinc (entre otros). • La realización de actividades experimentales en las que visualice cambios físicos y químicos durante la etapa de enriquecimiento o beneficio del mineral y durante la etapa de reducción para obtener el metal correspondiente. Se puede trabajar la obtención de cobre a partir de malaquita. A3 • Presentación de los diferentes métodos de reducción para la obtención de metales (con carbón, con hidrógeno, con un metal más activo, por medio de electrólisis). <p>Mediante una actividad experimental, los estudiantes observaran la reactividad de los metales y con la serie de actividad realizarán predicciones, respecto a que metales pueden desplazar a otros.</p> <p>Se sugiere llevar a cabo la obtención de algunos metales por diferentes métodos, por ejemplo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obtención de cobre (a partir de su óxido) por reacciones de desplazamiento con limadura de hierro. • Obtención de plata (a partir del nitrato de plata), por reacción de desplazamiento con el cobre. • Electrólisis del cloruro de hierro (II), cloruro de estaño (II) y cloruro de cobre. <p>Nota: ver los manuales de actividades experimentales y los paquetes didácticos del curso que se recomiendan en las referencias.</p>

Aprendizajes	Temática	Estrategias sugeridas
<p>A5. (C, H) Relaciona la actividad química de los metales y la estabilidad de sus minerales, con los procesos de reducción utilizados para la obtención del metal, al analizar información sobre los diferentes métodos de reducción de metales y la energía involucrada en dichos procesos. (N2)</p> <p>A6. (C/H) Identifica a las reacciones de obtención de metales como reacciones REDOX, y utiliza el lenguaje simbólico para representar los procesos mediante ecuaciones, a partir del análisis e interpretación del trabajo experimental. (N3)</p> <p>A7. (C, H) Reconoce una reacción REDOX por el cambio en los estados de oxidación de las especies participantes, e identifica al agente oxidante y al agente reductor, al escribir y analizar las ecuaciones químicas de los procesos de obtención de metales. (N3)</p>	<p>Reacción de óxido reducción en la obtención de metales. (N3)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concepto de oxidación reducción. • Número de oxidación. • Agente oxidante y agente reductor. • Ecuaciones químicas para representar los cambios estudiados. • Sistema. • Estabilidad, reactividad y energía involucrada. 	<p>El docente guía a los alumnos en la predicción de reacciones y en el planteamiento de ecuaciones en las que el alumno identifica al agente reductor, al oxidante, cuál es el elemento que se reduce y cuál el que se oxida. A la par que identifica a las reacciones de obtención de metales como reacciones de óxido-reducción.</p> <p>Los alumnos con apoyo del profesor relacionan el radio atómico de un metal con su capacidad para formar un ion positivo, así como la posición de los metales en la tabla periódica con base en su electronegatividad para explicar de manera general la reactividad de los metales.</p> <p>A partir de la actividad experimental de las reacciones de desplazamiento anteriores, los alumnos guiados por el profesor analizan la serie de actividad de metales en una tabla que contenga los procesos generales de obtención de los metales más reactivos, de los medianamente reactivos y de los poco reactivos. Como conclusión, el profesor señala las siguientes generalizaciones:</p> <p>a) Los metales más reactivos se obtienen mediante el proceso de electrólisis, a partir de sus compuestos, que son muy estables.</p> <p>b) Los metales medianamente reactivos se obtienen por reducción con carbono y los metales poco reactivos mediante calentamiento.</p> <p>c) Los metales más reactivos forman compuestos muy estables, al contrario de los metales menos reactivos.</p> <p>A4, A5, A6 y A7</p>
		8 horas
<p>A8. (C, H) Interpreta cuantitativamente una ecuación al comprender las relaciones de proporcionalidad y realizar cálculos (mol–mol, masa–masa y masa–mol), en los procesos de obtención de un metal. (N3).</p>	<p>Información cuantitativa que se obtiene a partir de una ecuación química.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estequiometría: (N3) • Concepto de mol. • Balanceo de ecuaciones sencillas (por inspección y método REDOX). 	<p>¿Por qué es importante cuantificar las reacciones químicas en los procesos industriales?</p> <p>El profesor proyectará a los alumnos el video “El Mol” de la serie <i>El mundo de la química</i>, volumen 4, ILCE (duración: 30 minutos), o proporciona una lectura sobre este concepto, para revisar el significado de mol, aclarando la importancia de esta unidad como un puente entre el mundo macroscópico y el mundo nanoscópico de los átomos y las moléculas. A8</p>

Aprendizajes	Temática	Estrategias sugeridas
<p>A9. (C, H) Comprende que las reacciones químicas no suceden al 100% al analizar información sobre el rendimiento de un proceso y realizar cálculos del mismo, a partir de las características de la materia prima y de las condiciones de reacción. (N3)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Información que proporciona la ecuación química balanceada. • Cálculos de mol–mol, masa–masa, masa–mol. • Rendimiento de una reacción química. 	<p>Tomando como base el proceso de obtención del hierro en el alto horno, los alumnos harán cálculos masa–masa, mol–mol y masa–mol de las principales reacciones químicas involucradas.</p> <p>Con apoyo del profesor, los alumnos realizan cálculos del porcentaje de rendimiento de reacciones químicas de obtención de metales a partir de minerales. A9</p> <p>Para reafirmar conocimientos, el profesor pondrá en práctica la técnica de expertos en la que cada equipo realizará cálculos de: masa–masa, masa–mol y mol–mol.</p>
		4 horas
<p>A10. (C, H) Diseña un experimento para observar algunas de las propiedades físicas de los metales, y explica algunas de ellas, a partir del modelo de enlace metálico. (N3)</p>	<p>Importancia de los metales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Propiedades físicas de los metales. (N2) • Relación: Estructura–propiedades–usos. • Enlace metálico. (N3) 	<p>¿Por qué son importantes los metales?</p> <p>El docente proporciona lecturas a los estudiantes o solicita que lleven artículos a la clase donde se hable de los usos y de la importancia de los metales para la sociedad.</p> <p>El alumno buscará información que le permita diseñar una actividad experimental para identificar las propiedades físicas y químicas de los metales.</p> <p>El docente apoya al estudiante para que éste explique, a nivel partícula y con ayuda del modelo de enlace metálico, algunas de las propiedades de los metales que observó en la actividad experimental (el brillo metálico, la conductividad eléctrica, maleabilidad entre otras). A10</p>
		2 horas
<p>A11. (H, A) Elabora argumentos que justifican la necesidad que tiene la sociedad de regular las actividades mineras, al contrastar el impacto económico y ambiental de la explotación de minerales en algunas comunidades del país, a partir del análisis crítico de documentos que ubican las problemáticas relacionadas con el tema. (N3)</p>	<p>Beneficios y consecuencias de la actividad minero metalúrgica:</p> <p>Impacto económico y ambiental de la producción de metales. (N3)</p>	<p>¿Cuáles son los beneficios y consecuencias de la industria minero–metalúrgica?</p> <p>El docente orienta una investigación y análisis de casos sobre los problemas de contaminación ambiental y problemas de salud, producto de las actividades minero–metalúrgicas en México (caso Peñoles en Torreón Coahuila, grupo México y derrame en río Sonora, el caso del Cerro de San Pedro en San Luis Potosí y el de la localidad de Chicomuselo en Chiapas México).</p> <p>Guiados por el maestro, realizarán un juicio–debate en el que los estudiantes evalúen el impacto económico y ambiental de las industrias minero–metalúrgicas en México.</p> <p>Como cierre se propone el video <i>México a cielo abierto</i>. <https://vimeo.com/31452551></p>

Evaluación

Nivel de desempeño del alumno para la unidad 2 de Química III

El alumno plantea regularidades al investigar y observar el comportamiento de los metales, las que comprueba mediante experimentos que le permiten obtener la evidencia de sus planteamientos, usa conceptos y un modelo teórico para explicar este comportamiento. Valora la industria metalúrgica al comprender cómo esta industria aprovecha los conocimientos químicos en la obtención de metales a partir de minerales. Expresa reflexiones críticas sobre el adecuado manejo social y ambiental de la producción minera en México.

Evaluación de los aprendizajes en la unidad 2 de Química III

Es recomendable que las investigaciones e indagaciones como en el aprendizaje 1, sean evaluados por una escala o en una rúbrica, en las que se plasmen los criterios establecidos en los aprendizajes, asociados a valores en los aprendizajes de conceptos 1, 2 y 3 en los niveles cognitivos 1 y 2, demanda al alumno señalar zonas minerales, que distinga roca de sustancias minerales, elementos o compuestos, identificar los 3 procesos básicos para la obtención de metales, pueden evaluarse aisladamente, con reactivos de opción, de respuestas cortas o alternativas.

Los aprendizajes 4, 5, 6 y 7, que van incrementando el nivel de complejidad por el número de las asociaciones que debe hacer el alumno, entre estas la relación entre el comportamiento químico de los metales, los compuestos de los que procede y los modelos teóricos que explican estos fenómenos,

requieren de esquemas o mapas en los que se observe la relación de conceptos, son útiles los multirreactivos si la evaluación es de lápiz y papel, en los que se valoran también las habilidades implicados en estos aprendizajes.

Los aprendizajes 8, 9 y 10, todos de cuantificación, requieren que se inicie con instrumentos que verifiquen la interpretación de fórmulas y ecuaciones. Se recomienda que se evalúen con ejercicios adicionales a los que se asigna un valor cualitativo, semi o cuantitativo.

Es conveniente evaluar las experimentaciones con un reporte guiado por una rúbrica que señale objetivo, hipótesis, desarrollo, observaciones, conclusiones o por una V de Gowin, como los aprendizajes 1, 3, 6, 10.

El desarrollo de la capacidad de indagación, de análisis, de argumentación y comunicación, de los aprendizajes de habilidades, como el 11 demandan el uso de una escala o de una rúbrica en las que se plasmen los criterios a evaluar, como el impacto positivo o negativo de la industria sobre el ambiente.

Referencias

Para alumnos

Basica

- Atkins, J. (2009). *Principios de química. Los caminos del descubrimiento*. México: Editorial Médica Panamericana.
- Chang, R. (2010). *Fundamentos de química*. México: McGraw–Hill Interamericana Editores.
- Dingrando, L., Gregg, K., Hainen, N. y Wistrom, C. (2010). *Química: materia y cambio*. Colombia: McGraw–Hill Interamericana editores.
- González, C., López A., Otero, R., et al. (2007). *Programa de cómputo para la enseñanza del tema ¿por qué son importantes los metales? de la Segunda Unidad. Industria Minero–Metalúrgica, del Programa de Química ajustado 2006–2007*. México: CCH–UNAM.
- Phillips, J., Strozak, V. (2012). *Química. Conceptos y aplicaciones*. México: McGraw–Hill Interamericana Editores.
- Spencer, J., Bodner, G., Rickard, L. (2000). *Química estructura y dinámica*. México: CECSA. <<https://descargamcq.wordpress.com/2011/08/25/quimica-general-quimica-estructura-y-dinamica-spencer-bodner-rickard/>>
- Timberlake, K. (2013). *Química general, orgánica y biológica*. México: Pearson Educación de México.
- Whitten, K. (2008). *Química*. México: CENGAGE Learning.

Complementaria

- Allier, R. (2011). *Química general*. México: McGraw–Hill Interamericana Editores.
- Burns, R. (2011). *Fundamentos de química*. México: Pearson Education de México.
- Canet, C. y Camprubí, A. (2006). Yacimientos minerales: los tesoros de la tierra en *La ciencia para todos*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Castro, A. y Martínez, V. (2007). *Química*. México: Editorial Santillana (Preuniversitario).
- Garritz, R., Gasque, S. y Martínez, V. (2005). *Química universitaria*. México: Pearson Education de México.
- Hein, M. (2005). *Fundamentos de química*. México: International Thompson Editores.

- Jiménez, R. Cristina, Pinelo, V. L., Rebosa, G. C. y Rojano, R. R. (2001). *Química Básica en el contexto de los procesos minero–metalúrgicos y de fertilizantes*. México: CCH–UNAM.
- Kenneth W. W., Raymond E. D., y Larry, P. (2011). *Química*. México: CENGAGE Learning.
- López Cuevas, L. (2012). *Química Inorgánica. Aprende haciendo*. México: Pearson Educación de México.
- Rosenberg–Epstein–Krieger. (2009). *Química*. México: McGraw–Hill Interamericana editores.
- Zárraga, J. (2004). *Química*. México: McGraw–Hill Interamericana.

Para profesores

Básica

- Atkins, J. (2009). *Principios de Química. Los caminos del descubrimiento*. México: Editorial Médica Panamericana.
- Cárdenas, A. (2001). *Introducción a la química industrial*. México: CCH Naucalpan–UNAM.
- Chang, R. (2010). *Fundamentos de Química*. México: McGraw–Hill Interamericana Editores.
- Dingrando, L., Gregg, K., Hainen, N. y Wistrom, C. (2010). *Química: materia y cambio*. Colombia: McGraw–Hill Interamericana editores.
- Jenkins, Kessel, H., Tompkins, D. y Lantz, O. (2009). *Chemistry*. Nelson, Canadá: International Thomson Publishing Company.
- Jiménez, R. Cristina, Pinelo, V. L., Rebosa, G. C. y Rojano, R. R. (2001). *Química básica en el contexto de los procesos minero–metalúrgicos y de fertilizantes*. CCH–UNAM.
- Kotz, J., Treichel, P., Weaver, G. (2008). *Química y reactividad química*. México: CENGAGE Learning.
- Petrucci, R. (2011). *Química general*, 10ª edición. México: Prentice Hall.
- Timberlake, K. (2013). *Química general, orgánica y biológica*. México: Pearson Educación de México.
- Whitten, K. (2008). *Química*. México: CENGAGE Learning.

Complementaria

- Álvarez, F., Álvarez, I., Dzul, V., Dzul, J., Román, P. (2015). *Curso de química III*. México: CCH Oriente–UNAM.
- Ayala Espinoza, Leticia, Adrian Morales López y colaboradores. (2014). *Guía para el profesor de química III*. México: CCH Vallejo–UNAM.
- Becerril, P., Castelán, M., García, R., Torres, F. (2012). *Apoyando a química III*. México: CCH–UNAM.
- Canet, C. y Camprubí, A. (2006). Yacimientos minerales: los tesoros de la tierra en *La ciencia para todos*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Crespo, J. L., Cruz, I., Santos, E. (2006). *Evaluación de riesgos en laboratorios de cursos experimentales del CCH*, Proyecto PAPIME. México: CCH–UNAM.
- García, P. et al. (2014). *Paquete didáctico: estrategias experimentales para el bachillerato química III y IV*. México: CCH Oriente–UNAM.
- Navarro, L., C., Montagutt, P., B., Carrillo, M., Ch., Nieto, E., C., González, R., M., Sansón, C., O., Lira, S. (2007). *Enseñanza experimental en microescala en el bachillerato, Química III* (en CD). México: CCH Sur–UNAM.

Revistas

- Conversus. (2013). Metalurgia, Número 110. México: Instituto Politécnico Nacional.
- Ortiz Nieves, E., Barreto, R., y Medina, Z. (2012). JCE Classroom Activity #111: Redox Reactions in three Representations. *Journal Chemical Education* Vol. 89 (5) 643–645.

Referencias electrónicas:

Consultadas en junio de 2016

- Anuario estadístico de minería (2014): <http://www.sgm.gob.mx/productos/pdf/CapituloI_2014.pdf>
- Anuario estadístico de minería ampliado (2012), <http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/informacion_sectorial/mineria/anuario_estadistico_mineria_ampliada_2011.pdf>
- México y sus recursos minerales. <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/141/htm/sec_9.htm>
- México a cielo abierto, reportaje: <<https://vimeo.com/31452551>>

Unidad 3. Control de los procesos industriales en la fabricación de productos estratégicos para el país

<p>Propósito:</p> <p>Al finalizar la unidad el alumno: Comprenderá cómo la industria química controla con eficiencia los procesos de elaboración de productos estratégicos, a través del análisis de las actividades químicas industriales y del estudio de los conceptos de rapidez de reacción y equilibrio químico, para reconocer la importancia de los conocimientos químicos.</p>	<p>Tiempo: 28 horas</p>
--	------------------------------------

***Nota:** Las literales que aparecen entre paréntesis en la primera columna se refieren al tipo de aprendizaje: conocimiento (C), habilidad (H), actitud (A) y valor (V). Las notaciones A1, A2, etcétera, que aparecen al final de cada estrategia sugerida señalan el número de aprendizaje. Finalmente, N1, N2 y N3 que aparecen en las columnas de aprendizajes y temática, corresponden al nivel cognitivo que se desea alcanzar.

Aprendizajes *	Temática	Estrategias sugeridas
<p>El alumno:</p> <p>A1. (C, H, V) Reconoce las dificultades de rendimiento de la reacción que tuvo en sus inicios la producción de amoníaco y otros productos estratégicos al analizar información y elaborar un proyecto relacionado con la industria de los fertilizantes.</p>	<p>Reacción química (N1)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concepto de proceso químico. 	<p style="text-align: right;">8 horas</p> <p>¿Cómo efectuar reacciones químicas con mayor rapidez y eficiencia?</p> <p>El profesor selecciona información breve sobre la problemática que tuvo el proceso Haber en la producción de amoníaco respecto a lograr un mayor rendimiento a partir de la rapidez de la reacción y equilibrio químico y las condiciones de reacción y uso de catalizadores, así como, su impacto en industria de los fertilizantes para que los alumnos la analicen, la discutan y concluyan que las condiciones de reacción influyen en su rendimiento. A1</p> <p>Con base en las conclusiones del grupo y orientación del profesor, los alumnos en equipos planean una investigación sobre la producción de cualquiera de los siguientes productos estratégicos: ácido fosfórico, amoníaco, ácido nítrico y ácido sulfúrico, entre otros. El proyecto debe centrarse en los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cadena productiva (diagramas de procesos de obtención), en la que identifica reactivos y productos y las condiciones de reacción. • Tipo de reacción (síntesis, reversible o no reversible; exotérmica o endotérmica) • Importancia de la cadena productiva. • Integración de los conocimientos químicos. • El profesor revisará periódicamente el avance de los proyectos de acuerdo al progreso del curso. A1

Aprendizajes *	Temática	Estrategias sugeridas
<p>A2. (C, H) Comprende que las reacciones se llevan a cabo con diferente rapidez de acuerdo a la naturaleza de los reactivos y las condiciones de reacción al experimentar o analizar información. (N2)</p> <p>A3. (C, H) Explica con base en la Teoría de Colisiones, el efecto que tienen la superficie de contacto, el catalizador, la temperatura, la presión y la concentración sobre la rapidez de las reacciones químicas a partir de la elaboración de argumentos. (N2)</p>	<p>Reacción química.</p> <p>Concepto de rapidez de reacción (N1).</p> <p>Factores que modifican la rapidez de reacción: (N2)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Naturaleza de los reactivos. • Temperatura. • Concentración. • Presión. • Superficie de contacto. • Catalizador. <p>Teoría de Colisiones. (N2)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energía de las colisiones entre las partículas. 	<p>El profesor promueve que los alumnos deduzcan el concepto de rapidez de reacción y los factores que la afectan al analizar información (previamente seleccionada) y observar procesos cotidianos de corrosión, fermentación, combustión, descomposición de alimentos, etcétera.</p> <p>En actividades experimentales, como las reacciones de Zn o FeS (polvo o grana) con HCl (diluido o concentrado), la descomposición de H₂O₂ (con o sin MnO₂ como catalizador), entre otras; el profesor promueve que los alumnos correlacionen la rapidez de la reacción con las variables: tamaño de partícula, concentración y uso de catalizador. A2</p> <p>El docente solicita a los alumnos que investiguen la Teoría de Colisiones y la usen para explicar los resultados obtenidos en las actividades anteriores, para concluir, en forma grupal, que:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Al incrementar la temperatura, la superficie de contacto, la concentración y/o la presión se aumenta la probabilidad de que las partículas colisionen y se produzcan cambios. • Al incrementar la energía y el número de choques de las partículas aumenta la rapidez de una reacción. • La función de un catalizador es disminuir la energía de activación. A3
		4 horas
<p>A4. (C, H) Comprende el concepto de energía de activación y lo asocia con la función de un catalizador al analizar diagramas de energía de reacciones sencillas. (N2)</p>	<p>Energía y reacción química (N2)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energía de activación. <p>Energía y enlace químico (N2).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energías de formación y ruptura de enlaces químicos. • Relación entre la energía de reacción y la ruptura o formación de enlaces en una reacción. 	<p>¿De dónde procede la energía involucrada en una reacción?</p> <p>El profesor promueve que los alumnos infieran el concepto de energía de activación al cuestionar sobre la necesidad de aplicar una cantidad de energía inicial para que algunas reacciones se lleven a cabo, por ejemplo, la combustión. A4</p> <p>Apoyados por el profesor los alumnos analizan diagramas de energía (energía vs. avance de la reacción) de algunas reacciones sencillas; se propone presentar diagramas de energía en los que se contrasten, por un lado, la energía de activación que se requiere para que la reacción ocurra y, por otro lado, el efecto del uso de un catalizador en esa misma reacción, para concluir que: A4</p> <ul style="list-style-type: none"> • La función de los catalizadores es la de disminuir la energía de activación. • El aumento de la concentración y la temperatura incrementan la energía promedio de las colisiones entre los reactivos y con ello aumenta la probabilidad de alcanzar la energía de activación requerida en una reacción. A4

Aprendizajes *	Temática	Estrategias sugeridas
<p>A5. (C, H) Comprende que la energía involucrada en las reacciones químicas se relaciona con la ruptura y formación de enlaces, al analizar datos de energías de enlace. (N2)</p> <p>A6 (C, H) Explica el carácter exotérmico y endotérmico de las reacciones, al interpretar diagramas de energía y construir argumentos para entender el comportamiento ante la energía de las sustancias en las reacciones químicas. (N3)</p>	<p>Reacción química (N3)</p> <p>Reacciones exotérmica y endotérmica.</p>	<p>Con la guía del profesor los alumnos consultan fuentes confiables sobre energías de enlace, analizan los datos y llegan a la conclusión de que: A5</p> <ul style="list-style-type: none"> • En una reacción química hay ruptura y formación de enlaces, en la ruptura se consume energía y en la formación se desprende. • Se requiere una energía inicial o energía de activación para que ocurran las reacciones, algunas necesitan tan poca cantidad que basta con la que el ambiente les proporciona para llevarse a cabo. • En una reacción exotérmica, la energía desprendida en la formación de nuevos enlaces en productos es mayor comparada con la energía necesaria en la ruptura de enlaces en reactivos. • En la reacción endotérmica la energía requerida para la ruptura de enlaces en los reactivos es mayor que la energía desprendida en la formación nuevos enlaces en los productos. A5 y A6
		12 horas
<p>***</p> <p>A7. (C, H) Comprende la reversibilidad de las reacciones al realizar mediciones de pH en ácidos fuertes y débiles, al asociar la fuerza del ácido con valores de concentración de iones hidrógeno y con valores de la constante de equilibrio. (N2)</p>	<p>Equilibrio químico (N2)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reacciones reversibles. • Reversibilidad en reacciones ácido–base. • Características de las reacciones reversibles. • Modelo de Bronsted–Lowry. (N3) • El pH como medida de la concentración de iones $[H^+]$. (N2) • Constante de acidez, K_a (Constante de equilibrio de ácidos). (N1) 	<p>¿En todas las reacciones químicas se consumen completamente los reactivos?</p> <p>***</p> <p>El profesor propicia que los alumnos, en equipos, reconsideren su concepto de reacción química al analizar nuevas evidencias experimentales, en las que se contrasten la conductividad y el pH de disoluciones de ácidos con la misma concentración, y al hacer preguntas como: ¿por qué una disolución de ácido acético 0.1 M y otra de ácido clorhídrico a la misma concentración no tienen el mismo pH? Posteriormente, con apoyo del docente, los estudiantes explican con modelos y ecuaciones químicas la coexistencia de moléculas de ácido débil, de iones hidrógeno, de los iones negativos correspondientes y, además, de las moléculas de agua en el sistema de reacción.</p> <p>Con la guía del profesor y en forma grupal los alumnos llegan a las siguientes conclusiones.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El pH es una medida de la concentración de iones hidrógeno en disolución acuosa. • Hay coexistencia de reactivos y productos en la disolución del ácido débil, por lo tanto, la disociación del ácido débil no es completa. • Un ácido fuerte tiene un alto grado de ionización y le corresponde una constante de ionización grande o no tiene.

Aprendizajes *	Temática	Estrategias sugeridas
<p>A8. (C, H) Comprende el equilibrio químico al identificar su evidencia en un experimento en el que se demuestra que la concentración de iones hidrógeno (pH) permanece, en una disolución mientras no se agregue ácido o base. (N3)</p> <p>A9. (C, H) Predice hacia donde se desplaza el equilibrio, con ayuda del principio <i>Le Chatelier</i>, al analizar cambios en variables, como la presión, la temperatura o la concentración, de algunas reacciones químicas. (N3)</p>	<p>Reacción química:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concepto de equilibrio químico. • Representación del equilibrio con el modelo de Bronsted–Lowry. <p>Equilibrio químico (N3):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Factores que afectan el estado de equilibrio de una reacción: concentración, presión y temperatura. • Características de equilibrio químico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Un ácido débil tiene un grado de ionización bajo y una constante de ionización menor que la del ácido fuerte. • La concentración de los iones presentes en la disolución de ácido permanece, siempre y cuando no se adicione alguna sustancia o se cambien las condiciones de reacción, como la temperatura y el pH. • Si el sistema de estudio se mantiene en condiciones de reacción definidas se alcanza un equilibrio dinámico, por ejemplo, en las disoluciones de ácido débil se forman productos inestables, los iones, que al colisionar pueden volver a formar las moléculas del ácido, y a la inversa. • Hay relación entre las reacciones reversibles y el rendimiento de la reacción. • La mayoría de las reacciones en la naturaleza alcanzan el equilibrio químico, (ácido carbónico–carbonato, hemoglobina–oxígeno). A7 <p>Con apoyo del profesor los alumnos preparan disoluciones con diferentes valores de pH, y al agregar diferentes cantidades de una disolución básica centran la atención en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La permanencia del pH alcanzado en cada caso mientras no se intervenga el sistema, lo que indica que la concentración de iones permanece. • El modelo que mejor se ajusta para representar el equilibrio de los sistemas ácido base es el de Bronsted–Lowry. • Los alumnos, en actividad grupal, investigan y discuten procesos vitales en los que exista el equilibrio químico, como: la formación y destrucción de corales, el proceso carbonato–ácido carbónico o el bióxido de carbono en sangre. A8 • El profesor indicará a los alumnos que experimenten con algunos sistemas de reacción en equilibrio químico como por ejemplo: el sistema cloruro de cobalto–agua–metanol. A8 • El profesor dirige la atención de los alumnos a la ecuación química escrita con todas las indicaciones de las condiciones de reacción: presencia de calor, reversible, color de las sustancias, etcétera. • Los alumnos analizan información sobre las condiciones que modifican el equilibrio de las reacciones y con la guía del profesor, concluyen que el Principio de <i>Le Chatelier</i> permite predecir hacia donde se desplaza la reacción. • Es importante inducir a los alumnos el ejercicio de elaborar hipótesis y discutir las observaciones, en cada momento que el profesor considere pertinente. A9

Aprendizajes *	Temática	Estrategias sugeridas
		4 horas
A10. (A, V) Valora el proceso de obtención de un producto estratégico, desde la perspectiva de su impacto socioeconómico y ambiental en México para desarrollar su pensamiento crítico	Procesos industriales: <ul style="list-style-type: none"> • Ventajas y desventajas en la producción industrial. • Eficiencia de los procesos industriales. • Impacto ambiental y socioeconómico de los procesos industriales. 	¿Cuáles son los beneficios o perjuicios de promover la eficiencia en los procesos industriales? En actividad grupal, los alumnos presentan su investigación del proyecto planteado al inicio de la unidad en el que se focalizará la manera en la que se han controlado las condiciones de los procesos para obtener productos con mayor eficiencia, cómo impacta la industria al ambiente y qué medidas exige la ley mexicana para preservarlo. A10.

Evaluación

Nivel de desempeño del alumno para la unidad 3 de Química III

Expresa en forma oral y escrita cómo los conocimientos químicos permiten dirigir los procesos industriales en el sentido de aprovechar eficientemente los recursos, disminuir la contaminación y ahorrar energía. Investiga documental y experimentalmente sobre las condiciones de reacción de los procesos químicos. Analiza de forma crítica información sobre nuevas evidencias que modifican conocimientos previos, al considerar aspectos energéticos, condiciones de reacción, reversibilidad y equilibrio. Desarrolla sentido de responsabilidad que le permita participar en la toma de decisiones sobre la forma en que se conduce la industria química en el país.

Evaluación del desempeño

- Para verificar el desarrollo de la capacidad de **analizar información**, por ejemplo, como se solicita en **A1** y **A2**, se recomiendan multirreactivos que permitan al alumno comprender la lectura y razonar sus respuestas. Para aprendizajes que requieran demostrar **comprensión**, como en **A5** y **A7**, de algún concepto se pueden verificar con reactivos de opción o de respuesta corta, o completar esquemas. Para evaluar una **argumentación**, como en **A6**, se proponen preguntas abiertas. Para evaluar la identificación de ciertas sustancias, cambios (físicos o químicos, endotérmicos o exotérmicos, reversibles o irreversibles) se proponen completar esquemas o a través de multirreactivos con información relativa a una cadena de producción de fertilizantes.

- Para evaluar la habilidad de **investigar**, teórica o experimentalmente, se recomienda el reporte guiado por una rúbrica que se centre en la comprensión del efecto de las condiciones y rapidez de la reacción y en localizar regularidades, aprendizaje **A3**. La integración de los conceptos puede evaluarse mediante un mapa o tabla que permita visualizar la relación entre estos conceptos. Para verificar que el alumno interpreta gráficas de energía se proponen reactivos que demanden construir o interpretar una gráfica de perfil de energía de alguna reacción sencilla, como es el caso del aprendizaje **A4**.
- Para monitorear la **capacidad de comunicación** se propone presentar gráficas de energía, a partir de las cuales el alumno construye argumentos, orales o escritos, para explicar el tipo de reacción, endotérmica y exotérmica; además, también se sugiere la aplicación de una rúbrica para la evaluación de sus presentaciones de proyectos. Se sugiere monitorear el **desarrollo de valores** mediante una rúbrica centrada en emitir juicios relacionados con el control adecuado de las condiciones de reacción como los catalizadores, en decisiones que impliquen cuidado del ambiente y producciones industriales eficaces y eficientes, por citar algunos ejemplos.
- Para la evaluación del proyecto como en **A10**, se propone una rúbrica centrada en la argumentación que justifique el control de las condiciones de reacción, en la expresión clara del impacto de la industria al ambiente y las medidas que exige la ley mexicana para preservarlo.

Referencias

Para alumnos

Basica

- Atkins, J. (2009). *Principios de química. Los caminos del descubrimiento*. México: Editorial Médica Panamericana.
- Chang, R. (2010). *Fundamentos de química*. México: McGraw–Hill Interamericana Editores.
- Dingrando, L., Gregg, K., Hainen, N. y Wistrom, C. (2010). *Química: materia y cambio*. Colombia: McGraw–Hill Interamericana editores.
- Phillips, J., Strozak, V. (2012). *Química. Conceptos y aplicaciones*. México: McGraw–Hill Interamericana Editores.
- Timberlake, K. (2013). *Química general, orgánica y biológica*. México: Pearson Educación de México.
- Whitten, K. (2008). *Química*. México: Cengage Learning.
- González ,C; López A, Otero R, et al. (2014). *Programa de cómputo, para la enseñanza del tema ¿Cómo efectuar reacciones químicas con mayor rapidez y rendimiento? de la tercera unidad. Fertilizantes: productos químicos estratégicos del Programa de Química III*. México: CCH–UNAM.

Complementaria

- Allier, R. (2011). *Química general*. México: McGraw–Hill Interamericana.
- Burns, R. (2011). *Fundamentos de química*. México: Pearson Education.
- Canet, C. y Camprubí, A. (2006). Yacimientos minerales: los tesoros de la tierra en *La ciencia para todos*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Castro, A. y Martínez, V. (2007). *Química*. México: Editorial Santillana.
- Garriz, R., Gasque, S. y Martínez, V. (2005). *Química universitaria*. México: Pearson Education de México.
- Hein, M. (2005). *Fundamentos de química*. México: International Thompson Editores.
- Kenneth W. W., Raymond E. D., y Larry, P. (2011). *Química*. México: CENGAGE Learning.
- López Cuevas, L. (2012). *Química Inorgánica. Aprende haciendo*. México: Pearson Educación de México.
- Rosenberg–Epstein–Krieger. (2009). *Química*. México: McGraw–Hill Interamericana.
- Zárraga, J. (2004). *Química*. México: McGraw–Hill Interamericana.

Para profesores

Básica

- Atkins, J. (2009). *Principios de Química. Los caminos del descubrimiento*. México: Editorial Médica Panamericana.
- Cárdenas, A. (2001). *Introducción a la química industrial*. México: CCH Naucalpan–UNAM.
- Chang, R. (2010). *Fundamentos de Química*. México: McGraw–Hill Interamericana Editores.
- Jenkins, Kessel, H., Tompkins, D. y Lantz, O. (2009). *Chemistry*. Nelson, Canadá: International Thomson Publishing Company.
- Jiménez, R. Cristina, Pinelo, V. L., Rebosa, G. C. y Rojano, R. R. (2001). *Química básica en el contexto de los procesos minero–metalúrgicos y de fertilizantes*. CCH–UNAM.
- Kotz, J., Treichel, P., Weaver, G. (2008). *Química y reactividad química*. México: CENGAGE Learning.
- Petrucci, R. (2011). *Química general*, 10ª edición. México: Prentice Hall.
- Timberlake, K. (2013). *Química general, orgánica y biológica*. México: Pearson Educación de México.
- Whitten, K. (2008). *Química*. México: Cengage Learning.

Complementaria

- Álvarez, F., Álvarez, I., Dzul, V., Dzul, J., Román, P. (2015) *Curso de química III*. México: CCH Oriente–UNAM.
- Ayala Espinoza, Leticia, Adrian Morales López y colaboradores. (2014). *Guía para el profesor de química III*. México: CCH Vallejo–UNAM.
- Becerril, P., Castelán, M., García, R., Torres, F. (2012). *Apoyando a química III*. México: CCH–UNAM.
- Crespo, J. L., Cruz, I., Santos, E. (2006). *Evaluación de riesgos en laboratorios de cursos experimentales del CCH*, Proyecto PAPIME. México: CCH–UNAM.
- García, P. et al. (2014). *Paquete didáctico: estrategias experimentales para el bachillerato química III y IV*. México: CCH Oriente–UNAM.
- Navarro, L., C., Montagutt, P., B., Carrillo, M., Ch., Nieto, E., C., González, R., M., Sansón, C., O., Lira, S. (2007). *Enseñanza experimental en microescala en el bachillerato, Química III* (en CD). México: CCH Sur–UNAM.

Referencias electrónicas:
Consultadas en junio de 2016

<<http://todoesquimica.blogia.com/temas/equilibrio-quimico.php>>

<<http://www.chem.arizona.edu/chemt/ido.html>>

<<http://web.educastur.princast.es/proyectos/fisquiweb/Videos/EquilibrioQ/index.htm>>